

Prevenција ozljeda donjih ekstremiteta u trkača

Havaš, Juraj

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:826096>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Juraj Havaš

Prevenција ozljeda donjih ekstremiteta u trkača

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2020.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za ekologiju i medicinu rada i sporta pod mentorstvom doc. dr. sc. Hane Brborović i predan je na ocjenjivanje u akademskoj godini 2019./2020.

SADRŽAJ

Sažetak	i
Summary	ii
1. Uvod	1
2. Metode	3
3. Mehanizam nastanka akutnih ozljeda i sindroma prenaprezanja donjih ekstremiteta u trkača	4
4. Faktori rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta	6
4.1 Izbor sportske obuće za trčanje	7
4.2 Biomehanika trkačkog koraka i podloga	10
4.3 Istezanje i zagrijavanje	13
4.4 Deficitarna prehrana	14
4.5 Pogreške u treningu	15
4.6 Anatomske abnormalnosti donjih ekstremiteta	18
4.7 Dob i spol	20
4.8 Body mass index	21
5. Pregled mišićno-koštanog sustava u sportaša	23
6. Ocjena sportske sposobnosti	25
7. Prevencija ozljede	26
8. Prva pomoć i oporavak nakon ozljede	27
9. Zaključak	28
10. Literatura	29
11. Zahvale	35
12. Životopis	36

Sažetak

Prevenција ozljeda donjih ekstremiteta u trkača

Trčanje je jedna od najpopularnijih sportskih aktivnosti današnjice, kako u svijetu tako i u Hrvatskoj. Iako trčanje kao sportska aktivnost nosi velike zdravstvene dobrobiti te produžuje život, nosi i rizik od nastanka ozljede. Budući da se u Hrvatskoj veliki broj ljudi profesionalno ili rekreativno bavi trčanjem, te se polovica njih barem jednom godišnje ozlijedi, a većina od tih ozljeda nastane na donjim ekstremitetima, prevencija ozljeda donjih ekstremiteta u trkača ima veliki medicinski i javnozdravstveni značaj. Cilj ovog diplomskog rada bio je, analizom sadržaja literature, objasniti mehanizam nastanka ozljeda donjih ekstremiteta, identificirati faktore rizika te predložiti prevenciju ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Pregledom literature najčešće spominjani faktori rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta su: BMI trkača, anatomske abnormalnosti donjih ekstremiteta, dob i spol (intrinzični faktori) te izbor obuće za trčanje, pogreške u treningu, biomehanika trkačkog koraka i podloga, deficitarna prehrana, zagrijavanje i istežanje (ekstrinzični faktori). Od ekstrinzičnih faktora rizika, čimbenici značajni za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta su: trčanje u neudobnoj i istrošenoj obući za trčanje, trčanje nepravilnim trkačkim korakom, trčanje po tvrdoj podlozi, deficitarna prehrana, preveliki tjedni volumen treninga te premala ili prevelika tjedna frekvencija treninga. Od intrinzičnih faktora rizika, čimbenici značajni za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta su: razlika u dužini nogu veća od 19 milimetara, pes cavus (udubljena stopala), ženski spol te pretilost. Čimbenici koji smanjuju rizik za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača su: udobna sportska obuća za trčanje, alternacija 2 para različite sportske obuće za trčanje, pravilan trkački korak, veća trkačka kadenca, adekvatna prehrana, volumen treninga manji od 64 kilometra tjedno, trčanje optimalnim intenzitetom, frekvencija treninga između 2 i 5 puta tjedno, ortopedsko liječenje razlike u dužini nogu i udubljenih stopala te optimalan BMI. Prevencija ozljeda donjih ekstremiteta u trkača unatoč brojnim znanstvenim radovima i dalje ostaje kompleksno i nedovoljno istraženo područje.

Ključne riječi: prevencija trkačkih ozljeda, rizični faktori, akutne trkačke ozljede, sindromi prenaprezanja donjih ekstremiteta

Summary

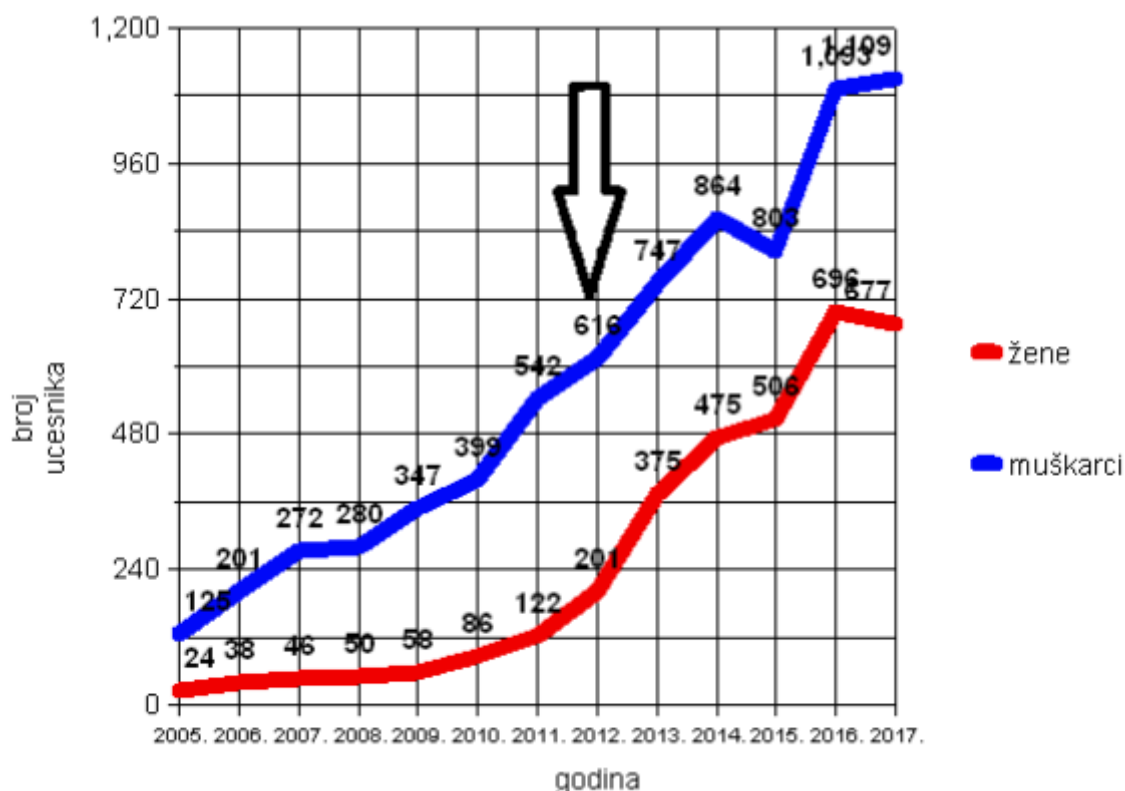
Prevention of lower extremity injuries in runners

Nowadays, running has become one of the most popular sport activities in the world, as well as in Croatia. Even though running carries great health benefits and prolongs life, it also carries risk of injuries. Having in mind that the large number of people are professional or recreational runners, that half of that number are expected to have an injury once a year, as well as the fact that most of those injuries occur in lower extremity, the prevention of lower extremity injuries has significant medical and public health importance. The purpose of this thesis is, by means of analysis of the literature content, to explain the mechanisms of the occurrence of lower extremity injuries, to identify the risk factors and to recommend the methods of prevention of such injuries. Medical literature suggests that the most common risk factors for lower extremity injuries include: runner's BMI, anatomic abnormalities of lower extremity, age, sex (intrinsic factors), choice of running shoes, training errors, biomechanics of the running gait and ground, deficient diet, warmup and stretching. From extrinsic risk factors, ones that are significant for the occurrence of injuries in lower extremity include: running in uncomfortable and worn-out running shoes, irregular running gait, running on the firm ground surface, deficient diet, excessive training volume and insufficient or excessive training frequency. Intrinsic risk factors include: the difference in leg length larger than 19 mm, pes cavus (high-arched foot), female sex and obesity. Factors that mitigate the risk are comfortable running shoes, alternating two pairs of running shoes, proper running gait, higher running cadence, adequate diet, training volume smaller than 64 kilometres per week, running in optimal intensity, training frequency between 2 and 5 times a week, orthopaedic treatment of the leg length difference and the high-arched foot, as well as the optimal BMI. Despite the large number of scientific papers in the area, prevention of lower extremity running injuries remains complex and insufficiently researched topic.

Key words: prevention of running injuries, risk factors, acute running injuries, overuse injuries of lower extremity

1. Uvod

Trčanje je jedna od najpopularnijih sportskih aktivnosti današnjice. Samo u Sjedinjenim Američkim Državama, više od 36 milijuna ljudi trči redovito, sa više od 10,5 milijuna ljudi koji trče više od 100 dana godišnje (1). Masovnu popularnost trčanje stječe od 1970. godine kada je održan prvi Newyork Maraton, a to se odražava i na naše krajeve. Trkače u Hrvatskoj možemo podijeliti u dvije skupine; skupinu profesionalnih trkača te skupinu trkača rekreativaca. Od 1973.godine u Hrvatskoj imamo utrke rekreativaca, a posebice broj utrka rekreativaca, sportskih klubova i broj profesionalnih i rekreativnih trkača doživljava značajan porast u zadnjih 15 godina. Ne postoje egzaktni podaci za Republiku Hrvatsku koliki se broj građana bavi trčanjem kao sportskom aktivnošću, ali značajan porast možemo uvidjeti u činjenici velikog povećanja broja natjecatelja na najpoznatijoj utrci u Hrvatskoj, Zagrebačkom maratonu.



Slika 1, progresija broja trkača Zagrebačkog maratona.

(Slika 1, grafički prikaz broja sudionika zagrebačkog maratona 2005.-2017 godine, izvor: zagrebački atletski savez)

Na slici 1.1 možemo vidjeti da je broj ukupni broj natjecatelja 2005.godine bio 149, dok je ukupni broj natjecatelja 2016.godine bio 1789.

