

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija
APLIKATIVNA KINEZILOGIJA

**NAJPOGOSTEJŠE POŠKODBE TEKAČEV
IN GIBALNO-TERAPEVTSKI PRISTOPI K
PREVENTIVI**

Diplomska naloga

MENTOR

izr. prof. dr. Nejc Šarabon

Avtor

ŽIGA KOZINC

SOMENTOR

asist. Jernej Rošker

Izola, september 2016

Ime in PRIIMEK: Žiga KOZINC

Naslov diplomske naloge: Najpogostejše poškodbe tekačev in gibalno-terapevtski pristopi k preventivi

Kraj: Izola

Leto: 2016

Število listov: 46 Število slik: 5 Število tabel: 4

Število prilog: 0 Št. strani prilog: 0

Število referenc: 57

Mentor: izr. prof. dr. Nejc Šarabon

Somentor: asist. Jernej Rošker

UDK:

Ključne besede: tekači, vadba, moč, gibljivost, dejavniki tveganja

Povzetek: Tek je ena najpriljubljenejših gibalnih/športnih aktivnosti. Tekači so izpostavljeni predvsem kroničnim oz. preobremenitvenim poškodbam. Na področju preprečevanja tovrstnih poškodb je relativno malo znanega. Namen te naloge je napraviti pregled študij o preventivnih vplivih gibalno-terapevtskih intervencij pri tekačih. Upoštevali smo tako študije z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino, ki so preučevale neposreden vpliv intervencij na incidenco tekaških poškodb, študije, ki so preučevale vpliv intervencij na znane dejavnike tveganja za nastanek poškodb kot tudi študije, ki so iskale nove dejavnike tveganja, ki jih lahko z gibalno terapijo omilimo ali izničimo. Na podlagi zbranih podatkov lahko potrdimo kot dejavnik tveganja prekomerno pronacijo stopala. Ostali, še ne zanesljivo potrjeni so: povečan primik kolka med fazo opore, šibkost odmikalk kolka, šibkost mišic kolena in kolka. Kot učinkovite so se izkazale intervencije, ki vadečemu posredujejo informacije o silah med tekom. Od strogo gibalno-terapevtskih vsebin so najbolj obetavne vaje za sukalko kolka v enonožni stoji. Študij, ki bi potrdile vplive vadbe gibljivosti ali ravnotežja na incidenco poškodb pri teku nismo našli. Naše ugotovitve kažejo na to, da je v gibalno-terapevtski program tekačev smiselno vključevati predvsem vadbo moči in vaje za odpravo morebitnih ugotovljenih dejavnikov tveganja.

Name and SURNAME: Žiga KOZINC

Title of bachelor thesis: Most common running injuries and kinesiotherapeutic approaches to prevention

Place: Izola

Year: 2016

Number of pages: 46 Number of pictures: 5 Number of tables: 4

Number of enclosures: 0 Number of enclosure pages: 0

Number of references: 57

Mentor: izr. prof. dr. Nejc Šarabon

Co-mentor: asist. Jernej Rožker

UDK:

Key words: runners, workout, strength, flexibility, risk factors

Abstract: Running is one of the most popular physical/sports activities. Runners are particularly prone to develop a chronic (overuse) injury. Little is known on how to prevent such injuries. In this thesis, we reviewed the articles that evaluated kinesiotherapeutic approaches to running injury prevention. We included randomized control trials, which evaluated direct impact of kinesiotherapeutic interventions on injury incidence, trials that studied impact of interventions on known injury risk factors, and studies that looked for new risk factors, manageable by kinesiotherapy. Based on collected articles, we can confirm excessive foot pronation as a major risk factor. Others, not definitively confirmed are increased hip abduction during support phase, hip abductor muscle weakness and the general weakness of hip and knee musculature. Interventions that provide runners with information about impact forces during running are promising. Exercises for hip rotators in one-legged stance are also effective. We found no studies confirming preventive effect of stretching or balance exercises. Our findings suggest that including strength training in runners training regimen is effective. Potentially identified risk factors should also be addressed.

