SINDROMI PRENAPREZANJA: TRKAČKA POTKOLJENICA

Dragić, Lukrecija

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:344133

Rights / Prava: Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
(studij za stjecanje akademskog naziva:
magistar kineziologije)

Lukrecija Dragić

SINDROMI PRENAPREZANJA: TRKAČKA POTKOLJENICA

diplomski rad

Mentor:
prof. dr. sc. Saša Janković

Zagreb, lipanj 2020.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Prof.dr.sc. Saša Janković

Student:

Lukrecija Dragić

SINDROMI PRENAPREZANJA: TRKAČKA POTKOLJENICA

Sažetak

Trčanje je u današnje vrijeme najrasprostranjeniji i najpopularniji oblik tjelesne aktivnosti. Ljudi širom svijeta uživaju u ovoj aktivnosti jer je lako provediva i ima puno zdravstvenih benefita. Povoljno utječe na kardiovaskularni i imunološki sustav, u prevenciji dijabetesa, osteoporoze i sl., te također kao i druge tjelesne aktivnosti uneprjeđuje cjelokupno zdravlje pojedinca, kako fizički tako i psihički. Trčanje spada u monostrukturalne cikličke aktivnosti i naizgled je jako lagano, ali baš zbog kontinuiranog ponavjanja istih pokreta, tj. ponavljane udarne sile, dolazi do ozljeda potkoljenice. Ozljede prenaprezanja u području potkoljenice uključuju sindrom m. tibialis posteriora, kronični sindrom prednjega fascijalnog prostora, periostitis tibije te prijelom zamora. Trkačka potkoljenica najčešće se javlja kod atletičara koji trče na duge pruge, vojnika, baletana i kod rekreativnih trkača. Pojava boli u srednjem dijelu potkoljenice karakteristična je za prijelom zamora tibije, a duž antero-lateralne strane potkoljenice znak je za kronični sindrom fascijalnog prostora. Bol na medijalnoj strani donjeg odjeljka potkoljenice govori o sindromu m. tibijalis posteriora, a zadebljanje pokosnice ukazuje na periostitis tibije. U prevenciji trkačke potkoljenice, važno je da se ne rade greške u metodici treninga, nedovoljnoj fleksibilnosti i disfunkciji mišića, u odabiru sportske obuće, u podlozi za trčanje, te biomehanici trčanja. Kada se dijagnosticira ozljeda potrebno je fizičku aktivnost smanjiti ili potpuno ukinuti. Također uz to treba provoditi i protuupalne terapije, kao što su limfne drenaže, stavljanje ledenih obloga, te elastičnih zavoja. Zatim slijedi fizioterapijsko liječenje koje uključuje elektroterapije, ultrazvuk, laser i magnetoterapije. U ovom periodu se započinje i sa kinezioterapijskim tretmanima, tj. vježbanjem. Vježbanjem se istežu mišići potkoljenice, te provode određene vježbice kako bi ih ojačali.

Ključne riječi: trčanje, trkačka potkoljenica, dijagnoza, rehabilitacija

OVERUSE INJURY: SHIN SPLINTS

Abstract

In today's time runnig is one of the most the most widespread and most popular form of physical activity. People around the world enjoy this activity because it is easy to implement and has many health benefits. It has a beneficial effect on the cardiovascular and immune system, in the prevention of diabetes, osteoporosis, etc., and also, like other physical activities, improves the overall health of the individual, both physically and mentally. Running is a monostructural cyclic activity and is seemingly very easy, but precisely because of the continuous repetition of the same movements, repeated impact force, occure lower leg injuries. Overexertion injuries in the lower leg area include m. Tibialis posteriora syndrome, chronic anterior fascial space syndrome, tibial periostitis, and fatigue fracture. Running shin most commonly occurs in long-distance athletes, soldiers, ballet dancers, and recreational runners. The appearance of pain in the middle part of the lower leg is characteristic of a tibial fatigue fracture, and along the antero-lateral side of the lower leg it is a sign of chronic fascial space syndrome. Pain on the medial side of the lower part of the lower leg indicates m. tibialis posteriora syndrome, and thickening of the tibia indicates tibial periostitis. Regardless of the cause, in the prevention of running shin, it is important not to make mistakes in training methodology, muscle dysfunction and insufficient flexibility, in sports shoes, running mats, and running biomechanics. Immediately after the diagnosis, it is necessary to reduce physical activity or completely eliminate it. In addition to this protective measure, anti-inflammatory therapies should be administered, from ice packs, elastic bandages, lymphatic drainage, to analgesics and anti-inflammatory drugs (if necessary). This is followed by physiotherapy treatment, from electrotherapy, ultrasound, laser, to magnetotherapy. At this stage, kinesiotherapy treatment begins, exercise. Exercise streches the muscle of the lower leg, and performs certain exercises to strenghten them.

Keywords: running, running injuries, dijagnosis, rehabilitation

SADRŽAJ

1. UVOD 5
2. ANATOMIJA POTKOLJENICE.....8
2.1. KOSTI POTKOLJENICE.....8
2.1.1. *GOLJENIČNA KOST*.....8
2.1.2. *LISNA KOST*.....9
2.2. MIŠIĆI POTKOLJENICE.....10
2.2.1. *PREDNJA SKUPINA GOLIJENSKIH MIŠIĆA*.....10
2.2.2. *LATERALNA SKUPINA GOLIJENSKIH MIŠIĆA*.....12
2.2.3. *STRAŽNJA SKUPINA GOLIJENSKIH MIŠIĆA*.....14
3. BIOMEHANIČKA ANALIZA TRČANJA 19
4. EPIDEMIOLOGIJA 21
5. DIJAGNOSTIKA 22
5.1. PRIJELOM ZAMORA TIBIJE.....22
5.2. KRONIČNI SINDROM FASCIJALNOG PROSTORA.....25
5.3. PERIOSTITIS TIBIJE.....26
5.4. SINDROM M. TIBIALIS POSTERIORA.....28
6. PREVENCIJA I REHABILITACIJA 29
6.1. PRIJELOM ZAMORA TIBIJE.....30
6.2. KRONIČNI SINDROM FASCIJALNOG PROSTORA.....30
6.3. PERIOSTITIS TIBIJE.....31
6.4. SINDROM M. TIBIALIS POSTERIORA.....32
7. PLAN I PROGRAM VJEŽBANJA 34
8. ZAKLJUČAK 41
9. LITERATURA.....42

1. UVOD

Trčanje spada u jednu od najpopularniji tjelesnih aktivnosti u kojoj uživaju ljudi širom svijeta, te je broj aktivnih trkača znatno porastao u proteklim desetljećima (Van Middelkoop i sur., 2008). Ljudi koji traže zdraviji način života kroz kontrolu tjelesne mase i poboljšanja kondicijskih sposobnosti često biraju trčanje kao vrstu aktivnosti, iz razloga što iziskuje niske troškove i može se lako provesti u bilo kakvom okruženju, za provedbu nisu potrebna pomagala i monostrukturalnog cikličkog je karaktera (Tauton i sur., 2002).

Ponavljanje istih pokreta, tj. iste udarne sile za vrijeme trčanja često izazivaju bol u potkoljenici. Takva bol ponekad nastaje zbog specifične ozljede (npr. stresnog prijeloma zamora tibije, kronični sindrom fascijalnog prostora, periostitisa tibije, pretjerane pronacije stopala), ali točan se uzrok često ne može utvrditi, te se svi zajedno opisuju izrazom "trkačka potkoljenica". Osim navednog, trčanje ima mnogo drugih korisnih zdravstvenih učinaka kao što su prevencija i smanjenje čimbenika rizika za kardiovaskularne bolesti, dijabetes, metabolički sindrom, osteoporozu i sl. (Williams, 1997). Unatoč svim navedenim zdravstvenim učincima, pojavnost ozljeda kod trkača je česta, a učestalost se kreće između 18,2 i 92,4 % (Satterthwaite, 1999; Van Gent i sur., 2007) ili po nekim drugim istraživanjima 6,8 – 59 ozljeda na 1000 sati izlaganja trčanju (Buist i sur., 2010; Lun i sur., 2004; Rauh i sur., 2006). Ovako velika varijacija stope učestalosti ozljeda pri trčanju može se objasniti razlikom u morfološkim karakteristikama trkača kao i definiranjem mišićno-koštane ozljede povezane s trčanjem koje se razlikuju između studija (Van Gent i sur., 2007). Provedene su brojne studije kako bi se utvrdilo koje su to najčešće ozljede kod trkača (Taunton i sur., 2002; Van Middelkoop i sur., 2008; Buist i sur., 2010). Međutim, zbog velike heterogenosti u provedbi studija (različito definiranje ozljede između zdravstvenih djelatnika, razine sposobnosti trkača, klasifikacija ozljeda i dijagnoze) literatura ne daje jasan smjer na najčešće prevladavajuće ozljede. Trkačka potkoljenica pojavljuje se na kosti golijeni, gdje dolazi do upale. Upala nastaje zbog velikog naprezanja u dijelu gdje se mišić veže za kost. Poznato je nekoliko pojavnih oblika ovih upalnih procesa: akutna, subakutna i kronična upala. Kod akutnog stanja bol je toliko intenzivna da otežava i normalno hodanje. Subakutno stanje dolazi kada su bolovi blagi, a mogu se povećati tjelesnom aktivnosti i treningom. Ignoriranjem bolova i lošim odabirom liječenja, od subakutne upale može doći do kronične upale, koja zahtjeva dugo i teško liječenje. Oporavak traje tri do četiri tjedna, a u težim slučajevima može potrajati i više od godinu dana, ovisno o tipu ozljede i njenom nivou.

Postoji i tranzitorna bolna potkoljenica, gdje također prevladavaju svi upalni simptomi, ali dolazi do spontanog povlačenja nakon kratkog mirovanja i poslije se tijekom treninga više ne pojavljuju. Iz tog razloga sportaši se kasno javljaju na dijagnozu ozljede i liječenje. Ozljeđeni, dok čekaju spontano cijeljenje ozljede, i dalje se izlažu naporima, tj. treninzima s nešto manjim intenzitetom, te time razvijaju upalno stanje i povećavaju oštećenje mekih tkiva.

Američka medicinska udruga definirala je trkačku potkoljenicu kao nelagoudu i bol u nozi od ponavljane aktivnosti na tvrdoj podlozi ili zbog snažne i prekomjerne upotrebe pregibača potkoljenica (Thacker i sur., 2002). Dijagnozu bi trebalo ograničiti na mišićno-koštani sustav isključujući stres frakture ili poremećaje u krvotoku potkoljenice. Općenita definicija je poprilično zbunjujuća, te se odnosi na bol u donjim ekstremitetima od prekomjernog naprezanja ili trčanja po tvrdoj podlozi, no razlozi boli u potkoljenici mogu biti različiti što može dovesti do krive dijagnoze. Potrebno je dobro razlučiti i razlikovati moguće stres frakture, traumatske ishemije, kontuzije i tumore kako ne bi došlo do pogreške i krive terapije za koju nisu kvalificirani kinezioterapeuti. Međutim, više od polovice trkača, plesača i vojnika doživjet će barem jednom tijekom svog života period boli u potkoljenici prilikom obavljanja tjelesnih ili radnih aktivnosti (Ruohola i sur., 2006; Gudas, 1980). Trkačka potkoljenica ili sindrom medijalnog tibijalnog stresa jedan je od najčešćih uzorka boli u potkoljenici uzrokovan vježbanjem, ali ne i jedini (Moen i sur., 2009). Lokalizacija boli nalazi se duž donje dvije trećine medijalnog dijela tibije, te je stanje koje kliničari kategoriziraju u skupinu sa drugim sindromima prenaprezanja donjih ekstremiteta uzrokovanih vježbanjem (Newman i sur., 2013; Raissi, 2009). Trčanje ili povećano opterećenje donjih ekstremiteta stvara stres unutar tibije, stvarajući bol i nelagodu koja obično ograničava kretanje i tjelesnu aktivnost. Autori sistematskog preglednog članka koji uključuj tri prospektivne studije prijavljuju stopu incidencije u rasponu od 13,6 do 20 % kod trkača. Kod aktivnih individualaca koji su prijavili bol uzrokovanu trčanjem, polovica ozljeda pripadala je trkačkoj potkoljenici (Raissi, 2009). Kod vojnika pojavnost ove ozljede bila je u rasponu od 7,2 do 35 % (Hamstra-Wright i sur., 2015; Yates i White, 2004). Razlog tome navodi se priroda obuke vojnika kao i povećani volumen tjelesnog opterećenja na donje ekstremitete koji je znatno povećan u odnosu na uobičajeno opterećenje, kao rezultat prilagodbe na trenažni proces (Sobhani i sur., 2015). Ozljede donjih ekstremiteta kod vojnika mogu imati negativan utjecaj na morbiditet, vrijeme provedno u obuci kao i financijskih i drugih razloga. Patologija ozljede trkačke potkoljenice navodi više uzroka, jedan je upala ovojnice tibije, dok novija istraživanja prijavljuju da je uzrok ipak preopterećenje kosti, što je vidljivo kod sportaša koji su osjetili bol u potkoljenicu.