Može se pretpostaviti da je razlog tako naglom porastu broja trkača u Hrvatskoj činjenica da je trčanje sportska aktivnost koja se lako izvodi te za nju ne treba svladati poseban set vještina kao što treba za primjerice skijanje ili alpinizam. Također, trčanje je financijski prihvatljivo većini građana budući da je od opreme potrebna jedino sportska obuća za trčanje.

Iako trčanje kao sportska aktivnost donosi velike zdravstvene dobrobiti kao što su smanjenje krvnog tlaka, smanjenje rizika od nastanka dijabetesa tipa 2, pomaže u smanjenju tjelesne mase i sudjeluje u prevenciji pretilosti te općenito ima utjecaj na produljenje života (2,3), donosi i veliki rizik od nastanka ozljede. Polovica trkača prijavljuje ozljedu na godišnjoj razini (4). Iako su neke od nastalih ozljeda akutne traumatske ozljede, većina kroničnih ozljeda su sindromi prenaprezanja. Najčešće mjesto ozljeda donjih ekstremiteta kod trkača je koljeno (5,6). Najčešće dijagnoze ozljeda donjih ekstremiteta su: medijalni tibijalni stres sindrom (engl. *shin splints*), sindrom ilijotibijalnog trakta (engl. *ITB*), patelofemoralna bol, tendinopatija ahilove tetive, ozljeda mišića stražnje lože (*hamstringsa*), plantarni fascitis te stres fraktura metatarzusa (7). Budući da se u Hrvatskoj veliki broj ljudi profesionalno ili rekreativno bavi trčanjem, te se polovica njih barem jednom godišnje ozlijedi, a većina od tih ozljeda nastane na donjim ekstremitetima, prevencija ozljeda donjih ekstremiteta u trkača dobiva veliki medicinski i javnozdravstveni značaj. Unatoč popularnosti trčanja, malo je studija sa sigurnošću utvrdilo najutjecajnije individualne faktore rizika za nastanak ozljede u trkača, što sugerira da su mnoge trkačke ozljede multifaktorijalne (7). Pregledom znanstvene literature može se utvrditi da se kao značajni faktori rizika bitni za nastanak ozljeda najčešće spominju intrinzični faktori rizika kao što su BMI trkača, anatomske abnormalnosti, dob i spol te ekstrinzični faktori rizika kao što su izbor sportske obuće za trčanje, pogreške u treningu, biomehanika trkačkog koraka, prehrana, zagrijavanje i istezanje te mnogi drugi (7,8). U ovom diplomskom radu, pomoću medicinske literature temeljene na dokazima, pokušati će se objasniti mehanizam nastanka ozljeda donjih ekstremiteta u trkača, identificirati faktori rizika te predložiti prevencija ozljeda donjih ekstremiteta u trkača.

2. Metode

Pregled dosadašnjih spoznaja o prevenciji ozljeda donjih ekstremiteta u trkača provedena je pregledom rezultata dosadašnjih istraživanja objavljenim u dostupnim znanstvenim i stručnim radovima. Pretraživanje je napravljeno prema više kriterija koja su uključivala pretragu po MeSH terminima i ključnim riječima, period objavljivanja, jezik i dostupnost rada. U pretragu su uključeni izvorni, pregledni i stručni radovi. Analiza dostupne literature uključivala je definiranje problema, pronalaženje stručnih i znanstvenih radova pretraživanjem bibliografske baze podataka PubMed, komercijalnih znanstvenih baza podataka (Google znalac) i slobodnih dostupnih elektroničkih izvora; prikupljanje literature, analizu objavljenih radova i pregled dobivenih rezultata. Također su pregledane smjernice stručnih društava i ustanova u medicini rada i sporta. Osim elektroničkih zapisa, pregledani su i dostupni udžbenici i tiskane publikacije iz područja sportske medicine, fiziologije i fiziologije sporta. Izvorni, pregledni i stručni znanstveni radovi prikupljeni su pomoću bibliografske baze podataka PubMed jer je besplatna i pokriva široko područje biomedicine i zdravstva. Koristili su se MeSH termini Running, Sports medicine, Exercise, Athletes, Running injuries, Risk factors, i kombinirali su se s ključnim riječima prevention, screening, overuse; upotrebom Booleovih izraza riječi AND, OR, NOT. Analizirani su dostupni radovi koji su objavljeni u periodu od siječnja 1970. do svibnja 2020. godine, objavljeni na engleskom i hrvatskom jeziku. 1970.godina odabrana je iz razloga što je te godine održan prvi Newyork maraton, te nakon tog događaja trčanje dobiva na popularnosti kako u Americi tako i u ostatku svijeta. Pregledom naslova radova i sažetaka, odabrani su radovi koji udovoljavaju kriterijima ovog istraživanja te oni koji su dostupni u cijelosti ("full-texts").

3. Mehanizam nastanka akutnih ozljeda i sindroma prenaprezanja donjih ekstremiteta u trkača

Sportska ozljeda je svaka ozljeda zadobivena tijekom bavljenja sportskom aktivnosti.

Prema vremenu nastanka, trkačka ozljeda donjih ekstremiteta može biti akutna (traumatska) ili kronična (sindromi prenaprezanja).

Akutne ozljede nastaju uslijed traume na tkivo prilikom djelovanja jake sile u kratkom vremenu na mišiće, tetive, zglobove i kosti. Većinu akutnih ozljeda lokomotornog sustava čine uganuća, istegnuća, i nagnječenja (8).

Uganuće je ozljeda ligamenta i zglobne čahure. Kod svakog uganuća se u nekoj mjeri događa kidanje tkiva ligamenta (8). Uganuća se gradiraju u tri stupnja. U prvom stupnju postoji blago oštećenje ligamenata bez nestabilnosti zgloba, u drugom srednje teško oštećenje, dok u trećem stupnju postoji potpuno kidanje tkiva ligamenata sa nestabilnošću zahvaćenog zgloba (8).

Istegnuće je ozljeda mišića i tetiva. Također se gradira u tri stupnja. U prvom stupnju postoji disrupcija nekoliko mišićnih vlakana, bol je blaga do umjerena, a opseg pokreta i mišićna snaga je skoro blizu normalne, u drugom stupnju postoji srednje teško oštećenje, dok u trećem stupnju postoji potpuna ruptura mišićno-tetivne jedinice (8).

Nagnječenje je ozljeda gnječenja mekog tkiva (8). Kod nagnječenja često dolazi do ruptura vaskularnih struktura i krvarenja u meka tkiva.

Akutne traumatske ozljede donjih ekstremiteta izrazito je teško prevenirati. Srećom takve ozljede nisu česte (7,9).

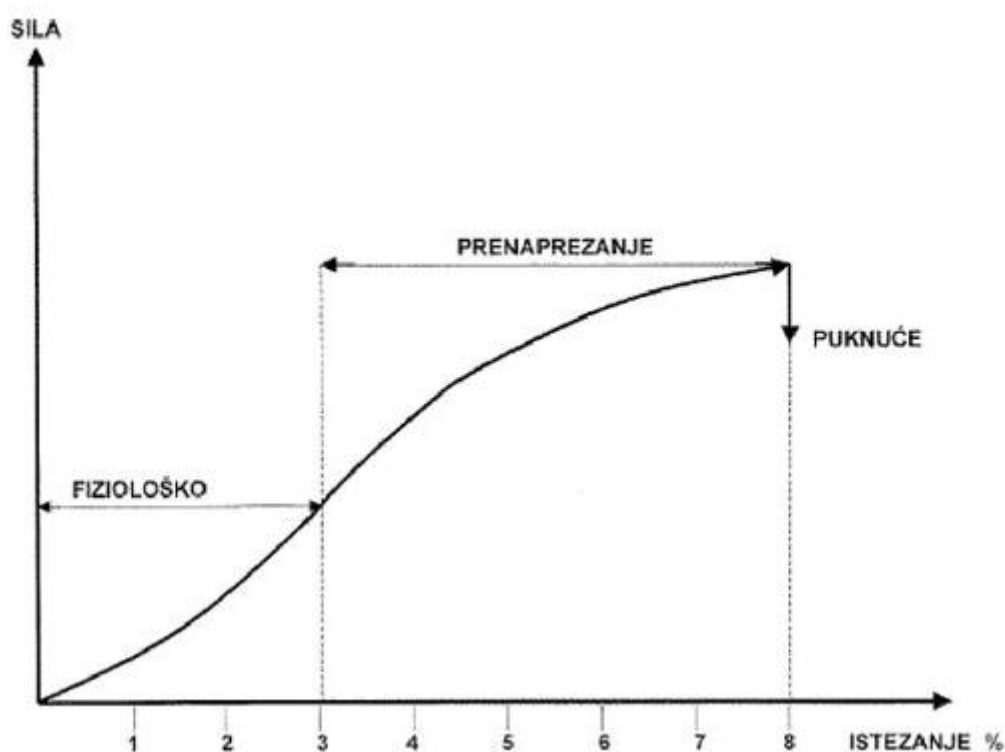
Sindromi prenaprezanja na donjem ekstremitetu su kronična kumuliranja mikrotraumatskih oštećenja (10). U anglosaksonskoj literaturi sindromi prenaprezanja nazivaju se *overuse injuries ili microtraumatic illnesses* (10). U domaćoj sportskoj i medicinskoj literaturi postoji neslaganje među autorima jesu li sindromi prenaprezanja „kronična oštećenja“ ili kronično zadobivene „ozljede“.

U knjizi „Sportska medicina“ iz 2019.godine smatra se da ozljeda podrazumijeva akutnost događaja te stoga sindrome prenaprezanja se ne smatraju ozljedom nego kroničnim oštećenjima (10). Drugi autori, među kojima Vlahek i Havaš u knjizi „Abeceda trčanja“ iz 2016.godine, u ozljede ubrajaju i sindrome prenaprezanja. Budući da postoji neslaganje među autorima, a strana literatura sindrome prenaprezanja

naziva „*overuse injuries*“, u ovom diplomskom radu ću sindrome prenaprezanja smatrati kronično stečenom ozljedom (11).

Osnova nastanka svih sindroma prenaprezanja lokomotornog sustava jest ponavljana trauma koja nadvladava sposobnost reparacije tkiva, i to bilo da je riječ o tetivi, kosti, hrskavici, mišiću, ili drugim strukturama (10).