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
UNIVERSITÀ DEL LITORALE / UNIVERSITY OF PRIMORSKA

FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE NATURALI E TECNOLOGIE INFORMATICHE
FACULTY OF MATHEMATICS, NATURAL SCIENCES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Glagoljaška 8, SI - 6000 Koper

Tel.: (+386 5) 611 75 70

Fax: (+386 5) 611 75 71

www.famnit.upr.si

info@famnit.upr.si



UNIVERZA NA PRIMORSKEM
UNIVERSITÀ DEL LITORALE
UNIVERSITY OF PRIMORSKA

Titov trg 4, SI – 6000 Koper
Tel.: + 386 5 611 75 00
Fax.: + 386 5 611 75 30
E-mail: info@upr.si
<http://www.upr.si>

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKE NALOGE

Podpisani/a Žiga Kozinc študent dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje Aplikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Najpogostejše poškodbe tekačev in gibalno-terapevtski pristopi k preventivi

- rezultat lastnega dela,
- so rezultati korektno navedeni in
- nisem kršil/a pravic intelektualne lastnine drugih.

Soglašam z objavo elektronske verzije diplomske naloge v zbirki »Dela UP FAMNIT« ter zagotavljam, da je elektronska oblika diplomske naloge identična tiskani.

Podpis študent/ke:

V Izoli, dne 13. 09. 2016

ZAHVALA

Mentorju izr. prof. dr. Nejcu Šarabonu se zahvaljujem za vso pomoč, nasvete in podporo pri izdelavi zaključne naloge.

Prav tako se za pomoč zahvaljujem somentorju asist. Jerneju Rožkerju.

Hvala tudi moji družini za podporo med časom študija.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Biomehanske značilnosti teka	2
1.1.1 Kinematika teka	3
1.1.2 Sile in mišično delo	4
1.1.3 Pomen obutve	6
2 PREDMET, PROBLEM, NAMEN	8
2.1 Opis in etiologija najpogostejših tekaških poškodb.....	9
2.2 Obstoječe znanje o preventivi tekaških poškodb.....	11
3 CILJI IN HIPOTEZE.....	13
3.1 Cilji	13
3.2 Hipoteze	13
4 METODE DELA.....	14
5 REZULTATI	15
5.1 Meta analiza	15
5.2 Ostale študije z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino	19
5.3 Prospektivne študije	22
5.4 Retrospektivne študije	28
5.5 Ostale študije	28
6 DISKUSIJA.....	30
7 VIRI IN LITERATURA	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Cikel tekaškega koraka	2
Slika 2: Sila reakcije podlage na stopalo.....	5
Slika 3: Meta – analiza študij z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino	15
Slika 4: Izvedba zasukov preko kolka v enonožni stoji z dotikanjem oddaljenih točk	22
Slika 5: Zasuk medenice v enonožni stoji	23

KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki o študijah, vključenih v meta-analizo	18
Tabela 2: Ostale študije z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino	21
Tabela 3: Prospektivni študiji z intervencijo	26
Tabela 4: Pregled ostalih prospektivnih študij.....	27

1 UVOD

Tek velja za eno najpriljubljenejših aktivnosti na svetu, še posebej v zadnjih letih, ko število aktivnih tekačev močno narašča. V največji meri gre to pripisati preprostosti, cenovni dostopnosti in številnim pozitivnim učinkom. Z rednim tekom povečamo telesno vzdržljivost ter srčno-žilno in dihalno zmogljivost. Poleg tega krepimo imunski sistem, zmanjšamo možnost za nastanek sladkorne bolezni (Williams & Thompson, 2013) in rakavih obolenj (Duncan, Harris & Ardies, 1997) ter pozitivno vplivamo na psihične in duševne lastnosti. Pri ženskah tek omili simptome predmenstrualne napetosti in zmanjša neugodje med menstruacijo (Barder, 2010). Človeški organizem je med najbolj vzdržljivo sposobnimi in prilagodljivimi. S pravo mero treninga je človek z dobro genetsko predispozicijo sposoben teči dlje kot katera koli vrsta na svetu. Tudi njegove anatomske, fiziološke in druge lastnosti so v primerjavi z lastnostmi živali boljše za premagovanje dolgotrajnih naporov (Stipp, 2012).