U istoj studiji, kod sportaša je pronađeno da je došlo do smanjenja mineralne gustoće kosti tibije na strani boli, te je bol nestala kada su se vrijednosti minerala vratile u normalni interval (Johnell i sur., 1982).

U prevenciji i rehabilitaciji trkačkih ozljeda, identifikacija vrste ozljede je izuzetno bitna, jer su stopalo i potkoljenica izuzetno kompliciran biomehanički sustavi i kao takvi ne trpe generaliziranja. Također je identifikacija vrste ozljede važna kako bi mogli usmjeriti trenere, fizioterapeute, doktore i istraživače u razvoju specifičnih intervencijskih strategija za smanjenjem pojavnosti i učestalosti takvih ozljeda. Upravo to i predstavlja cilj ovog rada koji će se baviti s četiri najčešća uzroka trkačke potkoljenice, a to su: 1) prijelom zamora tibije; 2) kronični sindrom fascijalnog prostora (chronic exertional compartment syndrome); 3) periostitis tibije; 4) sindrom m. tibialis posteriora. Stoga je cilj ovog diplomskog rada na temelju dostupne literature i praktičnog iskustva rada u školi trčanja istražiti epidemiologiju, kao i mehanizam nastanka ovih ozljeda. Objasniti anatomske strukture, načine dijagnosticiranja, te omogućiti trenerima, učiteljima i studentima plan i program vježbi za prevenciju i rehabilitaciju ovih sindroma prenaprezanja u ranoj fazi razvoja.

2. ANATOMIJA POTKOLJENICE

Potkoljenicu tvore 2 kosti, lisna i goljenična kosti, i mišići, koji zajedno s mišićima stopala povezuju kosti stopala i potkoljenice. Mišići se mogu podijeliti u 3 skupine: prednju skupinu, lateralnu skupinu i stražnju skupinu, koja se dalje dijeli na površinski i dubinski sloj.

2.1. KOSTI POTKOLJENICE

Kostur potkoljenice tvore dvije kosti, a to su goljenična i lisna kost. Obje kosti su na krajevima zadebljane i između sebe omeđuju međukoštani prostor (spatium interosseum cruris) Obje su kosti gotovo jednako duge, ali je lisna kost smještena malo niže, pa ne seže do gornjeg ruba goljenične kosti (Keros & Pećina, 2006).



Slika 1. Anatomija potkoljenice

2.1.1. GOLJENIČNA KOST

Goljenična kost ili *tibia,* je okomita, krupna i duga kost. Na tibiji razlikujmo tijelo i dva zadebljana kraja (Keros & Pećina, 2006).

Gornji proksimalni kraj goljenične kosti krupniji je nego distalni i tvore ga dva zaglavka: medijalni i lateralni. Oba kondila imaju na gornjoj strani zglobne površine (facies articulares superiores), za kondile bedrene kosti. Medijalna je zglobna površina veća, bubrežasta i blago udubljena, dok je lateralna zglobna površina trokutasta, ravna i u stražnjem dijelu blago

ispupčena. Između zglobnih površina nalazi se međuzglavačna uzvisina, eminentia intercondylaris, Na prostoru između lateralne i medijalne zglobne površine nalaze se četiri glačice (fasete) na koje se vežu krajevi meniska. Medijalni se menisk veže na dvije široko razmaknute fasete; prednja je smještena uz medijalnu zglobnu površinu i prednji rub kondila, a stražnja uz medijalnu zglobnu površinu i medijalnu interkondilarnu kvržicu. Fasete za lateralni menisk nalaze se vrlo blizu: prednja je ispred lateralne interkondilarne kvržice, a stražnja iza kvržice, što omogućuje veću pomičnost lateralnog meniska. Između prednjih faseta za menisk nalazi se faseta za prednju ukrižanu svezu, a straga se uz rub gornje plohe golijenske kosti nalazi faseta za stražnju ukrižani svezu. Na donjoj strani lateralnog kondila mala jajolika površina se veže za zglob s gornjim krajem lisne kosti (Keros & Pećina, 2006).

Tijelo tibije, *corpus tibiae,* je trokutasto, te ima tri ruba i tri površine. Medijalna površina, *facies medialis*, prekrivena je kožom i potkožnim tkivom pa je lako možemo napipati. Lateralna površina, *facies lateralis*, i stražnja površina, *facies posterior*, dobro su zaštićene mišićima. Na gornjem dijelu stražnje površine nalazi se kosa hrapava koštana pruga, *linea m. solei*, ispod koje se nalazi nutricijski otvor.
Prednji rub, *margo anterior*, je oštar i savijen poput slova S, a nalazi se sprijeda pod kožom. Gornji dio prednjeg ruba proširuje se u izrazitu hrapavost, *tuberositas tibiae*. Medijalni rub, *margo medialis*, je debel, tup i izražen, a na oštar se lateralni rub, *margo interosseus*, vežu međukoštena opna (Keros & Pećina, 2006).

Donji kraj goljenične kosti je oblika četverostrane piramide. Na donjoj strani izdubljena je četverokutna zglobna površina za gležanjsku kost, facies articularis inferior. Na medijalnoj strani nalazi se krupan medijalni gležanj, malleolus medialis, usmjeren prema dolje i poprečno spljošten. Lateralna strana gležnja je gltka i trokutasta zglobna površina, facies articularis malleoli medialis. Na stražnjoj se strani gležnja nalazi brazda, sulcus malleolaris, a lateralno od nje često postoji i druga brazda. Na lateralnoj strani donjeg kraja golijenske kosti nalazi se urez, incisura fibularis, u koji se prislanja lisna kost (Keros & Pećina, 2006).

2.1.2. LISNA KOST

Lisna kost, ili *fibula* je tanka kost. Služi za vezanje mišića, ali s međukoštanom opnom sudjeluje u prijenosu opterećenja golijeni. Na lisnoj kosti razlikujemo tijelo i gornji donji zadebljani kraj (Keros & Pećina, 2006). Gornji kraj lisne kosti tvori glava, *caput fabulae*, sa

zglobnom površinom, *facies articularis capitis fibulae*, za golijensku kost. Lateralna je strana glave lisne kosti hrapava, a iza i lateralno od zglobne površine nalazi se vršak, *apex capitis fibulae*. Tijelo fibule, *corpus fibulae*, tanko je i ima tri oštra ruba i tri površine. Rubovi su: *margo anterior* (prednji), *margo posterior* (stražnji) i *margo interosseus* (medijalni). Površine su: *facies laterallis* (lateralna), *facies medialis* (medijalna) i *facies posterior* (stražnja). Stražnja je površina oštrim grebenom, crista medialis, podijeljena na medijalni i lateralni dio (Keros & Pećina, 2006). Donji kraj lisne kosti oblikuje lateralni gležanj, *malleolus lateralis*, koji je sploštен u poprečnome smjeru. Na medijalnoj se strani gležnja nalazi trokutasta zglobna površina, *facies articularis malleoli lateralis*, za lateralnu zglobnu površinu gležanjske kosti. Iza zglobne površine nalazi se jamica, *fossa malleoli lateralis*, a na stražnjoj strani gležnja je brazda za mišićne tetive, *sulcus malleolaris*, iznad jamice i zglobne površine na medijalnoj strani gležnja nalazi se hrapava ispupčena površina koja se priključuje u fibularni urez golijenske kosti (Keros & Pećina, 2006).

SPOJEVI GOLIJENSKIH KOSTIJU

Goljenična i lisna kost samo su na gornjem kraju povezane pravim zglobom (articulatio tibiofibularis), njihovi su donji krajevi povezani vezivnim spojem (syndesmosis tibiofibularis). Istodobno vezivna međukoštana opna (mebrana interossea cruris) spajaju goljeničnu i lisnu kost (Keros & Pećina, 2006).

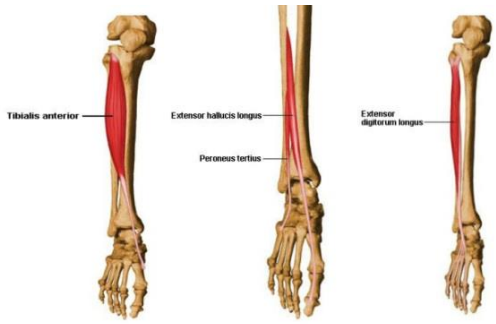
2.2. MIŠIĆI POTKOLJENICE

Mišići potkoljenice (golijenski mišići) zajedno s mišićima stopala povezuju kosti potkoljenice s kostima stopala i tvore mišićni sustav donjih udova. Aktivacija tih mišića pokreće stopalo, osigurava njegovu funkcionalnost , te održava lukove (Keros & Pećina, 2006). Mišići potkoljenice se dijele na prednju, srednju i lateralnu skupinu, koje su smještene u posebne koštano-fibrozne odjeljke omeđene međumišićnim pregradama, kostima golijeni, međukoštanom opnom, a sve ih obavija golijenska fascija (Keros & Pećina, 2006).

2.2.1. PREDNJA SKUPINA GOLIJENSKIH MIŠIĆA

Prednja skupina mišića potkoljenice nalazi se u prednjem koštanofibroznom odjeljku koji straga omeđuju međukoštana opna, s medijalne strane goljenična kost, s lateralne strane lisna

kost i prednja međumišićna pregrada, a sprijeda je pokrivena golijenskom fascijom. U prednju skupinu mišića spadaju: *m.tibialis anterior, m. extensor digitorum longus, m. peroneus tertius, m. extensor hallucis longus* (Keros & Pećina, 2006).



Slika 2. Prednja skupina golijenskih mišića

Prednji goljenični mišić ili m. tibialis anterior, ima oblik prizme i smješten je uz lateralnu stranu i prednji rub tibije. Polazište mu je s lateralnog kondila tibije, lateralnog dijela tuberositas tibije i s gornje lateralne površine tibije, te s medijalne polovice gornjeg dijela međukoštane opne (Keros & Pećina, 2006). Mišićna vlakna prelaze u dugu i snažnu završnu tetivu. Tetiva se veže za unutarnju stranu stopala na medijalnu klinastu kost i na bazu prve metatarzalne kosti (Keros & Pećina, 2006). Mišić je snažan pregibač stopala prema golijeni, a privlači ga prema središnjoj ravnini, tj. radi dorzalnu fleksiju i adukciju stopala. Mišić također služi za rotaciju stopala prema unutra, te pri podizanju medijalnog ruba stopala. Kada je stopalo čvrsto, mišić povlači tibiju prema naprijed i medijalno. Slabost i kljenut mišića uzrokuju položaj stopala u plantarnoj ekstenziji i rotaciji prema van, pes equinovalgus, a pri hodu se stopalo zapleće o svoj vrh (Keros & Pećina, 2006).

Dugi mišić ispružač prstiju ili *m. extensor digitorum longus*, je smješten u vanjskom dijelu prednjeg mišićnog odjeljka (lože). Polazište mu je s lateralnog kondila tibije, gornje strane fibule, lateralne polovice interosealne opne i s intermuskularne pregrade (Keros & Pećina, 2006). Tetiva se sastoji od još četiri tetive kojima je završetak u prstima. Mišić izvodi ekstenziju proksimalnih članaka od drugog do petog prsta, a mišići koji se nalaze na tetivnim proširenjima izvode ekstenziju u srednjim i distalnim člancima prstiju stopala. Mišić je iznimno važan tijekom izvođenja dorzalne fleksije stopala, abdukcije, kružnog gibanja stopala u smjeru prema van i podizanju lateralnog ruba stopala. Pri slabosti mišića stopalo je rotirano

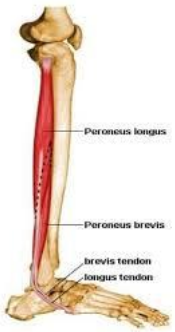
prema van, uz plantarnu ekstenziju s adukcijom, *pes equinovarus,* a bolesnik se u hodu oslanja na vrh i lateralni rub stopala (Keros & Pećina, 2006) .

Treći lisni mišić, *m. fibularis (peroneus) teritus,* je izduljen i tanak mišić koji se nalazi u donjem i lateralnom dijelu prednjeg mišićnog odjeljka. Polazište mu je s donje medijalne strane fibule i s donjeg dijela interosealne opne. Mišićna vlakna prelaze u tetivu kojoj je, zajedno s tetivom *m. extensor digitorum longusa*, hvatište na gornjoj strani baze pete metatarzalne kosti. Pojedini anatomi ga smatraju dijelom tog mišića. Mišić izvodi dorzalnu fleksiju, abdukciju i rotaciju stopala prema van, te potpomaže pri djelovanju *m. extensor digitorum longusa* (Keros & Pećina, 2006).