Za razliku od drugih sportova, trčanje pripada repetitivnoj aktivnosti jer se niz pokreta obavlja nebrojeno puta kroz duži period. Tijekom trčanja stopala dodirnu podlogu između 800 i 2000 puta na stazi dugoj milju, a reaktivna sila podloge, ovisno o njezinoj tvrdoći i kvaliteti, iznosi 200% i 300% tjelesne mase trkača (10). Trkač od 70 kilograma apsorbira na udaljenost od jedne milje silu od 220 tona (10). Na primjeru nastanka sindroma prenaprezanja tetive može se objasniti mehanička podloga za nastanak sindroma prenaprezanja, te posljedično do puknuća tetive ili prijeloma zamora (stres fracture).



Slika 2, progresija od fiziološkog opterećenja do nastanka ozljede.

(Slika 2, preuzeto iz Seminarskog rada: Granice ljudskih sposobnosti i sindromi prenaprezanja, poslijediplomskog doktorskog studija Kineziološkog fakulteta)

Krivulja prikazuje sposobnost prilagodbe tetive na silu koja dovodi do istezanja tetive. Sindrom prenaprezanja tetive nastaje kad je tetiva ponavljano istezana za 4% do 8% svoje dužine, što počinje lanac patoloških promjena od upale, degenerativnih promjena, djelomičnih puknuća tetivnih vlakana do potpunog puknuća i prekida kontinuiteta same tetive (10).

Za razumijevanje nastanka sindroma prenaprezanja bitno je razumijevanje patofiziologije upalnog procesa (10). Bez obzira na vrstu ozljede početni je odgovor tkiva upalna reakcija koja obuhvaća niz promjena žila, krvi i vezivnog tkiva, a u nju su uključeni različiti tipovi stanica i fiziološki aktivnih tvari (10). Najvjerojatniji uzrok početka upalne reakcije su produkti raspadnutog tkiva, što se može povezati sa sindromima prenaprezanja (10).

4. Faktori rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta

Faktori rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača mogu se podijeliti u dvije skupine: Ekstrinzične faktore rizika i intrinzične faktore rizika. Pregledom literature najčešće spominjani faktori rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta su: anatomske abnormalnosti donjih ekstremiteta, dob i spol, te BMI trkača (intrinzični faktori) te izbor obuće za trčanje, biomehanika trkačkog koraka, zagrijavanje i istezanje, deficitarna prehrana i pogreške u treningu i podloga, (ekstrinzični faktori); stoga će navedeni faktori rizika biti analizirani u ovom diplomskom radu.

4.1 Izbor sportske obuće za trčanje

Dizajn i kvaliteta obuće za trčanje dramatično su se promijenili u zadnjih 100 godina. Otkrićem novih materijala i promjenom metoda izrade sportske obuće, moderna sportska obuća za trčanje je danas lakša, udobnija te pruža bolju potporu i amortizaciju.



Slika 3, prikaz obuće za trčanje 1912.godine i izgled moderne obuće za trčanje

Na slici 3.1 možemo vidjeti kako je izgledala obuća za trčanje za trčanje 1912.godine modela marke Spalding, a na istoj slici je prikazana moderna obuća za trčanje marki Mizuno i New Balance. Razvoj moderne obuće za trčanje sigurno je uvelike pridonio prevenciji trkačkih ozljeda, iako bi to bilo teško dokazati iz razloga što se dobno-spolna struktura, BMI, utreniranost i mnogi drugi faktori trkača od prije 50 ili 100 godina uvelike razlikuje od današnjih trkača. Ondašnji trkači su zasigurno bili mlađi, bolje utrenirani, uglavnom kompetitivno orijentirani trkači te mnogo lakši, te su 75% trkača bili muškarci, dok u današnje vrijeme imamo mnogo trkača rekreativaca, trkači su teži te 54% trkača čine žene (12). Također, definicija trkačke ozljede je bila drugačija u starijim studijama

nego je u današnjim što sve ukazuje na zaključak da se podaci o učestalosti trkačkih ozljeda od prije 50 ili 100 godina ne mogu uspoređivati sa današnjima (12).

U današnje vrijeme ponuda obuće za trčanje velika je i raznolika. Postoje razne marke i modeli obuće za trčanje od kojih neki modeli daju bolju stabilnost, neki modeli daju bolju amortizaciju, a neutralni modeli su kombinacija stabilnosti i amortizacije. Također, u posljednje vrijeme veliku popularnost stječu i takozvana „barefoot“ ili minimalistička obuća za trčanje koja pružaja slabu amortizaciju i nedovoljnu stabilnost. Ustaljeno je mišljenje među liječnicima ortopedima te atletskim trenerima, da bi odabir idealne obuće za trčanje trebao ovisiti o tipu stopala koje trkač ima. Postoje tri osnovne varijacije tipa stopala u ljudi. To su: *pes planus*, *pes cavus*, i neutralno stopalo. *Pes planus* (spuštena stopala) su dosta fleksibilna i imaju tendenciju velikoj pronaciji, te se vjeruje da bi za takva stopala bila idealna obuća za trčanje sa većom stabilnosti te ona sa većom kontrolom pokreta (engl. *motion control*) (13). *Pes cavus* (udubljena stopala) su dosta rigidna i imaju tendenciju velikoj supinaciji te se vjeruje da bi za takvih stopala bile idealna sportska obuća koja pruža veću amortizaciju (13). Kod neutralnog tipa stopala, (stopala koja su između dva ekstrema *pes cavusa* i *pes planusa*), a takav tip stopala ima većina ljudi, vjeruje se da bila idealna obuća za trčanje ona koja podjednako dobro balansira između stabilnosti i amortizacije (13). Međutim, ne postoje čvrsti znanstveni dokazi da bi takva praksa mogla prevenirati ozljede donjih ekstremiteta u trkača. U randomiziranoj kliničkoj studiji iz 2010.godine znanstvenici su istraživali može li odabir obuće za trčanje prema tipu stopala kod vojnih novaka prevenirati ozljede donjih ekstremiteta. Zaključak studije bio je da odabir idealne obuće za trčanje po principu koji je opisan ranije nije signifikantno smanjio rizik od ozljede donjih ekstremiteta u odnosu na kontrolnu skupinu, čak i kada se izuzmu drugi relevantni faktori rizika (14). Također, sistematski pregled literature iz 2009 godine nije pronašao jasne dokaze da bi odabir idealne obuće za trčanje prema tipu stopala smanjio broj trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta (15).

U odabiru obuće za trčanje, jedan od glavnih faktora za izbor većini trkača je udobnost. Nekoliko studija je istraživalo može li udobnost obuće za trčanje biti faktor koji smanjuje rizik od ozljede donjih ekstremiteta. Studije su pokazale da trkači individualno i neovisno razne modele ocjenjuju kao najudobnije. Nakon evaluacije, trkački koji su trčali u udobnoj obući prema svom odabiru, imali su 53% manje ozljeda donjih ekstremiteta od kontrolne skupine (12,16,17).

Neovisno o modelu i marki, obuća za trčanje korištenjem gubi sposobnost apsorpcije sile te povećava rizik od ozljede. Nakon istrčanih 80 kilometara, nova obuća za trčanje izgubi 15% od ukupne sposobnosti apsorpcije sile (amortizaciju) dok 40-50% svoje sposobnosti apsorpcije sile izgubi nakon istrčanih više od 400 kilometara (10,18).

Jedno od pitanja s kojim se često ortopedi i fizijatri susreću je i treba li trčati u istoj obući za trčanje cijelo vrijeme ili bi poželjno bilo alternirati između 2 para obuće za trčanje. Studija objavljena 2013.godine istraživala je jesu li trkači koji alterniraju između 2 para različite obuće u manjem riziku od ozljeda od onih trkača koji koriste 1 par obuće za trčanje. Studija je dokazala da su trkački koji su koristili 2 para različite obuće za trčanje imali 39% manji rizik od trkačkih ozljeda (19).

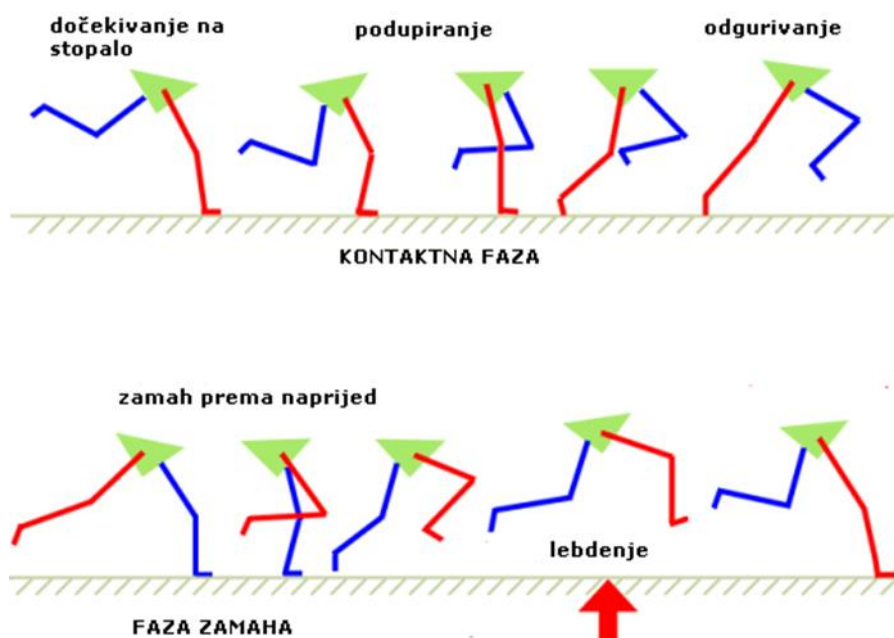
Analizirajući utjecaj izbora obuće za trčanje na trkačke ozljede donjih ekstremiteta u trkača, možemo zaključiti da na smanjenje rizika od ozljede donjih ekstremiteta pozitivno utječu udobnost sportske obuće, da je poželjno tijekom treniranja koristiti 2 različita para obuće za trčanje, te se može zaključiti da izbor obuće za trčanje prema tipu stopala nije znanstveno utemeljen. Možemo preporučiti da bi trebalo obuću za trčanje zamijeniti nakon istrčanih više od 400 kilometara.