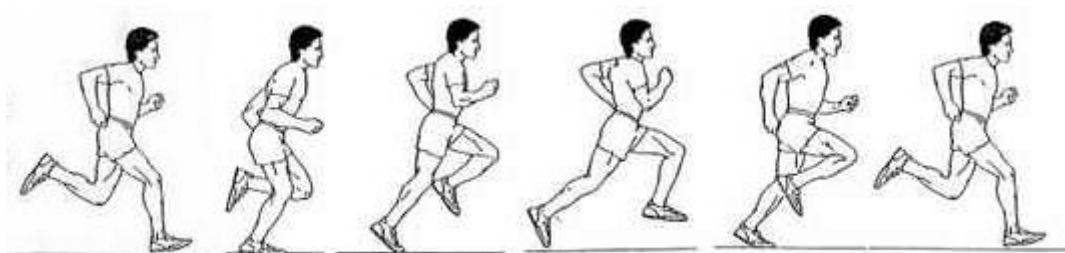
Kljub temu, da je vzdržljivostni tek nekontaktna, aerobna in koordinacijsko relativno nezahtevna aktivnost, se pri tekačih poškodbe pojavljajo dokaj pogosto. Večji del predstavljajo kronične oziroma preobremenitvene poškodbe. Nekatere zahtevajo le krajše prenehanje aktivnosti, druge gibalno-terapevtsko obravnavo ali celo operativni poseg. V tej nalogi se bomo osredotočili predvsem na preventivo poškodb. Tekiška poškodba nastane, ko kombinacija notranjih in zunanjih dejavnikov preseže tolerančno mejo tekačevega telesa oziroma njegovih tkiv. Notranji dejavniki so gibalne sposobnosti posameznika (moč, gibljivost, itd.) ter njegove telesne (morfološke, fiziološke, itd.) in druge (osebnostne, kognitivne, itd.) značilnosti, zunanji pa trenažna površina, metode treninga, obutev ipd. (Johnston, Taunton, Lloyd-Smith & McKenzie, 2003). Najbolj izpostavljeni so začetniki, ki ne upoštevajo načela postopnosti in sistematičnosti vadbe. Ker tudi pri izkušenih tekačih določeno tveganje ostaja, je smiselno razmišljati o različnih intervencijah, ki bi to tveganje kar se da znižale.

Najbolj pogosto opaženi ukrepi za preprečevanje poškodb s strani tekačev, tekaških trenerjev in drugih so: izbira primerne obutve, ogrevanje, raztezne vaje, učenje pravilne tehnike teka ter postopnost v povečevanju količine in intenzivnosti. V literaturi zasledimo še številne druge, opravljenih je bilo tudi nekaj sistematičnih pregledov znanstvenih objav na to temo. V tej nalogi se bomo osredotočili predvsem na gibalno-terapevtske pristope. S pregledom znanstvene literature bomo analizirali uporabnost gibalno-terapevtskih intervencij za preprečevanje tekaških poškodb in poskušali določiti dejavnike tveganja, ki jih lahko z gibalno-terapevtskimi pristopi zmanjšamo.

1.1 Biomehanske značilnosti teka

Cikel tekaškega koraka se prične, ko ena od nog pride v stik s podlago, in zaključi, ko se ista noga podlage dotakne ponovno. V enem ciklu se pri vsaki nogi izmenjata po ena oporna faza in faza zamaha. Prvi del oporne faze predstavlja *faza sprednje opore*, ki traja od trenutka prvega stika s podlago do trenutka, ko je stegno oporne noge postavljeno vertikalno glede na podlago. Tu sledi prehod v *fazo zadnje opore*, ki traja dokler stopalo ne zapusti podlage. Naslednja faza je *faza zadnjega zamaha*, ki traja do vertikalne postavitve stegna zamašne noge. Cikel končuje *faza sprednjega zamaha*, ki traja do prvega kontakta zamašne noge s podlago (Novachek, 1998). V biomehanskih obravnavah se meritve pogosto odvzame v naslednjih ključnih točkah: trenutek prvega kontakta (pričetek amortizacije), trenutek maksimalnega upogiba kolena (konec amortizacije in pričetek propulzivne faze), trenutek odriva, začetek prvega dela zamašne faze (začetek prenosa noge naprej), zaključek prvega dela faze zamaha (maksimalni upogib v kolku) ter drugi del faze zamaha, v kateri pride do iztega kolena ter gibanja noge navzdol, do trenutka kontakta s podlago (Slika 1).