Dugi mišić ispružač palca, *m. extensor hallucis longus*, je dug i tanak mišić u prednjem mišićnom odjeljku, između m. tibialis anteriora i m. extensor digitorum longusa. Polzište mu je na srednjoj i medijalnoj strani fibule i interoselne opne. Mišićna vlakna prelaze u dugu i čvrstu završnu tetivu, kojoj je hvatište na proksimalnom dijelu članka i na bazi distalnog članka palca. Mišić izvodi ekstenziju palca prema stopalu, dorzalno flektira stopalo, aduktor je, te sudjeluje u vanjskoj rotaciji stopala (Keros & Pećina, 2006).

2.2.2. LATERALNA SKUPINA GOLIJENSKIH MIŠIĆA

Lateralna skupina golijenskih mišića smještena je u lateralno koštano-fibroznom odjeljku. Lateralnu stranu odjeljka omeđuje golijenska fascija te prednja i stražnja intermuskularna pregrada golijeni (*septa intermuscularia cruris anterius et posterius*). Lateralnu skupinu tvore *m. fibularis longus* i *m. fibularis brevis* (Keros & Pećina, 2006).



Slika 3. Lateralna skupina mišića potkoljenice

Dugi lisni mišić ili *m. fibularis (peroneus) longus* zauzima površinski dio lateralnog mišićnog odjeljka. Polazište mišića je s prednjeg i lateralnog dijela glave i s gornje lateralne strane fibule, lateralnog kondila tibije, intermuskularnih pregrada i s kruralne fascije (Keros & Pećina, 2006). Između mišićnih vlakana koja počinju s glave fibule i lateralnog kondila tibije, te mišićnih vlakana koji počinju s lateralne strane fibule, prazan je prostor sukladan vratu fibule. Tako nastaje koštano-mišićni kanal (*canalis fibrularis*) kojim iz stražnje strane bedra prolazi *n. fibularis communis*, te se u kanalu može biti pritisnut uz pojavu senzibilnih i motornih ispada u inervacijskom području živca, pa govorimo o sindromu fibularnog kanala. Mišićna vlakna se spuštaju i prelaze u dugu i oblu završnu tetivu. Tetiva nastavlja tijek donjom stranom stopala i hvatište joj je na lateralnoj strani baze prve metatarzalne kosti, a dijelom i na medijalnoj klinastoj kost, te na bazi druge metatarzalne kosti (Keros & Pećina, 2006).

Dugi lisni mišić izvodi eksteniju, abdukciju i vanjsku rotaciju stopala prema, te je antagonist *m. tibialis anterior* (Keros & Pećina, 2006). Mišić obavlja i plantarnu ekstenziju (podizanje na prste) prednjeg dijela stopala pa je pomoćnik *m. tricepsu sure*, koji ekstendira stražnji dio stopala. Izvodeći abdukciju i pronaciju stopala, dugi lisni mišić sudjeluje u podizanju lateralnog ruba stopala, pa dovodi stopalo u valgus položaj (Keros & Pećin, 2006). Također ima važnu statičku funkciju jer održava poprečni luk stopala. Slabost mišića uzrokuje spuštanje poprečnog stopalnog luka i nastanak sploštenog stopala (*pes transversoplanus*) (Keros & Pećina, 2006).

Kratki lisni mišić, m. *fibularis (peroneus) brevis*, nalazi se u donjem dijelu lateralnog mišićnog odjeljka, ispod dugog lisnog mišića. Polazište mišića je sa srednjeg dijela lateralne površine i prednjeg ruba fibule, te s intermuskularnih pregrada. Mišićna vlakna prelaze u tetivu koja se veže na hrapavost pete metatarzalne kosti. Mišić izvodi plantarnu ekstenziju, abdukciju i rotaciju stopala prema van (Keros & Pećina, 2006).

Fibularni mišići su glavni za pokret pronacije stopala, sprječavaju padanje tijela, jer ne dozvoljavaju pokret golijeni naprijed i medijalno. Zbog njihovog djelovanja nazvani su i „mišićima balerina“ (Keros & Pećina, 2006).

2.2.3. STRAŽNJA SKUPINA GOLIJENSKIH MIŠIĆA

Stražnja skupina golijenskih mišića ispunjava stražnji koštano-fascijalni odjeljak (ložu) golijeni. Uzdužno postavljenom dubokom kruralnom fascijom odjeljak je podijeljen na dva dijela: dubinski i površinski sloj (Keros & Pećina, 2006).

Golijenski mišići stražnje skupine koji se nalaze na površinskom sloju su troglavi lisni mišić i tabanski mišić.



Slika 4. Površinski sloj stražnje strane goljeničnih mišića

Troglavi lisni mišić ili m. triceps surae, oblikuje stražnji dio potkoljenice, odnosno list. *M. gastrochnemius i m. soleus* zajedničkom tetivom *(tendo calcaneus s. Achillis*) zaršavaju na petnoj kosti (Keros & Pećina, 2006).

1. Trbušasti mišić lista, *m. gastrochnemius*, je najpovršniji mišić i sastoji se od dvije krupne široke glave: medijalne, koja je razvijenija, te lateralne (Keros & Pećina, 2006).

Medijalna glava mišića započinje na zglobnoj čahuri, s medijalnog kondila i sa stražnje strane bedrene kosti. Lateralna glava započinje mišićno-tetivnim vlaknima s lateralnog kondila i epikondila bedrene kosti, te sa zglobne čahure. U 10-18% ljudi u mišićnoj se glavi nalazi sezamska kost fabella, vidljiva sa stražnje strane lateralnog kondila feura (Keros & Pećina, 2006).

Mišićna vlakna tih dviju glava, oblikuju dva mišićna trbuha sužena u gornjem dijelu, a jajoliko proširena u donjem dijelu, te se spajaju u središnjoj crti golijeni. Mišićna se vlakna spajaju i završavaju na stražnjoj strani fibrozne ploče, koja prolazi kroz cijeli mišić i osnova je

završne mišićne tetive. Tetiva se spaja s tetivom listolikog mišića i tvore Ahilovu petnu tetivu (*tendo calcaneus*) (Keros & Pećina, 2006).

2. Listoliki mišić, *m. soleus*, je plosnat i širok, a prema dolje se znatno sužava. Polazište mišića je sa stražnjeg dijela glave, stražnje lateralne strane ruba fibule i sa stražnje strane međumišićne pregrade, a na tibiji započinje s medijalnog ruba i s *linea m. solei*. Početna aponeuroza je poprečno postavljena kroz cijeli gornji dio mišića pa govorimo o intramuskularnoj aponeurozi, a od nje se sprijeda i straga prema dolje odjeljuju mišićna vlakna. Gornji rub aponeuroze oblikuje tetivni luk, *arcus tendineus m. solei*, koji seže od fibule do tibije. S konveksnog ruba tetivnog luka započinju mišićna vlakna, a konkavni je rub slobodan te s fascijom poplitealnog mišića omeđuje poplitealni kanal. Mišićna vlakna završavaju dugom pločastom tetivom koja se združuje sa završnom tetivom mišića gastrohnemiusa pa zajedno tvore petnu tetivu (Keros & Pećina, 2006).

3. Ahilova petna tetiva se spušta prema stopalu i veže na donju polovicu stražnje strane tuber kalkanei, a najsnažnija je tetiva u ljudskome tijelu (Keros & Pećina, 2006). S prednje strane, slojem masnog tkiva odijeljena od dubokog mišićnog sloja, što olakšava gibanje tetive. Sluznom vrećom odijeljena je od gornjeg dijela stražnje strane tuber kalkanei, te između petne tetive i kože se također nalazi sluzna vreća (Keros & Pećina, 2006).

Troglavi lisni mišić glavni je izvođač plantarne ekstenzije stopala, sudjeluje u podizanju stopala, a time i cijelo tijelo na prste, izvodi adukciju i rotaciju stopala prema unutra. Također sudjeluje u podizanju pete, tako što je odvaja od podloge i odbacuje naprijed, pa je njegovo djelovanje nužno pri hodu, trčanju i skakanju (Keros & Pećina, 2006). Zajedno s mišićima gluteus maksimus i kvadriceps femorisom tvori ekstenzorni kinetički niz, koji svojom aktivacijom snažno opruža nogu i podiže tijelo iz čučnja, a pri skakanju ga snažno odbacuje naprijed (Keros & Pećina, 2006).

Trbušasti lisni mišić izvodi fleksiju golijeni u koljenom zglobu, a kada je koljeno opruženo, mišić je napet i ima snažnije djelovanje u zglobu gležnja. Tonus mišića sprječava prekomjernu dorzalnu fleksiju stopala i padanje tijela prema naprijed (Keros & Pećina, 2006).

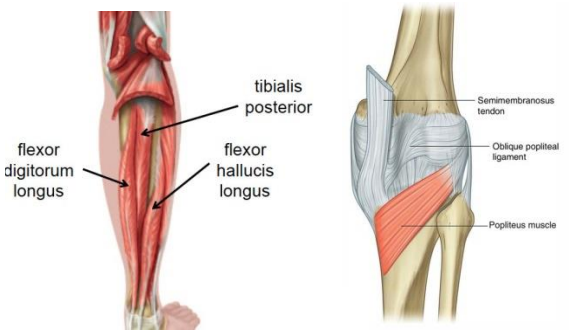
Listoliki mišić, ako je stopalo čvrsto na podlozi, izvodi povlačenje gornjeg dijela golijeni prema natrag i time posredno opruža koljeno, te također sprječava pomak golijeni prema naprijed i padanje tijela (Keros & Pećina, 2006).

Slabost i kljenut troglavog lisnog mišića postavljaju stopalo u položaj dorzalne fleksije, pa se bolesnik pri hodu oslanja samo na petu (*pes calcaneus*). Kontrakcija mišića učvršćuje stopalo u položaju plantarne ekstenzije pa govorimo o pes equinus (Keros & Pećina, 2006).

Tabanski mišić, *m. plantaris*, tanak je i ima vrlo dugu tetivu, smješten između mišića gastrochnemiusa i soleusa. Polzište mišić je na lateralnom kondilu bedrene kosti iznad lateralne glave *m. gastrochnemiusa*. Kratki mišićni trbuh nastavlja se u tanku i dugu tetivu, koja se priključuje medijalnom rubu petne tetive, pa se s njom veže na kvrgu petne kosti, a nekad i na plantarnu aponeurozu. Mišić pomaže pri djelovanju troglavog lisnog mišića (Keros & Pećina, 2006).

Mišići površinskog sloja stražnje skupine golijenskih mišića sudjeluju u omeđenju topografski važne zakoljene jame, *fossa poplitea* (Keros & Pećina, 2006).

Duboki sloj stražnje skupine golijenskih mišića tvore zakokljeni mišić, stražnji goljenični mišić, dugi mišić pregibač prstiju i dugi mišić pregibač palca (Keros & Pećina, 2006).



Slika 5. Dubinski sloj stražnje strane goljeničnih mišića

Zakokljeni mišić, *m. popliteus*, nalikuje na trokut s vrhom na lateralnom kondilu femura, a bazom na tibiji. Tetive mišića kreću iz udubine na lateralnoj strani bedrene kosti, ali i sa dijela koljenog zgloba. Mišićna vlakna prolaze između femura i lateralne kolateralne sveze i vežu se na mjestu poviše linea m. solei i na medijalni rub tibije. Prednja strana mišića pokriva zglobnu čahuru. Mišić je flektor golijeni prema bedru i rotator prema unutra (Keros & Pećina, 2006).

Stražnji goljenični mišić, *m. tibialis posterior*, smješten je u srednjem dijelu dubokog sloja stražnje mišićne skupine, a medijalno mu je *m. flexor digitorum longus*. Polazište mišića je s

gornje stražnje strane tibije, gornje dijela međukoštane opne, gornjie medijalne strane fibule i s međumišićnih pregrada (Keros & Pećina, 2006). Mišićna vlakna se skupljaju i vežu za tetivu postavljenu u sredinu mišića i prolazi do završne tetive. Tetiva se veže *na tuberositas ossis navicularis*. Od glavnog se tetivnog snopa odvajaju brojna vlakna i vežu na klinaste kosti, kuboidnu kost i proksimalne krajeve, na prvoj, drugoj, trećoj i četvrtoj metatarzalnoj kosti (Keros & Pećina, 2006).

Stražnji goljenični mišić izvodi plantarnu ekstenziju, adukciju stopala i rotaciju prema unutra. Također je važan u održavanju statičnosti stopala, zajedno s aktivacijom dugog lisnog mišića održava poprečne i uzdužne lukove stopala. Zbog slabosti tih mišića dolazi do spuštanja svoda stopala. Slabost mišića vrlo je česta kod ljudi koji puno vremena provode u stajanju. Zbog kljenut mišića dolazi do izvrtanja stopala prema van, posebice stražnjeg dijela stopala, pa govorimo o *pes valgusu* (Keros & Pećina, 2006).