4.2 Biomehanika trkačkog koraka i podloga

Biomehanika je znanost koja proučava kako zakoni tehnike i mehanike utječu na pokrete tijela u različitim vrstama kretnji (11). Trkački korak možemo biomehanički podijeliti u dvije faze:

Kontaktnu fazu (engl. *stance phase*) – faza kada je noga u kontaktu s podlogom; ona počinje od trenutka kada peta dotakne podlogu do trenutka odgurivanja prstima od podloge.

Fazu zamaha (engl. *swing phase*) – faza u kojoj noga nije u kontaktu s podlogom; ona počinje od trenutka odgurivanja prstima od podloge do trenutka doticanja podloge petom.



(slike 3.2 i 3.3, preuzeto iz reference broj 11. uz dopuštenje autora)

Kada je jedna noga u kontaktnoj fazi, druga je u fazi zamaha te izmjena tih faza nogama čini trčanje. Kada je tempo trčanja sporiji duža je kontaktna faza, a faza zamaha je kraća. Obrnuto, bržim trčanjem kraći je kontakt sa podlogom a period „lebdenja“ je duži (11).

Pravilan trkački korak nužan je za apsorpciju sile udarca o podlogu. Nedovoljna ili prekomjerna pronacija ili supinacija mijenja disipaciju sile u kinetičkom lancu te povećava rizik od ozljede (20).

Budući da nepravilan trkački korak može povećati rizik od ozljede donjih ekstremiteta, važno je moći prepoznati pogrešku u koraku i na vrijeme ju ispraviti. Stručnjacima koji se bave problematikom biomehanike u sportu (ortopedi, fizijatri i kineziolozi) uvelike pomažu nove tehnologije. Najjednostavniji način utvrđivanja nepravilnosti koraka u trkača je da trkač trči na traci za trčanje te se opservacijskom analizom mogu utvrditi pogreške i nepravilnosti u trkačkom koraku (21). Također, postoji i metoda videoanalize koja precizno i detaljno može utvrditi sve pojedinosti trkačkog koraka (20).

Jedan od načina na koji se može manipulacijom trkačkog koraka utjecati na rizik od nastanka ozljede donjih ekstremiteta jest mijenjanje frekvencije koraka u minuti, to jest, mijenjanjem „trkačke kadence“.

Znanstvenici Sveučilišta u Wisconsinu 2011.godine mjerili su apsorpciju sila u kuku, koljenu, i gležnju kod trkača na traci za trčanje pri umjereno brzom trčanju. Svaki ispitanik (trkač) trčao je svojim inherentnim brojem koraka u minuti. Nakon toga su ih zamolili da povećaju broj koraka prvo za 5%, a zatim i za 10% od njihove inherentne vrijednosti te također mjerili apsorpciju sila u kuku, koljenu i gležnju. Izmjerili su znatno smanjenje apsorpcije sila kada se povećao broj koraka u minuti, što ih je navelo na zaključak da bi se povećanjem broja koraka u minuti moglo smanjiti rizik za nastanak ozljede donjih ekstremiteta (22).

Također, znanstvenici iz Nacionalnog rehabilitacijskog centra u Japanu došli su do sličnih zaključaka nakon što su izmjerili znatno smanjenje sile na donje ekstremitete pri povećanju broja koraka u minuti od 15% od one koja je ispitanicima bila ugodna za trčanje (23).

Ova dva rada navode na zaključak da se povećanjem broja koraka u minuti, takozvane trkačke kadence može smanjiti rizik od ozljede donjih ekstremiteta.

Podloga na kojoj se trči jedan je od bitnih faktora koji mogu utjecaj na nastanak ozljede donjih ekstremiteta. Vjeruje se da tvrda i neravna podloga mogu predisponirati trkačkim ozljedama donjih ekstremiteta (10).

Tvrdoća podloge na kojoj se trči mijenja biomehaniku trkačkog koraka. Tijelo se prilagođava na krutost podloge tako da preko živčanog sustava povećava krutost nogu. Prilikom kontakta sa podlogom mišići, kosti, tetive i ligamenti djeluju kao opruga. Upijaju energiju da bi ju kasnije oslobodile kroz pokret (11). Kako će noge reagirati na podlogu, predodređeno je već i prije samog kontakta nogu s podlogom (24). Na temelju

prijašnjih iskustava (korak i doticaj s tom podlogom u prošlosti), živčani sustav je spreman prilagoditi krutost nogu (11). Stoga, nagla promjena podloge za trčanje, za koju tijelo nije pripremljeno, može povećati rizik od nastanka ozljede donjih ekstremiteta. Anegdotalna potvrda te teorije jedno je od stručnih predavanja medicinskog i kondicijskog tima nogometnog kluba Dinamo, koji su primijetili da nakon promjene podloge terena na kojem igrači svakodnevno treniraju da je došlo do povećane incidencije ozljeda nogu.

Ne postoje jasni znanstveni zaključci da li trčanje po tvrdoj podlozi povećava rizik od nastanka ozljede u odnosu na trčanje po mekanoj podlozi.

Znanstveni članak iz 2016.godine utvrđuje da trčanje po šumskoj drvenastoj podlozi može smanjiti rizik od stres frakture tibije u odnosu na trčanje po sintetskoj podlozi te betonu (25).

Znanstveni članak iz 2003.godine je istraživao može li trčanje po traci smanjiti rizik od stres frakture tibije u odnosu zemljanu podlogu. Došli su do zaključka da trčanje po traci može smanjiti rizik od stres frakture tibije u odnosu na trčanje po zemljanoj podlozi (26).

Međutim, knjiga „Klinička ortopedska rehabilitacija“ (engl. *Clinical orthopaedic rehabilitation*) iz 2018.godine navodi da trčanje po tvrdoj podlozi ne povećava rizik od ozljede donjih ekstremiteta (27), dok knjiga „Sportska medicina“ iz 2019.godine navodi da bi trčanje po tvrdoj i neravnoj podlozi moglo biti predisponirajući faktor za razvoj sindroma prenaprezanja donjih ekstremiteta (10).

Stoga, uz nejasno znanstveno stajalište oko pitanja trčanja po tvrdoj podlozi teško je dati preporuke trkaču ili pacijentu.

4.3 Istezanje i zagrijavanje

Vježbe zagrijavanja i istezanja nezaobilazan su dio svakog treninga neovisno o sportu. Mnogi kondicijski treneri, liječnici i sportaši stavljaju akcent na važnost zagrijavanja prije treninga te na važnost istezanja prije i poslije treninga. Gotovo aksiomatski se godinama vjerovalo da zagrijavanje i istezanje imaju veliku ulogu u prevenciji ozljeda i kod trkača i kod drugih sportskih aktivnosti. Utjecaj zagrijavanja i istezanja na prevenciju ozljeda donjih ekstremiteta jako je teško dokaziv iz razloga što je uključeno mnogo varijabli u tu problematiku (7). Postoje mnoge vrste, metode i načini zagrijavanja i istezanja. Također, bitan faktor je i vrijeme u odnosu na trening kada se događa istezanje i zagrijavanje. Primjerice, istezanje se može odvijati, prije, poslije ili diskonkordantno sa treningom. Istezanje može biti dinamičko, statičko ili proprioceptivno, kao što također postoje i razne vrste, metode i načini zagrijavanja te je iz tog razloga „zagrijavanje i istezanje“ kao jedinstveni entitet jako teško proučavati (7).

Međutim, nekoliko znanstvenih studija i sistematskih pregleda literature bavilo se ovo problematikom.

Nizozemski znanstvenici 1993.godine su objavili znanstveni rad u kojem su istraživali mogu li vježbe zagrijavanja i istezanja prevenirati ozljede u trkača. Nakon 16 tjedana u kojem su pratili trkače u kontrolnoj grupi i ispitivanoj grupi (ona koja je provodila vježbe istezanja i zagrijavanja) nisu utvrdili signifikantnu razliku u incidenciji ozljeda (28).

Sistematski pregled literature iz 2002.godine objavljen u BMJ-u istraživao je mogu li istezanje prije i poslije vježbanja smanjiti odgođeni početak boli u mišićima te smanjiti rizik od ozljede. Zaključak je bio da nema dovoljno dokaza koji bi upućivali da istezanje prije i poslije treninga smanjuje rizik od nastanka ozljede, te stoga takvu praksu ne treba niti ohrabrivati niti obeshrabrivati (29).

Jedan stariji znanstveni rad objavljen 1988 godine istraživao je mogu li vježbe zagrijavanja prevenirati mišićne ozljede. Zaključak je bio da zagrijavanje (mišićno prekondicioniranje) može prevenirati mišićne ozljede (30).

4.4 Deficitarna prehrana

Optimalna i raznolika prehrana važna je za sve sportaše, pa tako i za trkače.

Deficitarna prehrana navodi se u znanstvenoj literaturi kao predisponirajući čimbenik za nastanak sindroma prenaprezanja donjih ekstremiteta u trkača (10).

Jedan od poznatih sindroma koji povezuje relativni deficit energije i stres frakture je sindrom ženske sportske trijade (engl. *female athlete triad*). Osnovne su sastavnice tog sindroma poremećaji hranjenja, amenoreja povezana s naporom i osteoporoza povezana s pojavom prijeloma zamora (10). Sindrom ženske sportske trijade je 2007.godine preimenovan u Sindrom relativnog deficita energije u sportu čime je istaknuta složenost problema te činjenica da i muški sportaši mogu biti zahvaćeni (31).

Sindrom relativnog deficita energije u sportu noviji je i sveobuhvatniji pojam koji osim što obuhvaća i muške sportaše, kvalitetnije pojašnjava patofiziološku pozadinu sindroma, kako i utjecaj na zdravlje i sportsku izvedbu.