Slika 1: Cikel tekaškega koraka



Vir: Bachand, 2014. Od leve proti desni: prvi kontakt, maksimalni upogib kolena, odriv, začetek prvega dela faze zamaha, konec prvega dela faze zamaha, konec faze zamaha

Glavna razlika med hojo in tekom je, da pri slednjem določen čas nobena od nog ni v stiku s podlago, kar imenujemo faza leta. Pri hoji faza opore traja več kot polovico celotnega cikla, posledično sta nekaj časa obe nogi hkrati v stiku s podlago. Hitrejši kot je tek, manjši del cikla predstavlja faza opore. Pri vrhunskih sprinterjih traja le dobro petino cikla, pri počasnem teku do 40 % cikla. S povečevanjem hitrosti se povečujeta tako dolžina kot frekvenca korakov. Dolžina koraka je razdalja med točkama prvega kontakta ene noge in nasprotne noge. Frekvenca je opredeljena kot število korakov v sekundi in se izraža v hercih. Pri stopnjevanju hitrosti od počasnega teka se oba parametra povečujeta bolj ali manj linearno, od hitrosti sedmih metrov na sekundo (25 km/h) naprej se povečevanje dolžine koraka upočasni, frekvenca pa narašča hitreje. Pri teku navzdol se dolžina koraka poveča, posledično se frekvenca pri isti hitrosti zniža. Pri teku v klanec prihaja do obratnega

pojava. Nižji tekači imajo praviloma večjo frekvenco korakov, medtem ko imajo višji poudarjeno dolžino (Williams, 1985).

1.1.1 Kinematika teka

Kinematika je področje mehanike, ki opisuje gibanja brez ozira na njihove vzroke - sile (Supej, 2011). Pri kinematični analizi teka proučujemo predvsem hitrosti, kote in pozicije posameznih telesnih segmentov v različnih fazah tekaškega cikla.

Največji obsegi gibov se dogajajo v bočni ravnini. Pri prehodu od hoje proti teku in nazadnje v sprint sta trup in medenica vedno bolj nagnjena naprej. Obseg giba medenice je majhen ne glede na hitrost teka, kar zagotavlja stabilnost in največji izkoristek energije (Novachek, 1998). Ob stiku s podlago je medenica v 10° sprednjega nagiba, skozi fazo opore se nagne do maksimalno 20° , med fazo leta pa se ponovno nagne nazaj (Nicola & Jewison, 2012). V kolku prihaja do iztega (na koncu faze zamaha in v fazi opore) ter upogiba (v fazi zamaha). Pri submaksimalnih hitrostih znaša upogib največ 65° (ob zaključku prvega dela zamaha). Izteg znaša do 11° (ob odzivu). Amplitudi sta močno odvisni od tehnike in hitrosti teka, skupni obseg giba redko preseže 60° . V kolenskem sklepu je ob kontaktu s podlago $20\text{-}25^\circ$ upogiba, ki se povečuje do sredine faze opore, ko znaša do 45° , nato se koleno izteguje do odziva, ob katerem je v 25° upogiba. V fazi zamaha pride do še večjega upogiba, ki znaša od 90° do 130° , odvisno od hitrosti in tehnike. V drugem delu zamaha pride ponovno do iztegovanja, ki traja do stika s podlago. Do največjih razlik med posamezniki prihaja pri kinematiki gležnja. Če izvzamemo sprint, pride pri večini tekačev peta v stik s tlemi pred sprednjim delom stopala. V tej točki je gleženj blizu nevtralnega položaja ali v upogibu do 10° . Najprej se gleženj nekoliko iztegne, nato do konca amortizacijskega dela pride do 20° upogiba. Po koncu amortizacije se spet začneja pomikati v smer iztega, ki ob odzivu znaša povprečno 20° . Narašča še nekaj časa po odzivu, nakar se med zamahom gleženj spet pomakne v položaj s katerim začneja fazo opore (Nicola & Jewison, 2012).