Dugi mišić pregibač prstiju, *m. flexor digitorum longus*, smješten je u medijalnom dijelu dubokog mišićnog sloja. Polazište mišića je na stražnjoj strani tibije, mišićna vlakna prelaze u tetivnu ploču, te se kroz četiri snopa spajaju u snažnu tetivu. Od tetiva, s drugog do petog prsta, započinju lumbrikalni mišići. Mišić izvodi fleksiju distalnih članaka od drugog do petog prsta, te sudjeluje u plantarnoj ekstenziji stopala i unutarnjoj rotaciji stopala. Tijekom hodanja mišić pritišće prste na podlogu, te zbog toga djeluje kao elastična opruga i pomaže stopalu prilikom podizanju od podloge (Keros & Pećina, 2006).

Dugi mišić pregibač palca, *m. flexor hallucis longus*, je najlateralniji u dubokom mišićnom sloju. Polazište mišića je na s donjem lateralnom rubu fibule, međukoštane opne i međumišićnih pregrada. Mišićna vlakna oblikuju izduljen mišićni trbuh, koji iznad zgloba gležnja nastavlja u dugu i snažnu završnu tetivu. Tetiva dolazi na stopalo, a na kraju se veže u brazdu palčanog distalnog članka (Keros & Pećina, 2006). Mišić izvodi fleksiju distalnog članka palca, plantarnu ekstenziju, adukciju i rotaciju stopala prema unutra. Mišić je također važan zbog održavanja stabilnosti uzdužnog luka stopala, te sprječavanja izvrtanja petne kosti. Pri hodu omogućuje palcu podizanje od podloge, jer ima djelovanje kao elastična opruga (Keros & Pećina, 2006).

GOLIJENSKA FASCIJA

Golijenska fascija obavija golijenske mišiće, započinje s prednjeg rube tibije te okružuje golijen i veže se na medijalni rub tibije, tako da samo medijalna ploha tibije nije pokrivena fascijom (Keros & Pećina, 2006).

Zadržnici mišića ispružača (*retinacula mm. extensorum*) fibrozne su trake koje s podležećim kostima oblikuju koštano-fibrozne kanale i imaju zadaću pritezanja mišićnih tetiva uz koštanu podlogu (Keros & Pećina, 2006).

Zadržnici lisnih mišića (*retinacula mm. fibularium*) dvije su fibrozne trake, gornja i donja, koje se nalaze na lateralnoj strani zastoplja i uz kosti učvršćuje tetive lateralne skupine golijenskih mišića (Keros & Pećina, 2006).

Zadržnik mišića pregibača (*retinacula mm. flexorum*) ima dva sloja: površinski sloj je trokutasto zadebljanje stražnjeg i medijalnog dijela kruralne fascije i vrh trokuta se veže za unutarnji rub i vrh medijalnog malola, a baza trokuta za petnu tetivu, te na medijalnu stranu kalkaneusa i na plantarnu aponeurozu. Dubinski sloj započinje s medijalnog maleola zajedno s fibroznim vlaknima površinskog sloja. Fibrozna vlakna dubokog slija vežu se na stražnji nastavak talusa i prelaze u duboku kruralnu fasciju. Tanka fibrozna vlakna dubokog sloja dijele tarzalni kanal na dva propusta*: lacuna tendinum i lacuna vasonervorum* (Keros & Pećina, 2006).

3. BIOMEHANIČKA ANALIZA TRČANJA

Smatra se da biomehanički čimbenici imaju ulogu u podrijetlu nastanka trkačke potkoljenice (Sheehan, 1977; Subotnik, 1976). S obzirom da su noge trkača na velikim daljinama pogodile/ udarile o tlo više od 5000 puta na sat, tako da se čak i mala biomehanička abnormalnost povećava. Da bismo razumjeli kako biomehanika igra ulogu u razvoju trkačke potkoljenice, potrebno je ukratko objasniti biomehaniku trčanja, a posebno ulogu stopala. Trčanje je niz glatko koordiniranih koraka koji su podijeljeni u potpornu fazu (nosivost utega) i fazu ljuljanja (ne-opterećivanje). Tijekom faze potpore, stopalo zauzima 3 različita položaja:

1. početni kontak stopala s podlogom – 27 % (od 100%) trajanje kontakta s podlogom

2. kontak s podlogom srednjim dijelom stopala – 40% trajanja kontakta s podlogom

3. odgurivanje od podloge – 30% trajanja kontakta s podlogom (Slocum & James, 1968).

Kad stopalo udari o tlo, ono je u naslonjenom položaju ukočeno i čvrsto. Pri udaru u zemlju stopalo mora odraditi dvije stvari. Prvo se mora prilagoditi površini na koju je sletio, a drugo, mora razriješiti dio utjecaja šoka tj. udarca. Stoga se mora mijenjati od položaja supinacije, visoko lučno ukočene poluge, do položaja pronacije, nisko lučne i fleksibilne kosti. Tako pronađeni položaj pruža maksimalnu fleksibilnost i apsorpciju udara. Pronirani položaj održava se tijekom dodira i u sredini; no tijekom odgurivanja od podloge, stopalo opet mora postati čvrsta poluga, što se čini premještanjem u položaj supinacije (Bates, 1985). Kako stopalo zapravo postiže ove promjene, izuzetno je složeno, ali se može ukratko objasniti. Pronacija je kombinacija everzije stopala, abdukcije i dorzalne fleksije, a supinacija je kombinacija inverzije, adukcije i plantarne fleksije. Mišići nogu su snažno uključeni u ove pokrete, pa je lako uočiti da svaka nepravilnost pokreta stopala može uzrokovati patologiju potkoljenice za koje se ti mišići vežu. Kada trkačevo stopalo udari o tlo, ono se invertira i dorzalno flektira. Prednja noga mora se polako spustiti na zemlju, jer bi se u protivnom srušila (Subotnik, 1976). Zbog toga se mišići prednjeg odjeljka ekscentrično smanjuju, tako da se prednja noga polako spusti na zemlju. Peta se tada pomiče od inverzije do everzije. Kako ovo mora biti kontrolirano kretanje, prvenstveno prednji i stražnji tibialni mišići se ekscentrično kontrahiraju kako bi kontrolirali brzinu i stupanj propadanja. Ako trkač trči po čvrstim podlogama, pogotovo ako pretjerano napreduje, tada će mu trebati snažnija kontrakcija iz njegove prednje skupine mišića, kako bi napravio kontrolirano spuštanje svog stopala

(Subotnik, 1976). Mišići zbog toga mogu hipertofirati, kako bi udovoljili povećanim zahtjevima i tako uzrokovati sindrom prenaprezanja potkoljenice (Bates, 1985).

Ako trkač ima varus prednjeg stopala, tada je mišić koji pušta veliki nožni prst na zemlju (*extensor hallucis longus*) također pod naponom i može doći do hipertrofije ili puknuća. Dokazi za to mogu se klinički vidjeti kod trkača koji se žale na bol u prednjem tibijalnom odjeljku potkoljenice, nakon pojave mjehurića/žulja na medijalnom plantarnom dijelu stopala (Subotnik, 1976).

Prekomjerna sila opterećiva mišiće koji kontroliraju pronaciju, a to su prvenstveno prednji i stražnji tibialni mišići. Slično tome, hipertrofija može uzrokovati povišeni tlak u odjeljku ili stvarati periostitis, tendonitis ili miozitis. Prema tome, prekomjerna sila može biti uzrok boli u prednjem ili medijalnom odjeljku potkoljenice, kao što je često i primijećeno (Delacerda, 1980; Subotnik, 1976).

Određene anatomske varijacije mogu učiniti prekomjerno povećavanje štetnosti, a to uključuje:

1. Tibialni varus, jer stopalo udari u zemlju u pretjeranom, obrnutom položaju, stoga se mora dalje „okrenuti“ kako bi dodir s tlom bio adekvatan;

2. Varus prednjeg stopala, jer stražnja noga mora dalje nadoknaditi obrnutu prednju nogu;

3. Unutarnja torzija bedrene kosti (Root i dr., 1977), jer stopalo može pronaći povećavanje abdukcije i hoda ravno.

Ostali uzroci prekomjerne pronacije uključuju; plantarnu fleksiju pete metatarzalne kosti, nejednakost u duljini udova, različita neuromuskularna stanja i torzija tibije (Root i sur., 1977). Prekomjerna pronacija stoga je dobro dokumentiran uzrok trkačke potkoljenice. Nekoliko drugih autora također je otkrilo da su drugi bio-mehanički podaci statistički značajni u odnosu na trkačku potkoljenicu. Biomehanička analiza pokazuje zašto neki sportaši imaju veću predispoziciju za trkačku potkojlenicu i mogu objasniti patofiziologiju povišenog tlaka u odjeljku potkoljenice, te etiologiju trkačke potkoljenice (Bates, 1985).

4. EPIDEMIOLOGIJA

Primarni čimbenici koji fizički aktivnu osobu dovode do rizika od ozljede prenaprezanja potkoljenice su povišeni indeks tjelesne mase, veća plantarna fleksija gležnja i povećana vanjska rotacija kuka (Smerdelj i sur., 2001).

Učestalost i priroda bolova donjih ekstremiteta kod sportaša proučavani su u 2750 slučajeva prekomjernih ozljeda u sportskoj klinici na institutu u Oulu, u Finskoj, tijekom 1972.-1977. 465 slučajeva s bolovima zbog prevelikog napora, što je 18% dijagnosticirano je baš u potkoljenici. Medijalni tibijalni sindrom bio je najčešća ozljeda prenaprezanja među sportašima, a obuhvaćao je 9,5% svih ozljeda od napora i 60% bolova potkoljenice. Zajedno sa prijelomom zamora tibije, drugim najčešćim uzrokom boli od prenaprezanja, činila je 75% ukupnih bolova donjih ekstremiteta. Svi bolovi locirani u predjelu donjih ekstremiteta pripisani su ozljedama prenaprezanja, izuzev ozljeda koljena i gležnja, te Ahilove tetive. 85% tih bolesnika bili su aktivni sportaši, a ostali su bili uključeni u rekreativne aktivnosti kao što je trčanje. Samo oko 10% bolesnika bile su žene (Abraham, 1977).

Ova vrsta kronične boli može se javiti u bilo kojem od četiri fascijalna odjeljka potkoljenice, a ponekad i u nekoliko odjeljaka istovremeno. Nakon medijalnog odjeljka, sljedeće najčešće mjesto bolova je u prednjem dijelu potkoljenice (Snook, 1975). Ozljede prenaprezanja u predjelu potkoljenice događaju se i u tibiji i u fibuli. Kod prenaprezanja tibije bol se obično javlja na medijalnoj granici tibije u gornjoj ili donjoj trećini (Devas, 1975; Orava i sur., 1978). Oboljenja se mogu vidjeti i razlikovati pomoću rendgenskih i izotopskih pretraga. Kronična bol u predjelu potkoljenice mogu uzrokovati i drugi faktori. Ponekad mišići lista kod sportaša postaju bolni nakon dugog razdoblja treniranja (Franke, 1977). Bol izazvana vježbanjem može biti povezana s poremećajem elemenata vezivnog tkiva u mišićima ili njihovim vezama (Abraham, 1977).

Što se tiče sportova, trkači na duge i srednje pruge imali su najveći broj ozljeda prenaprezanja u potkoljenici (44%). U kondicijskoj pripremi svaki se sportaš susreće s trčanjem, tako su naprimjer gotovi svi skijaši imali iste simptome uzrokovane trčanjem tijekom ljeta ili jeseni. Broj nogometaša sa simptomima bio je jako mali, tek 1,3%. Ozljeda potkoljenice je jako česta i kod vojnika, baletana i drugih profesionalni plesača.

Danas se smatra da su 4 najčešća uzroka prenaprezanja tj. trkačke potkoljenice, Kronični sindrom fascijalnog prostora, prijelom zamora tibije, sindrom m. tibialis posteriora i periostitis tibije (Orava i sur., 1974).

Uzrok kroničnog sindroma fascijalnog prostora nije poznat. Do neke mjere mogu ga uzrokovati biomehanički poremećaji u stilu trčanja ili tehnika. Evidentno je da se vježbanjem povećava veličina mišića, a s druge strane, fascijalne stijenke odjeljaka mogu izgubiti svoju elastičnost. Moguće je i da se zbog povećanja mišićne mase unutar fascijalnog odjeljka, povlačenje fascije usmjerava prema području umetanja, što rezultira iritacijom tj. zadebljanjem na unutarnjem rubu fibije. Ovo bi objasnilo uzrok boli i pri mirovanju. Smatra se da je prava patogeneza nastanka boli kronična ishemija medijalnog fascijalnog dijela. To može postati tako ozbiljno da se tijekom operativnog zahvata može vidjeti nekroza mišića (Puranen, 1974).