Znanstveni rad iz 2008.godine istraživao je povezanost prehrambenih navika i trkačkih ozljeda kod 86 trkačica. Znanstvenici su utvrdili da su trkačice koje su prijavile ozljedu imale značajno manji unos masti u prehrani nego trkačice koje se nisu ozlijedile. Njihov zaključak bio je da bi premali unos masti mogao povećati rizik od trkačke ozljede (32).

Sistematski pregled literature objavljen 2013.godine sugerira da neadekvatan unos vitamina D i kalcija povećava rizik od stres fraktura donjeg ekstremiteta u trkačica te da bi dnevni unos od 1500 mg kalcija mogao smanjiti incidenciju stres fraktura u trkačica (33).

Američka dijetetička asocijacija u suradnji sa Kanadskim dijetetičkim društvom te Američkim fakultetom sportske medicine objavili su preporuke za sportaše među kojima su i prehrambene preporuke za trkače.

Oni preporučuju da bi trkači trebali unositi 6-10 grama po kilogramu tjelesne težine ugljikohidrata dnevno, te da bi trebali unositi 1,2-1,7 grama po kilogramu tjelesne težine proteina dnevno (34).

Također, preporučaju za trkačice ne manji dnevni unos od 1800-2000 kalorija kao prevenciju ženskog sportskog trijasa (34).

4.5 Pogreške u treningu

Pogreške u treningu ekstrinzični su faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Mnogi treneri trčanja vjeruju da pogreške u treningu značajno kontribuiraju u nastanku trkačkih ozljeda. Retrospektivna studija iz 1987. godine koja je godinu dana pratila 60 trkača zaključila je da su pogreške u treningu samostalno, ili u kombinaciji sa ostalim rizičnim faktorima kontribuirale 72% u nastanku trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta (35). Druga studija iz 1978. godine također ukazuje na snažnu povezanost pogrešaka u treningu i nastanka trkačkih ozljeda. U studiji se navodi da do 60% trkačkih ozljeda mogu biti povezane sa pogreškama u treningu (36). Studija iz 2005. godine navodi veliki značaj pogrešaka u treningu u nastanku ozljeda prenaprezanja, navodeći da bi se, pragmatički rečeno, nastanak svih sindroma prenaprezanja donjih ekstremiteta, koji su povezani s trčanjem, moglo svesti pod pogreške u treningu (37).

Stoga, možemo zaključiti kako bi ispravljanje pogrešaka u treningu moglo prevenirati značajan dio trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta. Problem predstavlja činjenica da pogreške u treningu (engl. *training errors*) nisu jedinstveni entitet, nego veliki skup pogrešaka koji trkači čine tijekom svog treniranja. Kako bi mogli ukazati na pogreške koji trkači čine i predložiti način ispravljanja tih pogrešaka te posljedično prevenirati ozljede, potrebno ih je prvotno identificirati.

Osnovni segmenti trkačkog treninga su volumen treninga, intenzitet treninga i frekvencija treninga. Volumen trkačkog treninga čini broj istrčanih kilometara u jednom tjednu. Frekvencija treninga često govori o broju dana treniranja tjedno ili češće broj treninga tjedno, dok je intenzitet trčanja (tempo trčanja) izražen kao broj minuta po kilometru.

Volumen trkačkog treninga znatno utječe na nastanak trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta. Velik volumen povezan je s nastankom ozljeda najvjerojatnije putem mehanizma prenaprezanja koji je objašnjen ranije. Velika kohortna studija kanadskih znanstvenika iz 1989. godine, koja je podijelila trkače u 3 kohorte, dokazala je da je incidencija trkačkih ozljeda u kohorti trkača koji su trčali do 10 milja tjedno i trkača koji su trčali 10-39 milja tjedno bila bez značajne razlike, dok je incidencija ozljeda kod trkača (muškaraca i žena) koji su trčali više od 40 milja tjedno bila znatno viša od

prethodne dvije kohorte (38). Te rezultate potvrdila je još jedna studija objavljena iste godine koja je dokazala da su ozljede kod muških trkača bile učestalije kada su oni trčali iznad 40 milja tjedno (39).

Također, u knjizi „Sportska medicina“ iz 2019.godine navodi se da preveliki volumen treninga (engl. *mileage mania*) može biti predisponirajući čimbenik za nastanak ozljeda (10).

Iako brojne knjige o metodici sportskog treniranja kao i knjige o trčanju navode visoki intenzitet treninga kao potencijalni faktor rizika za nastanak trkačkih ozljeda, intenzitet treninga, kao zaseban faktor, teško je odvojeno gledati od frekvencije i volumena treninga jer ako izvedemo zaključak da trkači koji trče brže tijekom treninga da se i češće ozljeđuju (što je empirijski uočeno), zanemarujemo činjenicu da su brži trkači najčešće oni koji imaju veći volumen treninga i veću frekvenciju treninga, te time činimo pogrešku. Dokaz ove tvrdnje možemo vidjeti u radu iz 1988.godine objavljenog u BMJ-u koji je pronašao pozitivnu poveznicu između bržeg trčanja i veće incidencije ozljeda, ali kada su izbacili utjecaj volumena, dobili su mnogo slabiju povezanost (40).

Usprkos navedenom, postoje brojni radovi koji su proučavali, između ostalog, poveznicu intenziteta trčanja (tempo trčanja) i nastanka trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta.

Studija provedena 1986.godine, proučavala je poveznicu brzine trčanja utrke na 10 kilometara i broja prijavljenih ozljeda tijekom te godine. Znanstvenici su zaključili da oni trkači koji su utрку trčali tempom bržim od 5 minuta po kilometru (8 minuta po milji) prijavili putem upitnika veći broj ozljeda od onih trkača koji su trčali sporije od tog tempa (41).

Dvije studije, jedna iz 1994.godine te druga iz 2000.godine nisu pronašle značajnu poveznicu između intenziteta trčanja i incidencije trkačkih ozljeda (42,43).

Slijedom svega navedenog, teško je utvrditi korelaciju između intenziteta i rizika za nastanak trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta.

Prevelika frekvencija trkačkih treninga često se u sportskoj i trkačkoj literaturi spominje kao mogući faktor rizika za nastanak trkačkih ozljeda.

Sindrom pretreniranosti je dugi niz godina poznat sindrom među trkačkom populacijom. On se događa velikom broju profesionalnih trkača jer u njihovim treninzima postoji premali period odmora između dva treninga.

Sindrom pretreniranosti je stanje dugotrajnog umora i pada sportskih sposobnosti uzrokovano pretjeranim treningom bez odgovarajuće faze odmora i oporavka (44).

Jaka povezanost velike frekvencije treninga i nastanka trkačkih ozljeda donjih ekstremiteta nađena je u studiji iz 2003.godine. Trkači koji su trčali 6-7 puta tjedno imali su najveću incidenciju ozljedu, dok su, zanimljivo, veću incidenciju ozljeda imale i trkačice koje su trčale samo jednom tjedno (44).

Možemo zaključiti da pogreške u treningu imaju važnu ulogu u nastanku ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Pogreške u treninge teško je analizirati iz razloga što pogrešaka ima mnogo, nisu jedinstveni entitet, a segmenti treninga u kojima trkači čine pogreške međusobno su ovisne varijable.

Unatoč navedenom, može se savjetovati trkačima da ne trče preveliki broj kilometara tjedno (ne više od 64 kilometra), jer trčanje iznad tog broja kilometara značajno diže rizik od nastanka ozljede. Također, može se savjetovati i da frekvencija treninga veća od 5 tjedno ili manja od 2 tjedno povećava rizik od nastanka ozljede te rizik od nastanka sindroma pretreniranosti. Što se tiče intenziteta trčanja, pregledom znanstvene i stručne literature, može se savjetovati da trkači ne trče prevelikim intenzitetom ako za takav intenzitet nisu pripremljeni. Intenzitet trčanja pri kojem se događaju ozljede usko je povezan s volumenom trčanja te ih je teško neovisno razmatrati. Intenzitet trčanja koji predisponira trkačku ozljedu donjih ekstremiteta strogo je individualna stvar te bi se stoga svakom trkaču trebao individualno prilagoditi intenzitet trčanja tijekom treninga.

4.6 Anatomske abnormalnosti donjih ekstremiteta

Anatomske abnormalnosti intrinzični su faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Anatomske abnormalnosti mogle bi uvjetovati individualne razlike praga sile koji je potreban kod pojedinog trkača za nastanak sindroma prenaprezanja na donjim ekstremitetima. Teoretski gledano, kod trkača sa anatomskom abnormalnosti, prag sile potreban za nastanak ozljede bio bi niži.

Pregledom literature, najčešće spominjane anatomske abnormalnosti donjih ekstremiteta koje bi mogle predisponirati ozljede su: povećani Q kut, razlika u dužini nogu te pes cavus.

Patelofemoralni, kvadricepsni ili Q kut je kut između mišića kvadricepsa i patelarne tetive. Za Q kut kažemo da je povećan kada je veći od 20-25°. Kako Q kut raste povećavaju se lateralne sile na patelu od strane mišića kvadricepsa te se vjeruje među kliničarima da preveliki Q kut doprinosi nastanku patelofemoralnog bolnog sindroma. Q kut je veći u žena zbog šire zdjelice i kukova čime se objašnjava i veća prevalencija patelofemoralnog bolnog sindroma u trkačica. Pregledavajući znanstvene baze podataka, može se vidjeti da postoje radovi i koji podupiru i koji opovrgavaju tezu da povećani Q kut predisponira nastanku patelofemoralnog bolnog sindroma, a koji je jedan od najčešćih ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Dominira broj radova koji opovrgava tezu da je povećani Q kut rizični faktor za nastanak patelofemoralnog bolnog sindroma u trkača.

Rad iz 2011.godine koji je obuhvatio 31 trkača (21 muškarac i 10 žena) zaključio je da povećani Q kut ne mora biti povezan s patelofemoralnim bolnim sindromom.(45) Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se moglo dokazati ili opovrgnuti povećani Q kut kao faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača.

Razlike u dužini nogu do 1 centimetar možemo vidjeti u 2/3 populacije. To se smatra normalnim te ne zahtijeva liječenje (46). Pretpostavlja se da bi veća razlika u dužini nogu (u rasponu do 1cm) mogla predisponirati nastanku ozljeda donjih ekstremiteta u trkača.