V čelni ravnini so amplitude gibov manjše. Medenica se med prvo polovico faze opore rotira, tako da se na strani zamašne noge spusti (ang. pelvic drop), nato se vrača v nevtralni položaj do konca faze leta. Zaradi tega pride do kompenzacije v trupu, v katerem pride do lateralnega upogiba proti strani oporne noge. Amplitudi teh gibov sta praviloma majhni (pod 10°), povečani sta lahko ob slabi tehniki in šibkosti mišic trupa ter kolka. Podobno velja za obseg giba v kolku, ki v obe smeri znaša do 15° . Največji primik je prisoten na sredini oporne faze, največji odmik sredi faze zamaha. Do večjih gibov pride v

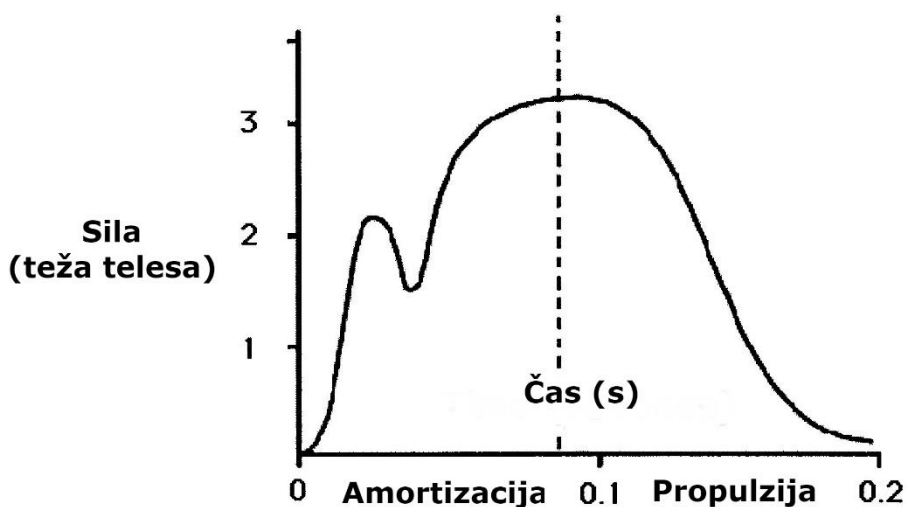
gležnju, v katerem pri dotiku s podlago 6-8° inverzije, skozi fazo odriva pa se pomakne v 6-8° everzije. Ta je merilo pronacije stopala, ki povzroča pretiran notranji zasuk kolka in valgus v kolenu, če je izrazitejša.

V horizontalni ravnini so amplitude gibov še manjše, zato z vidika merjenja, analize in razumevanja predstavljajo največji izziv. Medenica se suče za 10° v obe smeri. V sredini faze zamaha je na strani zamašne noge v največjem notranjem zasuku (pomaknjena najbolj naprej), istočasno je v največji zunanem zasuku na nasprotni nogi, ki je v sredini faze opore. Gibanje zgornjega dela trupa in rok je zrcalno gibanju medenice – gib desnega dela medenice naprej sovпада z gibom leve roke naprej. Kolk je ves čas nekoliko zasukan navznoter, največ sredi faze zamaha (10°). V kolenu so premiki minimalni. V gležnju med fazo opore pride do minimalnega odmika, ki je drugi od treh sestavnih delov prej omenjene pronacije stopala (tretji je upogib). Pronacija je povsem normalno gibanje in je ključna za ustrezno amortizacijo sil v prvem delu faze opore. Tveganje predstavlja le če je prekomerna.