Najčešći prijelom u potkoljenici je prijelom zamora tibije (Orava i sur., 1974). Očito je da trčanje uzrokuje neobično veliko opterećenje potkoljenice. Na početku se bol uglavnom javlja tijekom treninga, kasnije i hodanja, a zatim čak i u mirovanju odmah nakon treninga. Bol je isprva pomalo difuzna, zatim postaje locirana na granici medijalne tibije. Za pravilno liječenje potrebno je postaviti točnu dijagnozu. Kod prijelom zamora tibije dolazi do povećanja izotopa za 300% u odnosu na zdravu stranu (Puranen, 1974). Većina studija zaključila je da žene imaju veći rizik za prijelom zamora nego muškarci. Ovo je promatranje djelomično pripisano trijadi sportaša. Trijada se sastoji od međusobno povezanih problema s poremećajima u prehrani, amenoreje i osteoporoze, što nedostatkom prehrane, poremećajima hipotalamusa i estrogena, odgođenom manerhom dovodi do smanjene mineralne gustoće kostiju i zbog toga su žene pod većim rizikom (Zernicke i sur., 1994; Rigotti i sur., 1984). Dodatne razlike u spolu uključuju i užu širinu kosti i sporiji neuromuskularni odgovor (Bell & Jacobs, 1986; Miller & Purkey, 1980).

Neki vjeruju da ozljede trkačke potkoljenice odražavju periostealno ublažavanje ili iritaciju (Johnell i sur., 1982), drugi tvrde da je posljedica brojnih sitnih prijeloma stresa. Druga teorija je da bol i promjene proizlaze iz iritacije Sharpeyjevih tkiva između lista i tibije. Konačno mišljenje je da je zatečena/uklještena tetiva na nozi etiologija boli (Schiel, 2006).

5. DIJAGNOSTIKA

Tijekom ili nakon aktivnosti javlja se bol u određenom odjeljku potkoljenice, ovisno o ozljedi. Za svaku ozljeda prenaprezanja koriste se različite metode dijagnosticiranja i liječenja.

5.1. PRIJELOM ZAMORA TIBIJE

Pojava boli u srednjem dijelu potkoljenice karakteristična je za prijelom zamora tibije.

Prijelom zamora tibije je potpuni ili djelomični prijelom. Spada u sindrome prenaprezanja kostiju jer do prijeloma ne dolazi djelovanjem jedne sile, nego djelovanjem više ponavljajućih sila. Prijelomi zamora mogu biti na fibuli, trupu tibije, petnoj kosti, gležanjskoj kosti, navikularnoj kosti i metatarzalnim kostima, to su ujedno i najčešći prijelomi donjeg dijela donjih ekstremiteta. Prijelom zamora je rezultat prevelikog opterećnja na normalnoj kosti (Rosen, 2008).

Najčešće zbog pogrešaka u treningu, kao što je neadekvatno doziranje opterećenja , dolazi do prijeloma zamora. Klinički pregled, magnetska rezonanca i anamneza temeljni su pokazatelji dijagnogtike ove ozljede.

Iako mnogi učinci djeluju na strukturu kostiju i na očitavanje prijeloma zamora (Warden i sur., 2006), biomehanikom se određuje razina mehaničkog opterećenja kostiju tijekom trčanja (Levenston & Carter, 1998). Kada stopalo udari o tlo, njegova brzina se usporava do nule i nastaju velike reakcijske sile tla (Whittle, 1999). Taj trenutak promjene stvara kompresijsko opterećenje donjih ekstremiteta i rezultira udarcem koji se prenosi kroz mišićno-koštani sustav. Kako bi se ublažio utjecaj „udarca“ i oštećenja, treba se ostvariti adekvatna interakcija pasivnih i aktivnih mehanizama (Zadpoor & Nikooyan, 2012; Mizrahi i sur., 2001). Kako naprezanje kosti ovisi o interakciji između opterećenja kosti i sposobnosti kosti da se odupire deformaciji, faktori rizika se mogu grupirati u dvije kategorije: 1) faktori koji utječu na promjene kosti pri opterećenju, 2) sposobnost kosti da se odupre opterećenju bez nakupljanja oštećenja. Postoji važan mehanički odnos izmeđi mušića i kosti, te se smatra da mišić djeluje kao zaštita od ozljeda kostiju. Za vrijeme opterećenja vjeruje se da mišići djeluju kao aktivni prigušivači udarca/šoka/naprezanja, pomažući u smanjenju opterećenja, koje se prenosi

proksimalno duž kinetičkog lanca (Warden i sur., 2014). Slabost mišića donjih ekstremiteta i neadekvatno apsorbiranje energije dovodi do oslanjanja na samo pasivne mehanizme što dovodi do prijeloma (Derrick i sur., 1998).

Za potpuno razumijevanje prijeloma zamora potrebno je znati strukturu kosti. Kod odrasle osobe prevladava lamelarna kost, a sastoji se od kortikalne i trabekularne kosti. Kortikalna kost je kompaktne građe, čini duge kosti i nalazi se u 80-85% svih kostiju. Većina stresnih prijeloma trkača događa se u kortikalnoj kosti. Trabekularna kost je spužvaste građe i nalazi se u metafizama i dijafizama dugih kostiju, kralješcima i zdjelici. Manje je gusta, te se brže adaptira (Pepper i sur., 2006). U predgradnju kostiju uključene su tri vrste koštanih stanica: osteoblasti, osteociti i osteklasti. Osteoklasti razgrađuju kost, osteoblasti sudjeluju u formiranju nove kosti, a osteociti reguliraju predgradnju i razinu Ca u plazmi (Rosen, 2008).

Prijelom zamora rezultat je abnormalnog ponavljajućeg opterećenja na normalnoj kosti i nastaje tijekom naglog porasta učestalosti, trajanja ili intenziteta aktivnosti, kada je resorpcija kosti (osteoklasti) veća od zamjene (osteoblasti). Ova vrsta prijeloma obično se javlja u mladih pojedinaca, najčešće sportaša i vojnika. Faktori rizika se mogu podijeliti u dvije široke kategorije: vanjski i unutarnji faktori (Pepper i sur.,2006). Vanjski faktori uključuju režim treninga, obuću, trenažnu površinu i vrstu sporta. Naprimjer, baletani koji treniraju 5 sati dnevno imaju veći rizik za prijelom zamora od onih koji treniraju manje (Kadel i sur.,1992). Sprinteri, preponaši i skakači imaju više prijeloma stopala, dok trkači na duge pruge prijelome zamora i zdjelice (Bennel i sur., 1996). Točan položaj razvoja ovisi o načinu na koji pojedinac opterećuje svoj kostur, a različita biomehanika trčanja utječe na opterećenje i naprezanje kostiju. Kod trkača na duge pruge opterećenje je veće na dugim kostima (tibia, fibula, stegnenica), dok sprinteri imaju veća opterećenja na kosti stopala, zbog udaraca prednjeg dijela stopala. Kao rezultat različitog opterećenja kostiju, trkači na duge pruge izloženi su prijelomima tibije ili neke druge duge kosti, a sprinteri tarzalnih i metatarzalnih kostiju (Warden 2014).

Intrizični faktor je katakterističan za svaku osobu, ovisi o dobi, spolu, rasi, ukupnoj kondicijskoj razini kao i lokomotornom sustavu tj. jačini kostiju i mišića (Warden, 2006). Također, rizik za prijelom zamora tibije su biomehanički faktori, poput veličine i stope reakcijske sile zemlje, ubrzanje, antropometrija, kinematika trčanja-hod, faktori treninga, kao trajanje, učestalost, intenzitet treninga, snaga i izdržljivost mišića, te površina i neadekvatna oprema. Čimbenici koji mjenjaju sposobnosti kostiju da se odupre opterećenju su: genetika,

dijeta i prehrana (unos kalorija, kalcija i vitamina D), Endokrilni sustav i hormoni (manerha, menopauza), razina tjelesne aktivnosti u prošlosti, bolesti kostiju, te lijekovi (Warden, 2014).

5.2. KRONIČNI SINDROM FASCIJALNOG PROSTORA

Pojava boli duž antero-lateralne strane potkoljenice znak je za kronični sindrom fascijalnog prostora.

Kronični sindrom fascijalnog prostora rijetka je dijagnoza među sportašima i rekreativcima, te se lako može propustiti zbog nejasne konstatacije simptoma koje bolesnici opisuju. Prava učestalost nije poznata, jer mnogi ljudi mijenjaju/modificiraju aktivnosti kako bi smanjili simptome. Pojavljuje se kod sportaša i rekreativaca u trećem ili četvrtom desetljeću života, tijekom fizičkih aktivnosti koje se ponavljaju, bol se javlja u prednjem, stražnjem ili bočnom dijelu potkoljenince, a simptomi se ublažavaju mirovanjem (Mavor, 1956). Kronični sindrom fascijalnog prostora se javlja zbog prolazne ishemije tijekom vježbanja uzrokovane povećanim intramuskularnim tlakom, što onemogućuje normalni protok krvi u bočnom, prednjem i stražnjem dijelu potkoljenice. Iako ne postoji dogovor o točnoj patofiziologiji porasta tlaka, mnoge teorije kao razlog uključuju hipertrofiju mišića, smanjen protok krvi, mišićnu mikrotraumu i miopatije (Lecocqu i sur., 2004). Intenzitet boli povećava se s vremenom. Dolazi do slabljenja aktivacije mišića prednje strane natkoljenice, pojave otoka, boli pri izvođenju vježbi istezanja, te parestezije na mjestu nožnog palca, prvog i drugog prsta (Grdošić i sur., 2007). Tijekom stanja mirovanja simptomi se mogu povući i potpuno nestati. Jedan od objektivnih kriterija za utvrđivanje sindroma jest mjerenje intramuskularnog tlaka. Ako poslije izvođenja određene tjelesne aktivnosti, vrijednost tlaka iznoie više od 35 mmHg, te ako se u 15 minuta tlak ne smanjuje, govori se o kroničnom sindromu fascijalnog prostora (Grdošić i sur., 2007). Faktori predispozicije za oboljevanje uključuju razlike u duljini nogu, varus ili valgus deformaciji nogu, nekoordinaciji/neusklađenosti u pokretima, također pogreške u intenzitetu i učestalosti treninga i smanjenoj snazi i izdržljivosti pojedinca (Anuar i sur., 2006).

Jedan od glavnih simptoma koji upućuje na postojanje sindroma je bol, koja se tijekom izvođenja tjelesne aktivnosti, pojavljuje u prednjem dijelu potkoljenice (Grdošić i sur., 2007).

Kronični sindrom fascijalnog prostora može se javiti u raznim aktivnostima tj. sportovima, ali je to najčešće kod sportaša koji se bave trčanjem. Pacijenti se žale na osjećaj tupe boli na određenom mjestu ili odjeljku potkoljenice. Ponekad se bol opisuje kao jaki grč ili pritisak.

Bol se obično javlja bilateralno i nastaje u roku od 10 do 60 minuta nakon prestanka aktivnosti. Ipak, blaga do umjerena bol može trajati satima, a osjećaj je poput zakašnjelog nakupljanja laktata u mišićima. Tijekom aktivnosti, kada se pojavljuje bol, dolazi do promjene načinu trčanja. Nakon normalne funkcije mišića tibijalis anteriora, zbog postojanja pritiska i smanjene cirkulacije, može dovesti do padanja stopala tijekom trčanja. Neurološki simptomi kao što su parestezija, utrnulost i povremena pronacija stopala povezani su s kroničnim sindromom fascijalnog prostora i u teškim slučajevima bol se može javiti i tijekom mirovanja (Pedowitz i sur., 1990).

Pripisivanje simptoma samo na temelju kliničkih značajki može dovesti do krive dijagnoze ovog stanja i može rezultirati nepotrebnim kirurškim zahvatima. Važno je znati da uz kronični sindrom fascijalnog prostora može biti prisutno više dijagnoza istovremeno, osobito kod trkača s kroničnom boli u nogama (Vajapey & Miller, 2017).

Početni fizički pregled sportaša sa kroničnim sindromom fascijalnog prostora često je neprovediv u stanju mirovanja. Međutim, fascijalne hernije mišića mogu biti vidljive na pregledu donjih ekstremiteta, te aktivacijom pogođenih mišićnih skupina postaju očitije. Točka osjetljivosti može biti prikazana zajedno s atrofijom mišića, pogotovo ako su simptomi dugotrajni (Vajapey & Miller, 2017).

Dijagnostička ispitivanja za sportaše s kroničnim sindromom fascijalnog prostora provode se simanjem tj. radiografijom, scintografijom kostiju, MRI za procjenu stresnih ozljeda i tumora. U dijagnosticiranju kroničnog sindroma prednjeg odjeljka potkoljenice također se koristi i ultrazvučna dijagnostika (Grdošić i sur., 2007; Luder i sur., 2002; Thain, 2001). Kada su neurološki simptomi trajni, potrebno je elektromiografijom potvrditi da nema neuropatije. Kada su simptomi u skladu s kroničnim sindromom fascijalnog prostora i snimanjem isključeni drugi uzroci, za mjerenje tlaka nakon vježbanja koristi se igla manometrije kako bi se potvrdila dijagnoza. Dijagnoza je prisutna ako je: 1) tlak prije vježbanja veći ili jednak 15mmHg; 2) 1-minutni tlak nakon vježbanja veći ili jednak 30mmHg; 3) 5-minutni tlak nakon vježbanja veći ili jednak 20mmHg (Vajapey & Miller, 2017).