Studija iz 2001.godine koja je istraživala rizične faktore za nastanak rekurentnih stres fraktura u sportaša pronašla je veći postotak stres fraktura u sportaša sa većom razlikom u dužini nogu u odnosu na kontrolu skupinu. Studija pretpostavlja da bi veća

razlika u dužini nogu mogla utjecati na trkački korak te na taj način predisponirati ozljedi donjih ekstremiteta (47).

Sistematski pregled literature iz 2002.godine koji je istraživao uzroke nastanka i posljedice povezane s razlikom u dužini nogu zaključio je da utjecaj na trkački korak postoji kod različite dužine nogu, ali da većina radova, koji su analizirani, ne govore o magnitudi dužine nogu potrebne za afekciju trkačkog koraka. Radovi koji spominju magnitudu dužine nogu zaključuju da je potrebna razlika u dužini nogu, da bi se vidio utjecaj na trkački korak, 19 milimetara (48).

Rad iz 1981.godine američkog podijatra koji je pregledao preko 4000 sportaša u 6 godina (od kojih su većina bili dugoprugaški trkački) utvrdio je da 40% pregledanih je imalo neki oblik razlike u dužini nogu. Rad je zaključio i da je razlika u dužini nogu često povezana i sa funkcionalnim problemima kao što je velika pronacija stopala. Također, rad zaključuje da razlike u dužini nogu tri puta više utječu na trčanje nego na hodanje iz razloga što se kod trčanja razvijaju puno veće sile na donje ekstremitete te da male razlike u dužini nogu koje kod ne-sportaša ne bi radile nikakve probleme, u sportaša mogu uzrokovati ozbiljne simptome (49).

Pes cavus (udubljena stopala) su stopala sa abnormalnim, visokim plantarnim longitudinalnim lukom. Poznato je da su takva stopala rigidnija te da imaju smanjenu mogućnost apsorpcije sila (47).

Sistematski pregled literature iz 2010.godine ukazuje na činjenicu da postoje mnoge studije koje povezuju udubljena stopala sa brojnim i različitim ozljedama donjih ekstremiteta u trkača (4).

Također, rad iz 1993.godine ukazuje na povećani broj ozljeda donjih ekstremiteta kod vojnih novaka koji su imali udubljena stopala (50).

Možemo zaključiti da anatomske abnormalnosti mogu biti rizik za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača te na njih treba misliti kod rekurentnih ozljeda. Taj faktor rizika međudjeluje sa ostalim rizičnim faktorima u nastanku ozljeda donjih ekstremiteta. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se moglo dokazati ili opovrgnuti povećani Q kut kao faktor rizika za nastanak ozljeda. Pes cavus je dokazani faktor rizika, a razlike u dužini nogu mogu biti značajne ako utječu na trkački korak.

4.7 Dob i spol

Dob i spol su intrinzični su faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. To je faktor rizika na koji trkači nemaju utjecaj niti ga je moguće mijenjati, za razliku od drugih faktora koji su ranije analizirani.

U prospektivnoj studiji iz 2002.godine koja je uključivala 844 trkača i trkačica utvrđen je povećani rizik za nastanak ozljede kod trkačica starijih od 50 godina, dok je rizik za nastanak ozljede kod trkačica starih 30 godina i mlađih bio znatno manji (51).

U 15 godišnjoj longitudinalnoj studiji koja je ispitala incidenciju ozljeda kod bivših srednjoškolskih trkača i trkačica utvrdila je da su djevojke imale znatno veću incidenciju ozljeda nego dječaci (52). Ti rezultati su vjerojatno povezani sa sindromom relativnog deficita energije u sportu koji je opisan ranije te koji je znatno češći u djevojaka te dobi nego dječaka.

U retrospektivnoj slučaj-kontrola studiji iz 2002.godine koja je uključivala više od 2000 trkača zaključila je da je dob ispod 34 godine rizični faktor za nastanak patelofemoralnog bolnog sindroma u oba spola, kao i da je rizični faktor za nastanak sindroma iliotibijalnog trakta te patelarne tendinopatije i tibijalnog stres sindroma u muških trkača (53). Ti rezultati su vjerojatno povezani sa činjenicom da su stariji trkači često oni koji trče duže vrijeme te su samim time iskusniji. Empirijski je uočeno da iskusniji trkači, (trkački koji trče duži niz godina) zadobivaju manje ozljeda od onih koji tek počinju trčati.

Nadalje, mlađi trkači češće imaju treninge sa većim intenzitetom nego stariji trkači te su u kompetitivno aktivnijim godinama (češće sudjeluju na utrkama i atletskim natjecanjima). Te činjenice potencijalno mogu raditi grešku u analizi faktora dobi i spola kao rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača.

Potreba su daljnja istraživanja koja bi isključila sve potencijalne čimbenike zabune kako bi se mogao utvrditi utjecaj dobi i spola kao faktora rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača.

4.8 Body mass index

Indeks tjelesne težine (engl. *Body mass index*) intrinzični je faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Utjecaj indeksa tjelesne težine (u daljnjem tekstu BMI) kao predisponirajućeg faktora za nastanak trkačkih ozljeda bio je predmet brojnih istraživanja te je od velikog interesa znanstvenika. Pretpostavka je da bi BMI veći od idealnog (veći od 25 kg/m²) mogao povećavati vertikalnu silu podloge na donje ekstremitete trkača te posljedično time povećavati rizik od ozljede donjih ekstremiteta.

Pregledom literature možemo vidjeti da postoje radovi koji potvrđuju tu hipotezu i smatraju preveliki BMI faktorom rizika, ali možemo vidjeti i da postoje radovi koji odbacuju hipotezu da bi veći BMI bio faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta.

Dvogodišnja prospektivna kohortna studija iz 2018.godine navodi da bi tjelesna težina veća od 80 kilograma i povećani BMI kod muških trkača mogli biti rizični čimbenik za nastanak ozljeda iako ta poveznica nije do kraja jasna (54).

Sistematski pregled literature iz 2020.godine koji je istraživao rizične faktore za nastanak ozljeda prenaprezanja kod kratkoprugaškog i dugoprugaškog trčanja uključio je 6 studija u analizu BMI-a kao rizičnog faktora za nastanak ozljeda. Dvije od izabranih studija nisu pronašle korelaciju povećanog BMI i većeg rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta, jedna studija je utvrdila da je povećani BMI rizični faktor za nastanak ozljeda, dok je jedna od izabranih studija utvrdila da je povećani BMI rizični faktor za nastanak ozljeda u trkačica. Jedna studija je utvrdila da je BMI veći od 26 kg/m² zaštitni faktor kod muških trkača, dok je jedna studija utvrdila da ne postoji korelacija povećanog BMI i većeg rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta kod muških trkača (55).

Prospektivna kohortna studija iz 2014.godine zdrave trkače početnike podijelila je u dvije kohorte. Prva kohorta su bili trkači početnici koji su imali BMI iznad 30 kg/m², dok su drugu kohortu činili trkači početnici sa BMI manjim od 30 kg/m². Također, trkači početnici su stratificirani i po broju kilometara koji su pretrčali u prvom tjednu treninga na one koji su pretrčali više od 6 kilometara na one koji su pretrčali između 3 i 6 kilometara te na one koji su pretrčali manje od 3 kilometra u prvom tjednu treninga. Nakon trotjedne opservacije primijećeno je da je najviše ozljeda bilo u skupinama

trkača početnika koji su bili pretili (BMI veći od 30 kg/m^2), a koji su trčali više od 3 kilometra u prvom tjednu treninga (56).

Slovenski znanstvenici su 2017.godine istraživali incidenciju i prevalenciju trkačkih ozljeda te rizične faktore za njihov nastanak kod sudionika Ljubljana maratona. Utvrdili su, između ostalog, da je povećani BMI kod trkača faktor rizika za nastanak trkačkih ozljeda (57).

Slijedom navedenog, potrebna su daljnja istraživanja kako bi se mogao donijeti nedvosmisleni zaključak je li povećani BMI faktor rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača. Razlog zbunjujućih i dvosmislenih istraživanja u pogledu BMI-a može biti u činjenici da BMI nije adekvatan pokazatelj kada se radi o trkačima (a i sportašima općenito), iz razloga što trkači (posebice muškarci) često imaju povećan BMI zbog velike mišićne mase, a ne velikog volumena masnog tkiva.

Čak i kada bi daljnja istraživanja potvrdila povećani BMI kao faktor rizika za nastanak ozljeda, trkače koji su pretili ili imaju prekomjernu tjelesnu težinu treba poticati da nastave trčati i prije nego što vrate BMI u normalu. Trčanje nosi velike zdravstvene dobrobiti, a i uz to jedan je od najboljih načina smanjenja prekomjerne tjelesne težine.

5. Pregled mišićno-koštanog sustava u sportaša

Iako trčanje kao sportska aktivnost donosi velike zdravstvene dobrobiti kao što su smanjenje krvnog tlaka, smanjenje rizika od nastanka dijabetesa tipa 2, pomaže u smanjenju tjelesne mase i sudjeluje u prevenciji pretilosti te općenito ima utjecaj na produljenje života(2,3), donosi i veliki rizik od nastanka ozljede. Ozljede mišićno-koštanog sustava najčešće su ozljede sportaša. Svaka šesta ozljeda koju je potrebno liječiti u skandinavskim zemljama posljedica je sportske aktivnosti. Kod djece svaka treća ozljeda povezana je sa sportskom aktivnošću. U SAD-u se 11% svih ozljeda u hitnoj pomoći pripisuje sportskim ozljedama (58).

Glavni zadatak pregleda mišićno-koštanog sustava je otkrivanje ozljeda i njihovo pravilno zbrinjavanje (59). To podrazumijeva procjenu trenutačnih ozljeda i njihovih deficita (ozljedom uzrokovana mehanička nestabilnost, poremećena mišićno-živčana koordinacija ili smanjena mišićna snaga), kao i onih uzrokovanih ranijim ozljedama. Također, cilj pregleda mišićno-koštanog sustava je i prepoznavanje ranije neprepoznatih ozljeda (59).