5.3. PERIOSTITIS TIBIJE

Postoje dvojbe u vezi s anatomskim osnovama za periostitis tibije. U provedenim istraživanjima uspoređeni su nalazi različitih mišića nogu, s mjestima simptoma trkačke potkoljenice (Michael & Holder, 1985). Studije su pokazale da smanjenje mišićne mase

negativno utječe na proces prilagodbe kostiju, iz razloga što slabiji mišići koji se suprotstavljaju savijanju tibije, omogućavaju veće savijanje. (Radin, 1986; Winter, 1983). Prilikom zatezanja mišića dolazi do većeg naprezanja tibije. (Milgrom i sur., 2007). Prilagođavanje opterećenju tibije dodatno je izazvano zatezanjem mišića solusa i fleksornog halcusa longusa na pokosnicu (Beck, 1998). Dokazi za periostitis su rijetki. U jednoj studiji uočeno je zadebljanje pokosnice te je tako došao naziv „periostitis“ (Michael & Holder, 1985).

Periostitis, je bolno stanje, a pojavljuje se kao posljedica upale i iritacije sloja vezivnog tkiva koje okružuje tibiju i fibulu. Uglavnom je kroničan, a obilježava ga oticanje i osjetljivost mišića potkrijepljeno blagom do umjerenom boli. Akutni oblik periostitisa uglavnom se pojavljuje zbog infekcije, a karakteriziran je jakom boli, difuznim gnojenjem i može doći do nekroze.

Ozljede kosti i iscrpljivanje određenog dijela tijela smatraju se najčešćim uzrocima ovakve upale. Sportaši i trkači imaju najveći rizik od upale pokosnice u donjem dijelu nogu. Bol se uglavnom osjeća u širokom području medijalnog dijela potkoljenice. Razvoj sindroma i pojava boli slična je kao kod sindroma mišića tibijalis posteriora, a najčešće se pojavljuje kod dugoprugaša i zbog tvrde podloge koju trkači prakticiraju, npr. asfalt/beton. Periostitis može uzrokovati bol u donjem medijalnom dijelu tibije, a tlak odjeljaka može povećati gornju bočnu tibijalnu bol. Oba uvjeta rezultiraju kroničnom boli u nozi tj. potkoljenici (Bates, 1985), koja bi trebala biti točno anatomsko mjesto periostitisa (Batt, 1995), na postero-medijalnoj granici tibije, posebno ako se zadnji stražnji tibijalni mišić odvoji od njegovog vezivanja (D'Ambrosia i sur., 1977; Gerow i sur., 1993). Na kliničkom pregledu se palpacijom, na prednjoj strani tibije, može osjetiti otečenost i zadebljanje poviše kosti. Rekreativni i natjecateljski sportaši često imaju bolove u nozi povezane sa sportom zbog prekomjerne ekstenzije, što uzrokuje upalu pokosnice, periostitis (nakon kidanja mišićnih vlakana na mišićno-koštanom sučelju) i reakcije koštanog stresa (Tweed i sur., 2008; Nguyen i sur., 2008).

Rastuće promjene pronađene su u kruralnoj fasciji kod 13 od 33 sportaša, nakon biopsije (Johnell i sur., 1982). U istim je uzorcima jedan uzorak biopsije pokazao da je inflatracija plazma stanica okružila široku limfu u pokosnici, zajedno sa zadebljanom pokosnicom i povećanom aktivnošću osteoblasta, te manjkom osteocita u usporedbi s normalnom kosti (Bhatt i sur., 2000). Ovo navodi da su pritužbe nastale zatezanjem vlakna mišića tibialis posteriora, soleusa ili flexor digitorum longusa na pokosnicu (Beck i sur., 1994). Objašnjenje

povlačenja je tek nedavno istraženo. Korištenjem tri uzorka mjereno je povlačenje na pokosnici tijekom aktivacije soleusa, m. tibialis posteriora i flexor hallucis longusa (Bouche' & Johnson, 2007). Kako se povećala napetost na tetivama gore spomenutih mišića, naprezanje u tibijalnoj fasciji, koje se odnosi na pokosnicu, povećalo se linearno.

Dijagnoza periostitisa otežana je ako se provodi samo fizikalnim pregledom (Milgrom i sur., 1986) ili običnom radiografijom zbog njihovih nespecifičnih karakteristika (Renstrom i sur., 1985). Snimanje magnetskom rezonancom (MRI) je najbolji dijagnostički modalitet (Mattila i sur., 1999). Glavni problem s MRI je trošak. Za usporedbu, scinetigrafija kostiju Technetium-99 m osjetljivija je od obične radiografije za dijagnozu periostitisa s obzirom na rano otkrivanje i opseg zahvaćenog područja (Allen i sur., 1995).

5.4. SINDROM M. TIBIALIS POSTERIORA

Bol na medijalnoj strani donjeg odjeljka potkoljenice govori o sindromu m. tibijalis posteriora. Navedeni mišić ima izuzetnu važnost u održavanju uzdužnog svoda stopala. Zbog proncije stopala i spuštenog svoda, dolazi do prenaprezanja mišića, te se postepeno stvara "separacija" mišićnih vlakana na polazištu mišića, na stražnjoj strani tibije. Stvaraju se parcijlne rupture i postepeno se razvijaju simptomi sindroma. Za ovaj sindrom karakteristična je pojava boli distalno u srednjem dijelu potkoljenice. Palpacijom se najčešće neće izazvati bol na navedenom mjestu, ali izvođenjem fleksije i inverzije stopala uz prisustvo vanjskog otpora sigurna je pojavnost boli (Smerdelj i sur., 2001).

6. PREVENCIJA I REHABILITACIJA

U prevenciji trkačke potkoljenice, bez obzira na uzrok nastanka ozljede, važno je da se ne naprave pogreške u metodama treninga, odabiru adekvatne sportke obuće, odabiru adekvatne podloge za trčanje, biomehanici trčnja, te nedovoljnoj fleksibilnosti i mišićnoj disfunkciji pojedinca.

Pri postavljanju dijagnoze tjelesna aktivnost se mora ili smanjiti ili u potpunosti prestati s provođenjem. Uz to se koriste razne terapije, limfne drenaže, ledene obloge, elastični zavoji, analgetici i protuupalnii lijekovi. Zatim slijedi fizioterapijsko liječenje koje uključuje elektroterapije, ultrazvuk, laser i magnetoterapije. U ovom periodu se započinje i sa kinezioterapijskim tretmanima, tj. vježbanjem. Djelotvorno će biti ako je osmišljeno za svakoga individualno, što znači da se prije početka vježbanja treba dijagnosticirati stanje mišićnog i tetivnog sustava potkoljenice, utvrditi koji su nesrazmjeri u snazi i fleksibilnosti pojedinca, te ih pokušati riješiti. Tijekom liječenja provode se vježbe istezanja, vježbe snage i vježbe balansa. Kritična faza u cijeloj terapiji je povratak u trening. Povratak mora biti izrazito polagan, uz poštivanje svih mjera pevencije. U kroničnim stanjima, gdje simptomi traju i više mjeseci, potrebno je uključiti podražaje poput „cross friction" masaže, kojoj je cilj ubrzati oporavak degeneriranog tkiva tetive. Također od velike pomoći može biti i terapija udarnim valom, ali naravno sve to uz adekvatno vježbanje i puno funkcionalno liječenje.

Sportašima, koji imaju „spuštena“ stopala, veća je vjerojatnost za razvoj ovog sindroma, pa se kao preventiva, a i kao dio liječenja koriste ortopedski ulošci. Taping, ili popularna „bandaža" može pomoći u povratku u punu aktivnost. Adekvatna sportska obuća također je od velike važnosti, treba je promijeniti nakon određenog vremena trčanja, hodanja ili neke druge tjelesne aktivnostia, jer i to može biti razlog razvoja trkačke potkoljenice.

Prije povratka uobičajenim treninzima bitno je provesti testove provjere pravilne tehnike trčanja i izvođenja skokova. Pravovremenim uočavanjem pogrešaka djeuje se na prevenciju mogućih ozljeda mišića i zglobova. Na početku i na kraju treninga preporuka je provoditi vježbe zagrijavanja i istezanja. Treba polako povećavati intenzitet treninga, ne zaboraviti na odmor između treninga, kako bi se izbjegle ozljede.

Trčanje na tvrdoj podlozi (npr. asfaltu) također se ne preporuča zbog izbjegavanja nastanka ozljede. Vježbanje s gumama ili lastikama, općenito jačanje i opuštanje mišića potkoljenice, poboljšati će njene funkcije i spriječiti nastanak trkačke potkoljenice.

6.1. PRIJELOM ZAMORA TIBIJE

Kod ozljede prijeloma zamora tibije pacijent mora pratiti simptome i da se bol ne pojavljuje tijekom aktivnost. Lijekov za ublažavanje simptoma i boli ne treba koristiti sve dok sportaš može vježbati. Lijčenje je potrebno i pri blagim bolovima. Intenzitet treninga treba značajno smanjiti ako sportaš ima bol i u krevetu, a ako je bol konstantna, onda mora neko vrijeme prestati opterećivati ozljeđenu nogu i prestati trenirati.

Većina prijeloma zamora potkoljenice uspješno zacjeljuje neoperacijskim liječenjem. To uključuje mirovanje u trajanju od 8 tjedana, kineziterapiju, sve do ponovne aktivnosti, treninga i natjecanja. Kod nekih prijeloma zamora može doći do komplikacija u vidu nesrastanja, što zahtijeva operativno liječenje i poslijeoperativnu rehabilitaciju.

Tijekom liječenja sportaš treba razvijati fleksibilnost i jačati mišiće potkoljenice. Također treba jačati mišiće cijeloga tijela, te provoditi aktivnosti koje održavaju aerobne i anaerobne kapacitete.

6.2. KRONIČNI SINDROM FASCIALNOG PROSTORA

Preporučeni početni tretman za kronični sindrom fascijalnog prostora je konzervativan, tj. prestanak bavljenja tom aktivnosti, međutim većina aktivnih pojedinaca se ne želi trajno odreći fizičke aktivnosti kojom se bave. Također u rehabilitaciju spada i fizikalna terapija, masaže te ortopedski umetci za cipele, koji privremeno mogu poboljšati stanje bolesnika, ali minimalni su dokazi da to ima učinkovitosti (Blackman i sur., 2008; Rajasekaran, 2016).

Zlatni standard u liječenju je dekompresivna fasciotomija. Ova metoda je pokazala visoku stopu ubažavanja boli, ali i rizik od ponovnog vraćanja simptoma je 3-12%, zbog fibroze (Fronek i sur., 1987; Howard i sur., 2000). Fasciotomija je zahvat u kojem se izvedu dva ili tri mala kožna reza, kroz koje se potkožno uzdužno presiječe fascija (Grdošić i sur., 2007; Pećina, 1992; Pećina & Bojanić, 2002). Nove kirurške tehnike uključuju fasciotomiju vođenu

ultrazvukom, termičku fasciotomiju, te kirurško opuštanje transiluminatornim ili endoluminalnim vodstvom (Irion i sur., 2014). Postoji nedostatak snažnih dokaza koji bi utvrdili učinkovitost nekirurškim liječenjem u općoj populaciji (Rajasekaran i sur., 2016).

Proučavali su tehnike trčanja i njihov utjecaj na bol i invalidnost u kroničnom sindromu fascijalnog prostora (Diebal i sur., 2012). U nizu slučajeva, uzeli su 10 trkača koji su imali kronični sindrom fascijalnog prostora u prednjem dijelu potkoljenice, te su umjesto kirurškog liječenja provodili 6 tjedana trkačkog treninga za prednju stranu potkoljenice. Razina odmora, tlakovi u odjeljku, kinematička i kinetička mjerenja, samoizvještajn upitnici su uzeti prije i nakon 6 tjedana obuke. Rezultati su pokazali statistički značajno smanjenje ($p < 0,05$) boli u prednjem odjeljku potkoljenice nakon aktivnosti, tlak nakon trening sa 78,4mmHg pao je na 38,4mmHg. Udaljenost trčanja također se statistički povećala s 1,4km udaljenosti, prije intervencije, na 4,8 km nakon intervencije. Pacijenti su prijavili nižu razinu boli, a brzina trčanja na 2 km im se znatno povećala nakon intervencije. Bol i invalidnost smanjena je za jednu godinu, a kirurški zahvati su izbjegnuti kod svih ispitanih pacijenata (Vajapey & Miller, 2017).

6.3. PERIOSTITIS TIBIJE

Prevencija periostitisa tibije, kod osoba koje imaju povećan rizik za oboljevanje, uključuje nošenje odgovarajuće obuće, istezanje ahilove tetive, te izbjegavanje trčanja po tvrdim podlogama, umjesto toga birati mekše površine poput travnatih ili gumiranih staza, kako bi se smanjilo opterećenje same cjevanice.