U istraživanju ozljeda najveći doprinos su vjerojatno dali Norvežani koji zaključuju da pregled lokomotornog sustava mora biti ciljan i individualan, jer ovisi o prethodnim ozljedama sportaša, rizičnim faktorima koje nosi određeni sport te učestalosti pojedinih ozljeda u određenom sportu (58).

Pregled sportaša započinje uzimanjem detaljne anamneze. Anamneza mora uz sve medicinski relevantne podatke sadržavati i podatke o treningu sportaša kao što su: tip treninga, frekvencija treninga, intenzitet treninga i volumen treninga. Također, anamnezom trebamo pribaviti i podatke o povijesti ozljeda, sadašnji i prijašnjih.

Nakon uzete anamneze, potreban je detaljan pregled cijelog tijela sportaša. Budući da je mišićno-koštani sustav izrazito kompleksan, ne postoji jedinstveni test koji bi bio dovoljno specifičan i osjetljiv da otkrije pojedince s rizikom za nastanak ozljede (58).

Kao pomoć u pregledu sportaša može nam poslužiti baterija testova s 12 koraka koji je osmislila grupa liječnika iz SAD-a (58).

Baterija testova za pregled mišićno-koštanog sustava

1. ocjena uspravnog držanja (licem prema naprijed)
2. opseg pokreta vratne kralježnice
3. jakost mišića koji podižu ramena (dominantno m.trapezius)
4. jakost abduktora ramena (m.deltoideus, m.supraspinatus)
5. vanjska i unutrašnja rotacija ramena u abdukciji od 90°
6. opseg pokreta lakta
7. pronacija i supinacija podlaktice
8. opseg pokreta malih zglobova šake
9. čučanj i hodaње u čučnju
10. ocjena uspravnog držanja (licem prema straga)
11. preklon prema naprijed
12. stoj/hod na prstima i petama (58)

Iako bi idealni cilj zdravstvenog pregleda trebao biti sprečavanje nastanka ozljede, to najčešće nije moguće, ali je moguće predvidjeti osobe sa povećanim rizikom za nastanak ozljede (predispozicijom) (60).

6. Ocjena sportske sposobnosti

Temeljem antropometrijskih mjerenja, anamneze, povijesti bolesti, kliničkog pregleda, funkcionalnih i laboratorijskih pregleda te vrsti sporta i bavi li se osoba rekreativno ili profesionalno, specijalist medicine rada i sporta donosi odluku u sportskoj sposobnosti pregledane osobe. U obzir se uzima je li riječ o kontaktnom sportu, nekontaktnom sportu izdržljivosti ili ostalima.

Temeljem svih navedenih podataka ocjena sportske sposobnosti može biti:

1. sposoban (bez ograničenja) za trening i natjecanje – u slučaju potpuno zdravog organizma
2. privremeno nesposoban – kada je zbog akutnih bolesti ili nejasnih zdravstvenih stanja osoba upućena na daljnje dijagnostičko-terapijske postupke bez kojih se ne može donijeti ocjena sportske sposobnosti.
3. ograničeno sposoban – što znači da je sposoban za umjereni trening, nesposoban za natjecanje ili je sposoban samo za određeni/e sport/ove, za ostale nesposoban
4. nesposoban za trening i natjecanje (62)

7. Prevencija ozljede

Područje prevencije mišićno-koštanih ozljeda intenzivno se razvija zadnjih dvadesetak godina. Važnost zaštite sportaša prepoznao je i „International Olympic Committee“ koji snažno podupire i financira razvoj ove grane medicine (58).

Nužno je upoznati sportaše, liječnike i sportske trenere s važnošću prevencije mišićno-koštanih ozljeda u smislu poboljšanja zdravlja sportaša, dugotrajnije sportske karijere, bolje sportske izvedbe te smanjenja troškova liječenja i rehabilitacije koje sa sobom povlače mišićno-koštane sportske ozljede (58).

Za planiranje mjera prevencije u sportu najčešće se koristi Haddonova matrica. Ona je prvotno razvijena za potrebe analize nesreća u prometu (58).

Tablica 1: prikaz mjera prevencije sportskih ozljeda

	prije nesreće	tijekom nesreće	nakon nesreće
Sportaš	tehnika, neuromišićna funkcija	sportska forma, trnika padanja	rehabilitacija
Okolina	podloga, pravila igre	sigurnosne mreže	dostupnost hitne službe
Oprema	sportska obuća za trčanje	ortoze	oprema za prvu pomoć

Matrica je dvodimenzionalna, a preventivne mjere u prvoj dimenziji dijele se na one prije nesreće, za vrijeme nesreće i nakon nesreće (58). Mjere koje se poduzimaju prije nesreće usmjerene su na uzroke i rizične faktore, a u cilju potpunog sprečavanja nesreće. Tijekom same nesreće, poduzimaju se mjere protiv nastanka ozljede ili smanjenja njene težine, dok mjere koje se poduzimaju nakon nesreće usmjerene su na smanjenje posljedica ozljede i brži oporavak. Preventivne mjere u drugoj dimenziji vezane su uz sportaša, opremu i sportski okoliš. (58)

8. Prva pomoć i oporavak nakon ozljede

Većina akutnih mišićno-koštanih ozljeda praćena je krvarenjem nakon ozljede. Dovoljno je već 30 sekundi od ozljede mišića do pojave krvnog podljeva (58). Od ostalih simptoma i znakova na mjestu akutne ozljede pojavljuju se i bol, oteklina te crvenilo. Stoga je osnovni smisao prve pomoći kod akutnih ozljeda smanjiti unutrašnje krvarenje i osjećaj boli. Mjere koje poduzimamo u tu svrhu sadržane su u engleskom akronimu „PRICE“ (**P**rotection, **R**est, **I**ce, **C**ompression, **E**levation) (58). U prijevodu: Zaštita, odmor, hlađenje, pritisak i podizanje.

Od velike je važnosti što prije od nastanka ozljede započeti sa PRICE terapijom. Prije pružanja prve pomoći trebalo bi isključiti prijelome ili velika iščašenja. Krvarenje i razvoj oteklina predstavlja opasnost uglavnom tijekom prvih 48-72 sata, stoga bi PRICE terapiju trebalo nastaviti tijekom 2-3 dana nakon ozljede (58).

U novije vrijeme, preporuča se i „POLICE“ (**P**rotection, **O**ptimal load, **I**ce) protokol koji bi u prijevodu značio: zaštita, optimalan trening i hlađenje. Sportski liječnici sve su skloniji, u novije vrijeme, preporučati optimalnu dozu treninga nauštrb potpunog odmora.

S obzirom da tjelesna tkiva (posebice mišići) vrlo brzo atrofiraju uslijed manjka, ili potpunog gubitka aktivnosti, važna je rana mobilizacija nakon ozljede. U početku je potrebno krenuti sa primjerenim oblicima aktivnosti koji neće pogoršati postojeću ozljedu. Zlatno pravilo rehabilitacije govori da su dozvoljene sve aktivnosti koje ne povećavaju oteklinu ili pogoršavaju krvarenje. Dopušta se minimalno pogoršanje, samo je krucijalno da se pogoršanja ne događaju iz treninga u trening (58).

Cilj rehabilitacije je postupan prijelaz na vježbe specifične za određeni sport te vraćanje normalnom rutini koja zahtijeva trening i natjecanje (58).

9. Zaključak

Trčanje je jedna od najpopularnijih sportskih aktivnosti današnjice. Jedan od razloga zašto je trčanje sve popularniji oblik sportske aktivnosti je i činjenica da nosi značajne zdravstvene dobrobiti. Brojna istraživanja pokazala su da snižava krvni tlak, pomaže u regulaciji glikemije te općenito snižava kardiovaskularni rizik, no kao i kod svake sportske aktivnosti postoji mogućnost ozljede. Faktori rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta dijele se u ekstrinzične i intrinzične. Od ekstrinzičnih faktora rizika, čimbenici značajni za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta su: trčanje u neudobnoj i istrošenoj obući za trčanje, trčanje nepravilnim trkačkim korakom, trčanje po tvrdoj podlozi, deficitarna prehrana, preveliki tjedni volumen treninga te premala ili prevelika tjedna frekvencija treninga. Od intrinzičnih faktora rizika, čimbenici značajni za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta su: razlika u dužini nogu veća od 19 milimetara, pes cavus (udubljena stopala), ženski spol te pretilost.

Čimbenici koji smanjuju rizik za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta u trkača su: udobna sportska obuća za trčanje, alternacija 2 para različite obuće za trčanje, pravilan trkački korak, veća trkačka kadenca, adekvatna prehrana, volumen treninga manji od 64 kilometra tjedno, trčanje optimalnim intenzitetom, frekvencija treninga između 2 i 5 puta tjedno, ortopedsko liječenje razlike u dužini nogu i udubljenih stopala te optimalan BMI.

Prevenција ozljeda donjih ekstremiteta u trkača unatoč brojnim znanstvenim radovima i dalje ostaje kompleksno i nedovoljno istraženo područje.

Iako trčanje kao sportska aktivnost nosi sa sobom mogućnost ozljede, zdravstveni dobrobiti od trčanja su toliko veliki i značajni da su pretežniji od potencijalne ozljede.

10. Literatura

1. Messier SP, Legault C, Schoenlank CR, Newman JJ, Martin DF, Devita P. Risk factors and mechanisms of knee injury in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(11):1873–9.
2. Lee DC, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(5):472–81.
3. Lee D chul, Brellenthin AG, Thompson PD, Sui X, Lee IM, Lavie CJ. Running as a Key Lifestyle Medicine for Longevity. *Prog Cardiovasc Dis* [Internet]. 2017;60(1):45–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2017.03.005>
4. Fields KB, Sykes JC, Walker KM, Jackson JC. Prevention of Running Injuries. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9(3):176–82.
5. Van Gent RN, Siem D, Van Middelkoop M, Van Os AG, Bierma-Zeinstra SMA, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41(8):469–80.
6. Fredericson M, Misra AK. Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. *Sport Med.* 2007;37(4–5):437–9.
7. Callahan LR. Overview of running injuries of the lower extremity. *UpToDate.* 2014;10(3):1–34.
8. Landry GL. Management of Musculoskeletal Injury [Internet]. Twenty-Fir. Nelson Textbook of Pediatrics. Elsevier Inc.; 2011. 2406-2418.e1 p. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-52950-1.00707-0>
9. Ferber R, Hreljac A, Kendall KD. Suspected mechanisms in the cause of overuse running injuries: A clinical review. *Sports Health.* 2009;1(3):242–6.
10. Pećina M. Sportska medicina. 2019.
11. Vlahek P, Havaš L. Abeceda trčanja. 2016.
12. Nigg BM, Baltich J, Hoerzer S, Enders H. Running shoes and running injuries : mythbusting and a proposal for two new paradigms : ‘ preferred movement path ’ and ‘ comfort fi lter .’ 2015;1–6.