Postupak tretman varira ovisno o težini i simptomima ozljede, te uključuje i fizikalnu terapiju, gdje se primjenjuju laseri, elektroterapije, ultrazvok i magnetoterapije. Za brži proces oporavka i smanjenje boli važno je odmarati i hladiti ozljeđeno područje. Također za smanjenje boli, prije treninga preporuča se bandažiranje donjih dijelova nogu, što ubrzava proces ozdravljenja. Kinesiotaping metoda se također koristi u rehabilitaciji, kao i terapija udarnim valom, ali sve to uz primjerene vježbe i adekvatno liječenje. Upala se može smanjiti, ako se smanjnji protoka krvi u nogama, pa se preporuča držati noge na povišenom, otprilike iznad razine srca. Fizikalna terapija nekada nije dovoljna, pa je potrebno mirovanje koje obično traje od 2 do 6 tjedana.

Kod liječenj periostitisa tibije dobar učinak ima masaža dubokog tkiva, kojom fizioterapeuti pokušavaju izgladiti i razbiti sve čvorove u mišićima. Masažom se opuštaju mišići i spriječava mogućnost ponovnog ozljeđivanja.
Lijčenje periostitisa tibije uključuje prestanak aktvnosti koja izaziva pojavu simptoma. Liječenje krioterapijom i nesteroidnim lijkovima protiv upale, daje povoljne reultate. Nakon prestanka boli, bilo bi dobro da se trčanje provodi samo na mekim, travnatim površinama ili atletskom stazom. Intenzitet, tj. brzina i dužina trčanja treba se postepeno povećavati. Važno je napomenuti da je jako važna svakodnevna i sportska obuća koju pojedinac koristi, posebno se treba obratiti pažnja na petu, zbog amortiziranja udaraca od podlogu.

6.4. SINDROM M. TIBIALIS POSTERIORA

Za liječenje sindroma m. tibialis posteriora bitan je prestanak aktivnosti tijekom koje se pojavljuje bol, mogu se koristiti nesteroidni protuupalni lijekovi, krioterapija, fizikalne terapije za ublažavanje boli. Najvažnije je provođenje vježbi istezanja i jačanja mišića prema određenom programu, te korekcija statičke deformacije stopala odgovarajućim ortopedskim uloškom i prikladnom sportskom obućom (Smerdelj i sur., 2001).

Stopa uspješnosti liječenja sindroma mišića tibialis posteriora se smatra nižom od svih, iz više razloga. Velike križne vene mogu sprječiti istraživanje fascija dubokog stražnjeg odjeljka. Kao posljedica tome, visoki tlak u odjeljku mišića tibialis posteriora može se zadržati nakon nepotpune fasciotomije. Druge studije su sugerirale da bi aponeurotski fibularni izvor mišića *flexor digitorum longusa* mogao zatvoriti dijelove mišića tibialis posteriora, što dovodi do suboptimalno liječenog sindroma mišića tibialis posteriora (Smerdelj i sur., 2001). Ovi anatomski faktori mogu priodnijeti ograničenom postotku uspjeha nakon operacije za rješavanje sindroma mišića tibialis posteriora. Također i drugi faktori mogu utjecati na stopu uspješnosti liječenja u terapiji; nedosljednost u dijagnostičkom putu može dovesti do netočnog odabira liječenja. Zagovaraju se različiti uređaji za snimanje, ali tehnika proreza katetera spojena sa arterijskim prijenosnim sustavom, trenutno se smatra točnnim i najprikladnijim za višestruko nadgledanje (Smerdelj i sur., 2001).

.

7. PLAN I PROGRAM VJEŽBANJA

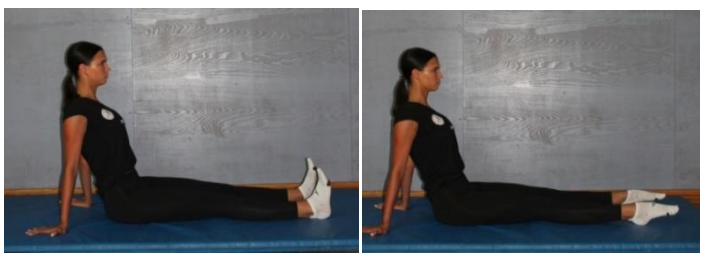
VJEŽBE ISTEZANJA:



1. stopalo istegnuti tako da se pogrčenim prstima naslonite na zid i lagano se spuštate u koljenom zglobu – vježbu ponovite 2 puta svakom nogom, vježbu raditi 20 sekundi



2. iz uspravnog položaja postaviti stopalo na tvrdu lopticu i trljati cijelim stopalom – vježbu ponovite 2-3 serije svaku nogu, po 20 sekundi



3. iz položaja sjeda raditi ekstenziju i fleksiju stopala – u položaju fleksije zadržati 15 sekundi, vježbu ponoviti 2 - 3 serije




4. Iz položaja upora na rukama napraviti fleksiju stopala tako da podignete noge i ostanete oslonjeni samo na stopala – zadržti vježbu 15 sekundi, 2 - 3 serije




5. Kleknuti i sjesti na stopala, rukama opruženim na podlogu. Zatim se lagano podignuti rukama, ali da prstima stopala i dalje dodiruje podlogu – vježbu zadržati 15 sekundi, 2 - 3 serije



6. Iz položaja kleka, nasloniti se na jednu nogu, a drugu nogu pogrčiti i postaviti potkoljenicu na roler, zatim lagano kotrljati – vježbu izvoditi 20 sekundi svaka noga, 2 - 3 serije



7. Iz položaja sjeda, postaviti roler ispod stražnje strane potkoljenice jedne noge – vježbu izvoditi 20 sekundi svaka noga, 2 - 3 serije

8. Sjesti na klupicu i postaviti jednu nogu pogrčenu, zatim pritiskati lopticom stražnju stranu potkoljenice pogrčene noge i kružiti stopalom iste noge – vježbu izvoditi 15 sekundi svaka noga, 2 - 3 serije



9. stati u poziciju iskoraka i prste stražnje noge postaviti na zid, zatim se pokušati tijelom nasloniti na zid – vježbu zadržati 15 sekundi svaka noga, 2 - 3 serije

VJEŽBE ZA JAČANJE MIŠIĆA POTKOLJENICE:

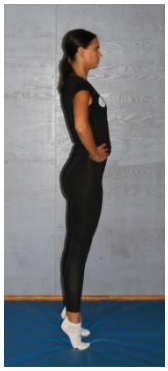
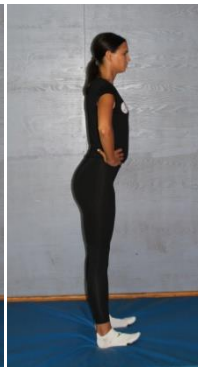
Vježbe izvoditit u 3 - 5 serija, 8 – 12 ponavljanja, ovisno o razini treniranosti vježbača i kvaliteti izvođenja vježbi.



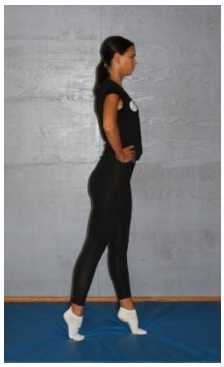

1.Iz položaja sjeda, postaviti elastičnu gumu oko stopala držeći ju rukama. Zatim gurati stopalom elastičnu gumu i lagano stopalo vraćati prema tijelu – vježbu izvodite 8 - 12 ponavljanja, 3 – 5 serija



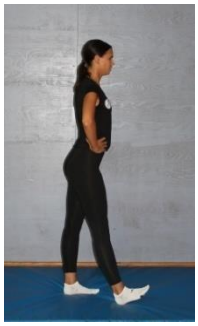
2. Iz položaja sjeda elastičnu gumu stopalom privlačiti prema sebi i lagano spuštati – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3 – 5 serija

3. Iz stojećeg položaja, staviti ruke na bokove, podizati se na prste i na petu – vježbu izvoditi 8 – 12 špnavljanja, 3 – 5 serija



4. Hodati na prstima – vježbu izvoditi 20 sekundi, 3 – 5 serija



5. Hodati na petama – vježbu izvoditi 20 sekundi, 3 – 5 serija



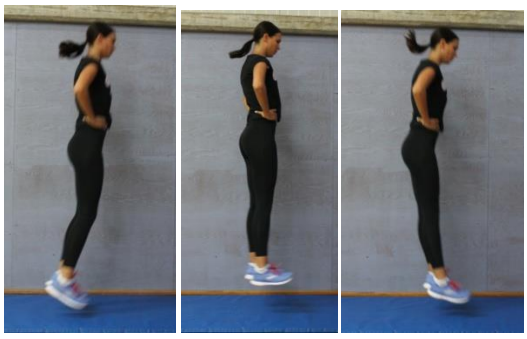
6. Iz uspravnog položaja, staviti ruke na bokove, stopalo vući po tlu prstima, zatim ponoviti istu vježbu samo stopalo postavizi u inverziju



7. Iz uspravnog položaja, staviti ruke na bokove, stati na povišenje i petama ići što više prema dole, te se podizati na prste – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavjanja, 2- 3 serije



8. Iz uspravnog položaja, staviti ruke na bokove, stati na povišenje i petama jedne noge ići što više dole, te se podizati na prste – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 2 – 3 serije



9. Iz uspravnog položaja, ruke staviti ih na bokove, izvoditi sunožne skokove u naprijed i u natrag, ali samo iz zgloba stopala – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3 – 5 serija



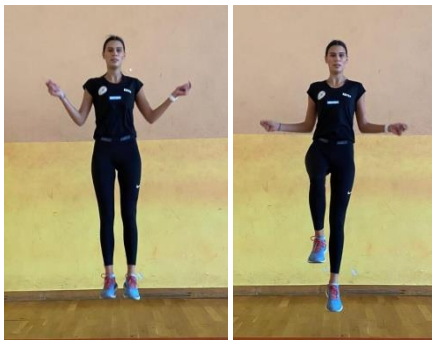
10. Iz uspravnog položaja, staviti ruke na bokove, jednu nogu podignuti i sa stajnom nogom izvoditi skokove, samo iz zgloba stopala, prema naprijed i u natrag – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3 – 5 serija



11. Iz uspravnog položaja, staviti ruke na bokove, i izvoditi sunožne skokove u lijevu i desnu stranu, samo iz zgloba stopala – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3- 5 serija



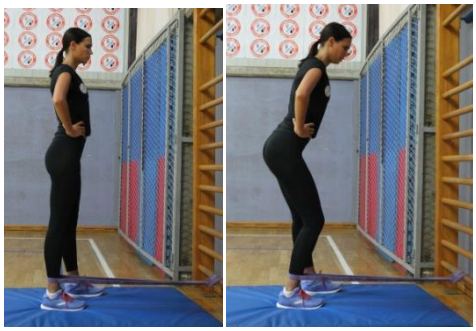
12. Iz uspravnog položaja, ruke staviti na bokove, jednu nogu pogrčiti i podići, a stajnom nogom izvoditi skokove u lijevu i desnu stranu, samo iz zgloba stopala – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3 – 5 serija



13. Preskaknje vijače sunožno i jednonožno, samo iz zgloba stopala – vježbu izvoditi 20 - 30 sekundi, 2 – 3 serije



14. Iz uspravnog položaja, postaviti ruke na bokove i izvodit udarac stopala od podlogu – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3 – 5 serija



15. Iz uspravnog položaja, postaviti ruke na bokove, staviti elastičnu gumu oko zgloba stopala i spuštati se u koljenu – vježbu izvoditi 8 – 12 ponavljanja, 3 – 5 serija

8. ZAKLJUČAK:

Ovaj rad se bazirao na ozljedama prenaprezanja potkoljenice. Kroz anatomiju i biomehaniku trčanja opisani su mišići i kosti potkoljenice, te pravilna tehnika trčanja, kako bi lakše shvatili zbog čega i na kojem mjestu dolazi do ozljeda. Trčanje je danas jedan od napopularnijih obilka tjelesne aktivnosti i baš iz tog razloga sam i pisala o ovim ozljedama, koje se često pojavljuju i kod rekreativnih trkača. Iz tog razloga treba ih upozoriti na adekvatnu opremu, podlogu, plan i program aktivnosti, te tehniku trčanja. Biomehaničkom anlizom su objašnjene greške na koje se treba paziti tijekom provođenja ove aktivnosti. Četiri najčešće ozljede o kojima sam pisala su peroistiti tibije, kronični sindrom fascijalnog prostora, prijelom zamora tibije i sindrom m. tibialis posteriora. Zajedničko svim ozljedama je što nastaju zbog kontinuiranih, ponavljanih jednakih kretnji, odnosno pokreta, a razlikuju se jer svaka ozljeda zahvaća određen odjeljak potkoljenice i ima specifične simptome boli. U prevenciji i rehabilitaciji se koriste razne metode , od obuće, obloga, raznih terapija, lijekova pa sve do operativnih metoda. Plan i program vježbanja je jako važan, a nevedene su vježbe istezanja i jačanja mišića potkoljenice koje pomažu u prevenciji, ali i u rehabilitaciji ovih ozljeda. Prije početka trčanja jako je važna sama priprema za trening, zagrijavanje i na kraju istezanje.

9. LITERATURA:

Keros, P., Pećina, M. (2006). Funkcijska anatomija lokomotornog sustava, Zagreb: Naknada Ljevak d.o.o. 2006.

Abraham, W. M., 1977 "Factors in delayed muscle soreness." Med.Sci.Sports 9: 11-20.

Allen MJ, O'Dwyer FG, Barnes MR, Belton IP, Finlay DB (1995) The value of 99Tcm-MDP bone scans in young patients with exercise-induced lower leg pain. Nucl Med Commun 16:88–91

Anuar K, Gurumoorthy P. Systematic review of the management of chronic compartment 2006.

Bates P (1985) Shin splints—a literature review. Br J Sports Med 19: 132–137

Batt ME (1995) Shin splints—a review of terminology. Clin J Sport Med 5:53–57

Beck BR, Osterig LR, Oregon E. Medial tibial stress syn- drome: the location of muscles in the leg in relation to symptoms. J Bone Joint Surg Am 1994 Jul; 76 (7): 1057-61

Beck BR. Tibial stress injuries: an aetiological review for the purposes of guiding management. Sports Med 1998 Oct; 26 (4): 265-79

Bell DG, Jacobs I (1986) Electro-mechanical response times and rate of force development in males and females. Med Sci Sports Exerc 18(1):31–36

Bennell KL, Malcolm SA, Thomas SA, Wark JD, Brukner PD (1996) The incidence and distribution of stress fractures in compet- itive track and field athletes. A twelve-month prospective study. Am J Sports Med 24(2):211–217

Bouche´ RT, Johnson CH. Medial tibial stress syndrome (tibial fasciitis): a proposed pathomechanical model in- volving fascial traction. J Am Podiatr Med Assoc 2007 Jan-Feb; 97 (1): 31-6

Buist I, Bredeweg SW, Bessem B, et al. Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. Br J Sports Med 2010 Jun; 44 (8): 598-604

Bhatt R, Lauder I, Finlay DB, et al. Correlation of bone scintigraphy and histological findings in medial tibial syndrome. Br J Sports Med 2000 Feb; 34 (1): 49-53

Blackman PG, Simmons LR, Crossley KM. Treatment of chronic exertional anterior 2008.

D'Ambrosia RD, Zelis RF, Chuinard RG, Wilmore J (1977) Interstitial pressure measurements in the anterior and posterior com- partments in athletes with shin splints. Am J Sports Med 5:127–131

Delacerda, F. G., 1980 "A study of the anatomical factors involved in shin splints". J.Orthop.Sports Phys.Ther. 2 (2): 55-59.

Derrick TR, Hamill J, Caldwell GE. Energy absorption of impacts during running at various stride lengths. Medicine and Science in Sports and Exercise 1998;30:128–35.

Devas, M. B., 1975 "Stress fractures." Churchill Livingstone, Edinburgh-London-New York. Exertional Compartment Syndrome. Arthrosc Tech 2015;4:e525-9.

Diebal AR, Gregory R, Alitz C, et al. Forefoot running improves pain and disability 2012.

Franke, K. (editor), 1977 Traumatologie des Sports. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin.

Fronek, J., S.J. Mubarak, A.R. Hargens, Y.F. Lee, D.H. Ger- shuni, S.R. Garfin and W.H. Akeson 1987 Management of chronic exertional anterior compartment syndrome of the lower extremity. Clin. Orthop. 220:217–227.

Gerow G, Matthews B, Jahn W, Gerow R (1993) Compartment syndrome and shin splints of the lower leg. J Manipulative Physiol Ther 16:245–252

Gudas CJ. Patterns of lower-Eextremity injury in 224 runners. Compr Ther 1980;9:50–59.

Hamstra-Wright KL, Bliven KC, Bay C. Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta- analysis. Br J Sports Med. 2015;49(6):362–369. .

Howard JL, Mohtadi NG, Wiley JP. Evaluation of outcomes in patients following 2000..

Irion V, Magnussen RA, Miller TL, et al. Return to activity following fasciotomy for 2014.

Johnell O, Rausing A, Wendeberg B et al (1982) Morphological bone changesinshinsplints. Clin OrthopRelatRes167:180–184.https://doi.org/10. 1097/00003086-198207000-00027

Kadel NJ, Teitz CC, Kronmal RA (1992) Stress fractures in ballet dancers. Am J Sports Med 20(4):445–449

Lauder TD, Stuart MJ, Amrami KK, Felmlee JP. Exertional compartment syndrome and the role of magnetic resonance imaging. Am J Phys Med Rehabil 2002; 81 :315 - 9.

Lecocq J, Isner-Horobeti ME, Dupeyron A, et al. [Exertional compartment syndrome]. 2014.

Levenston ME, Carter DR. An energy dissipation-based model for damage stimulated bone adaptation. Journal of Biomechanics 1998;31:579–86.

Lun V, Meeuwisse WH, Stergiou P, et al. Relation between running injury and static lower limb alignment in recrea- tional runners. Br J Sports Med 2004 Oct; 38 (5): 576-80

Mattila KT, Komu ME, Dahlstrom S, Koskinen SK, Heikkila J (1999) Medial tibial pain: a dynamic contrast-enhanced MRI study. Magn Reson Imaging 17:947–954

Mavor GE. The anterior tibial syndrome. J Bone Joint Surg Br 1956;38-b:513-7.

Michael RH, Holder LE. The soleus syndrome: a cause of medial tibial stress syndrome (shin splints). Am J Sports Med 1985 Mar-Apr; 13 (2): 87-94.

Milgrom C, Radeva-Petrova DR, Finestone A. The effect of muscle fatigue on in vivo tibial strains. J Biomech 2007; 40 (4): 845-50

Milgrom C, Giladi M, Stein M, Kashtan H, Margulies J, Chisin R, Steinberg R, Swissa A, Aharonson Z (1986) Medial tibial pain. A prospective study of its cause among military recruits. Clin Orthop Relat Res 213:167–171

Miller GJ, Purkey WW Jr (1980) The geometric properties of paired human tibiae. J Biomech 13(1):1–8

Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Fatigue-induced changes in decline running. Clinical Biomechanics 2001;16:207–12.

Moen MH, Tol JL, Weir A, Steunebrink M, De Winter TC. Medial tibial stress syndrome: a critical review. Sports Med. 2009;39(7):523–546.

Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. Open Access J Sports Med. 2013;4:229–241.

Nguyen JT, Peterson JS, Biswal S, Beaulieu CF, Fredericson M (2008) Stress-related injuries around the lesser trochanter in long- distance runners. AJR Am J Roentgenol 190:1616–1620

Orava, S. and Puranen, J., 1978 "Athlete exertion injuries." Ann.Chir.Gynaecol. 67: 58-65.

Pećina M, Bojanić I. Overuse Injuries of the Musculoskeletal System.Boca Raton: CRC press, 2003; 259 - 62.

Pećina M., Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje. Zagreb: Globus, 1992: 217 - 26.

Pedowitz RA, Hargens AR, Mubarak SJ, Gershuni DH. Modified criteria for the objective diagnosis of chronic compartment syndrome of the leg. Am J Sports Med 1990; 18: 35–40

Pepper M, Akuthota V, McCarty EC (2006) The pathophysiology of stress fractures. Clin Sports Med 25(1):1–16. doi:10.1016/j.csm. 2005.08.010, vii

Puranen J. The medial tibial syndrome: exercise ischaemia in the medial fascial compartment of the leg. J Bone Joint Surg Br. 1974;56-B:712-715.

Radin EL. Role of muscles in protecting athletes from injury. Acta Med Scand Suppl 1986; 711: 143-7

Raissi GR, Cherati AD, Mansoori KD, Razi MD. The relationship between lower extremity alignment and medial tibial stress syndrome among non-professional athletes. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2009;1(1):11.

Rajasekaran S, Hall MM. Nonoperative Management of Chronic Exertional

Rauh MJ, Koepsell TD, Rivara FP, et al. Epidemiology of musculoskeletal injuries among high school cross-country runners. Am J Epidemiol 2006 Jan; 163 (2): 151-9

Renstrom P, Johnson RJ (1985) Overuse injuries in sports. A review. Sports Med 2:316–333

Rigotti NA, NeerRM,Skates SJ,HerzogDB,NussbaumSR(1991) The clinical course of osteoporosis in anorexia nervosa. A longitu- dinal study of cortical bone mass. JAMA 265(9):1133–1138

Root, M. L., Orien, W. P. and Weed, J. H., 1977 "Normal and abnor- mal function of the foot". Clinical Biomechanics Corporation, Los Angeles. Vol. 2.

Rosen, CJ, American Society for Boneand Mineral Research(2008) Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism, 7th edn. American Society for Bone and Mineral Research,

Ruohola JS, Kiuru MJ, Pihlajamaki HK. Fatigue bone injuries causing anterior lower leg pain. Clin Orthop Relat Res 2006; 444:216–223

Satterthwaite P, Norton R, Larmer P, et al. Risk factors for injuries and other health problems sustained in a mara- thon. Br J Sports Med 1999 Feb; 33 (1): 22-6

Sheehan, G. A., 1977 "An overview of overuse syndromes in distance runners". The Marathon: Physiological, Medical, Epidemiological and Psychological Studies. New York Academy of Sciences, New York. Vol. 301.

Slocum, D. B. and James, S. L., 1968 "Biomechanics of running". JAMA 205 (11): 97-104.

Smerdelj, M., Madjarević, M., Oremuš, K.(2001) Sindromi prenaprezanja na potkoljenici i stopalu. Arh Hig Rada Toksikol 2001;52:451-46

Snook, G. A., 1975. "Intermittent claudication in athletes." Amer.J.Sports Med. 3: 71-75.

Sobhani V, Shakibaee A, Khatibi Aghda A, Emami Meybodi MK, Delavari A, Jahandideh D. Studying the relation between medial tibial stress syndrome and anatomic and anthropometric characteristics of military male personnel. Asian J Sports Med. 2015;6(2):e23811

Subotnik, S. I., 1976 "The shin splints syndrome of the lower extre- mity". J.Am.Podiatry Assoc. 66 (1): 43-45.

Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, et al. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. Br J Sports Med 2002 Apr; 36 (2): 95-101

Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The prevention of shin splints in sports: a Systematic review of literature. Med Sci Sports Exerc 2002;34:32–40.

Thain LM, Lee SL, Downey DB. Ultrasonography of the lower leg: technique, anatomy, and pathologic conditions. Can Assoc Radiol J 2001; 52 :325 - 36.

Tweed JL,AvilSJ, CampbellJA,Barnes MR (2008)Etiologicfactors in the development of medial tibial stress syndrome: a review of the literature. J Am Podiatr Med Assoc 98:107–111

Vajapey, S. & Timothy L. Miller (2017): Evaluation, diagnosis, and treatment of chronic exertional compartment syndrome: a review of current literature, The Physician and Sportsmedicine

Van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, et al. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. Br J Sports Med 2007 Aug; 41 (8): 469-80

Van Middelkoop M, Kolkman J, Van Ochten J, et al. Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. Scand J Med Sci Sports 2008 Dec; 18 (6): 691-7 2.

Voleti PB, Lebrun DG, Roth CA, (2015) et al. Endoscopic Thermal Fasciotomy for Chronic.

Warden SJ, Burr DB, Brukner PD. Stress fractures: pathophysiology, epidemiology, and risk factors. Current Osteoporosis Reports 2006;4:103–9.

Washington, D.C 4. Simon SR, American Academy of Orthopaedic Surgeons (1994) Orthopaedic basic science. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, Ill

Williams PT., Relationship of distance run per week to cor- onary heart disease risk factors in 8283 male runners: the National Runners' Health Study. Arch Intern Med 1997 Jan; 157 (2): 191-8

Winter DA., Moments of force and mechanical power in jogging. J Biomech 1983; 16(1): 9-7

Whittle MW. Generation and attenuation of transient impulsive forces beneath the foot: a review. Gait & Posture 1999;10:264–75. doi:10.1016/s0966-6362(99)00041-7.

Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. Am J Sports Med. 2004;32(3):772–780.

Zadpoor AA, Nikooyan AA. The effects of lower-extremity muscle fatigue on the vertical ground reaction force: A meta-analysis. Journal of Engineering in Medicine 2012;226:579–88. doi:10.1177/0954411912447021.

Zernicke RF, McNitt-Gray J, Otis C,Loitz B, Salem G, Finerman G (1994) Stress fractures risk assessment among elite collegiate wom- en runners. J Biomech 27(6):854