13. Mawusi EPS. Shoes and Shoe Modifications. In: Webster MD JB, Murphy MD DP, editors. 2019. p. 229-232.e1. Available from:
<https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323483230000202>
14. Knapik JJ, Brosch LC, Venuto M, Swedler DJ, Bullock SH, Gaines LS, et al. Effect on Injuries of Assigning Shoes Based on Foot Shape in Air Force Basic Training. AMEPRE [Internet]. 2010;38(1):S197–211. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2009.10.013>
15. Richards CE, Magin PJ, Callister R. Is your prescription of distance running shoes evidence-based?
16. Taylor P, Luo G, Stergiou P, Worobets J, Nigg B, Stefanyshyn D. Improved footwear comfort reduces oxygen consumption during running. 2009;(August 2013):37–41.
17. Mu A. Relationship between footwear comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. 1939;(19):1939–45.
18. Stephen D, Brunet ME. Shock absorption characteristics of shoes * AND.
19. Malisoux L, Ramesh J, Mann R, Seil R, Urhausen A, Theisen D. Can parallel use of different running shoes decrease running-related injury risk ? 2015;110–5.
20. Gallo RA, Plakke M, Silvis ML. Sports Health : A Multidisciplinary Approach. 2012;
21. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and Analysis of Running Gait. 2005;16:603–21.
22. Heiderscheit BC, Chumanov ES, Michalski MP, Wille CM, Ryan MB. Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(2):296–302.
23. Hobara H, Sato T, Sakaguchi M, Sato T, Nakazawa K. Step frequency and lower extremity loading during running. Int J Sports Med. 2012;33(4):310–3.
24. Ferris DP, Liang K, Farley CT. Runners adjust leg stiffness for their first step on a new running surface. J Biomech. 1999;32(8):787–94.
25. Boey H, Aeles J, Schütte K, Vanwanseele B. The effect of three surface

- conditions, speed and running experience on vertical acceleration of the tibia during running*. *Sport Biomech.* 2017;16(2):166–76.
26. Milgrom C, Finestone A, Segev S, Olin C, Arndt T, Ekenman I. Are overground or treadmill runners more likely to sustain tibial stress fracture? *Br J Sports Med.* 2003;37(2):160–3.
 27. Besselink PT, DPT, Dip MDT A, Clark PT, MSPT, DPT B. Running Injuries : Etiology and Recovery-Based Treatment. In: Giangarra MD CE, Manske PT, DPT, MEd, SCS, ATC, CSCS RC, editors. 2018. p. 577-587.e1. Available from: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/3-s2.0-B9780323393706000822>
 28. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC g., Voorn WJ, De Jongh HR. Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises. *Am J Sports Med.* 1993;21(5):711–9.
 29. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: Systematic review. *Br Med J.* 2002;325(7362):468–70.
 30. Safran MR, Garrett WE, Seaber A V, Glisson RR, Ribbeck BM. The American Journal of Sports Medicine The role of warmup in muscular prevention *. *Am J Sports Med.* 1988;16(2):123–9.
 31. Surla L. Sindrom relativnog deficita energije u sportu. 2019.
 32. Gerlach KE, Burton HW, Dorn JM, Leddy JJ, Horvath PJ. Fat intake and injury in female runners. *J Int Soc Sports Nutr.* 2008;5:1–8.
 33. Chen YT, Tenforde AS, Fredericson M. Update on stress fractures in female athletes: Epidemiology, treatment, and prevention. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013;6(2):173–81.
 34. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* 2009;109(3):509–27.
 35. Wen DY, Puffer JC, Schmalzried TP. Injuries in Runners. *Clin J Sport Med.* 1998;8(3):187–94.

36. Caplan N, Kader DF. Injuries to runners. *Class Pap Orthop*. 2014;(1):205–7.
37. Hreljac A. Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: A biomechanical perspective. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005;16(3):651–67.
38. Walter SD, Hart LE, McIntosh JM, Sutton JR. The Ontario cohort study of running-related injuries. *Arch Intern Med*. 1989 Nov;149(11):2561–4.
39. Macera CA, Pate RR, Powell KE, Jackson KL, Kendrick JS, Craven TE. Predicting lower-extremity injuries among habitual runners. *Arch Intern Med*. 1989 Nov;149(11):2565–8.
40. Eichner ER. The epidemiology of running injuries. *Tech Orthop*. 1990;5(3):1–7.
41. Jacobs SJ, Berson BL. Injuries to runners: A study of entrants to a 10,000 meter race. *Am J Sports Med*. 1986;14(2):151–5.
42. Jakobsen BW, Króner K, Schmidt SA, Kjeldsen A. Prevention of injuries in long-distance runners. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 1994;2(4):245–9.
43. Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T, Messier SP. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Nov;32(11):1825–32.
44. Vrhovski D. Sindrom pretreniranosti u trkača. 2016.
45. Park S-K, Stefanyshyn DJ. Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2011 May;26(4):392–6.
46. Mikolić L. Liječenje nejednakosti dužine ekstremiteta. 2015.
47. Korpelainen R, Orava S, Karpakka J, Siira P, Hulkko A. Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. *Am J Sports Med*. 2001;29(3):304–10.
48. Gurney B. Leg length discrepancy. *Gait Posture*. 2002;15(2):195–206.
49. Subotnick SI. Limb length discrepancies of the lower extremity (the short leg syndrome). *J Orthop Sports Phys Ther*. 1981;3(1):11–6.
50. Cowan DN, Jones BH, Robinson JR. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med*. 1993 Jul;2(7):773–7.

51. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A prospective study of running injuries: The Vancouver Sun Run "In Training" clinics. *Br J Sports Med*. 2003;37(3):239–44.
52. Rauh MJ, Margherita AJ, Rice SG, Koepsell TD, Rivara FP. High school cross country running injuries: a longitudinal study. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 2000 Apr;10(2):110–6.
53. Tau. D 4173. *Sport Med*. 2002;95–102.
54. Messier SP, Martin DF, Mihalko SL, Ip E, DeVita P, Cannon DW, et al. A 2-Year Prospective Cohort Study of Overuse Running Injuries: The Runners and Injury Longitudinal Study (TRAILS). *Am J Sports Med*. 2018;46(9):2211–21.
55. Scholten-peeters GGM. Risk factors for overuse injuries in short- and long-distance running: A systematic review. *J Sport Heal Sci* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
56. Nielsen RO, Bertelsen ML, Parner ET, Sørensen H, Lind M, Rasmussen S. Running more than three kilometers during the first week of a running regimen may be associated with increased risk of injury in obese novice runners. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;9(3):338–45. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24944852><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4060311>
57. Vitez L, Zupet P, Zadnik V, Drobnič M. Running injuries in the participants of Ljubljana Marathon. *Zdr Varst*. 2017;56(4):196–202.
58. Mišićno-koštane ozljede – Hrvatsko društvo za sportsku medicinu [Internet]. Available from: <https://www.sportskamedicina.hr/sportska-medicina/misicno-kostane-ozljede/>
59. Reeser JC, Bahr R. *Handbook of Sports Medicine and Science: Volleyball*. *Handbook of Sports Medicine and Science: Volleyball*. 2008. 1–230 p.
60. Miller DJ, Blum AB, Levine WN, Ahmad CS, Popkin CA. Preparticipation evaluation of the young athlete: What an orthopaedic surgeon needs to know. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):1605–15.
61. Dvorak J, Grimm K, Schmied C, Junge A. Development and implementation of a standardized precompetition medical assessment of international elite

football players--2006 FIFA World Cup Germany. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. 2009 Jul;19(4):316–21.

62. Pećina M. Sportska medicina. 2003.

11. Zahvale

Veliko hvala mojoj mentorici doc.dr.sc. Hani Brborović na velikoj pomoći, idejama i sugestijama bez kojih ne bi bilo moguće napisati ovaj diplomski rad. Također, želio bih se zahvaliti prof.dr.sc Milanu Miloševiću koji je pomogao sa stručnim idejama i kvalitetnim savjetima.

Želio bih se zahvaliti svojim kolegama i prijateljima na velikoj podršci uz koju je sve bilo puno lakše.

Na kraju zahvale idu i mojoj obitelji: Janku, Višnji, Ladislavu, Miri, Dubravki, Gabrielu, Nevenki i Dragutinu koji su vjerovali u mene te bili podrška za vrijeme pisanja ovog rada.

12. Životopis

Rođen sam 21. listopada 1994. godine u Varaždinu. Pohađao sam VI. osnovnu školu u Varaždinu, nakon čega sam završio Prvu gimnaziju Varaždin u dvojezičnom („IB“) programu. Medicinski fakultet u Zagrebu upisao sam akademske godine 2014./2015. Tri sam akademske godine kao demonstrator sudjelovao u radu Katedre za patofiziologiju te sam prisustvovao većem broju stručnih radionica i predavanja.

Tijekom cijelog obrazovanja aktivno se bavim šahom i dugoprugaškim trčanjem, od čega izdvajam da sam tri puta bio viceprvak Hrvatske u kadetskom i juniorskom šahu te sam istrčao više polumaratonskih i maratonskih utrka. Trčanje i medicinu povezujem kroz pisanje znanstvenih i stručnih radova o prevenciji i liječenju sportskih ozljeda, a na istoj poveznici nastao je i ovaj diplomski rad.