1.1.2 Sile in mišično delo

Veda, ki v nasprotju s kinematiko preučuje gibanje pod vplivom sil se imenuje dinamika (Supej, 2011). Pri teku obravnava sklepne navore, generiranje in prenos sil ter pritisk na podlago. Najbolj preučevan in pomemben za učinkovit ter varen tek je način udarca noge ob tla. Sile reakcije podlage lahko presežejo tudi trikratnik telesne teže tekača. Pri sprintu se prvi dotik praviloma zgodi s sprednjim delom stopala, medtem ko pri daljšem teku peta večine tekačev prva udari ob podlago. Slika 2 prikazuje silo reakcije podlage na stopalo med fazo opore. Prvi vrh krivulja doseže ob udarcu s peto. Drugi vrh predstavlja točko v času prehoda iz faze amortizacije v fazo generiranja propulzivne sile. Center pritiska (COP) je ob prvem stiku na lateralni strani pete, nato se hitro pomakne naprej in medialno. Kasneje je lociran med bazo prve in druge metatarzalne kosti. Na trajektorijo COP močno vpliva obutev, vendar ob enakem gibanju centra mase telesa ne spremeni krivulje reakcijske sile podlage (Novachek, 1998). V primeru teka po srednjem ali sprednjem delu stopala prvega vrha krivulje vertikalne sile ni, ali pa je manj izrazit. Problem udarca s peto je med drugim manjši izkoristek elastične energije, ki se med amortizacijo "shrani" v mišicah in tetivah. Pri teku po sprednjem delu stopala namreč takoj pride do upogiba, ki traja do začetka propulzije, medtem ko se pri udarcu na peto amortiziranje z upogibom začne kasneje. Skupno tako traja manj časa, posledično se manj energije prenese v naslednjo fazo.

Slika 2: Sila reakcije podlage na stopalo



Vir: Novachek, 1998. Navpična prekinjena črta predstavlja konec amortizacije.

Pri tekačih, ki tečejo z udarcem na peto se pogosto v biomehanski obravnavi pomeri kot med stopalom in podlago ob prvem stiku s podalگو. Izraziti koti so povezani s še večjo izgubo energije in večjimi obremenitvami, predvsem za kolenski sklep (Souza, 2016). Dejavniki tveganja, pogosto merjeni in analizirani v študijah, so povprečen prirast vertikalne sile (ang. vertical average loading rate), največji prirast vertikalne sile (ang. instantaneous vertical force loading rate) in najvišja vertikalna sila (ang. vertical force impact peak) pri prvem udarcu s peto. Zadnji parameter se nanaša na višino vrha krivulje sile, medtem ko ostala dva predstavljata največji in povprečni prirast sile. Praviloma se merita v območju 20-80% od začetka do konca prirastka sile udarca s peto.

Vzorec mišične aktivacije se s hitrostjo teka spreminja, a glavni generatorji sil so vedno iste mišice. Iztegovalke kolka so aktivne v drugem delu zamaha in prvem delu faze opore, upogibalke kolka v prvem delu zamaha. Med celotno fazo opore prispevajo delež iztegovalke kolena, iztegovalke gležnja in odmikalke kolka. Pred začetkom koncentrične kontrakcije se te mišice skupaj s tetivami raztegujejo. Predvsem slednje zaradi svojih elastičnih lastnosti prenesejo del energije (do 95%) v propulzivni del oporne faze. Primik v kolku pred začetkom propulzije je del amortizacijskega mehanizma, skupaj z upogibom kolena in upogibom gležnja. S primikom kolka se stopalo približa projekciji centra mase telesa, kar omogoča minimalne premike glave, trupa in rok. Novachek (1998) je podal razmerje prispevkov sil posameznih mišičnih skupin. Med dolgotrajnim tekom prispevajo največ mišice gležnja (41%), sledijo iztegovalke kolena (22%), upogibalke kolka (20%) in iztegovalke kolka (14%). Odmikalke kolka imajo v primerjavi z ostalimi mišicami relativno

majhen prispevek (3%). Pri hoji še večji del sil odpade na mišice gležnja (53%), medtem ko se pri sprintu poveča delež prispevka iztegovalk (24%) in upogibalk kolka (25%).

1.1.3 Pomen obutve

Izbira primerne obutve se pogosto omenja med ključnimi dejavniki preventive poškodb in ekonomičnosti teka. Pomembna je že sama masa čevlja, saj prevelika povzroči dodatne energijske zahteve. Nekaj moramo dati tudi na sam občutek oziroma udobje v čevlju. Najpomembnejše je izbrati pravilno med pravimi tipi čevlja, ki se v grobem delijo v štiri kategorije, tipično označene z angleškimi besednimi zvezami:

- Motion control (So najbolj trdi in težki ter nudijo največ opore stolpnemu loku. Namenjeni so tekačem s previsoko telesno težo, ploskim stopalom ali zelo visoko pronacijo stopala. Omejujejo gibanje v gležnju, kar je bistveno pri čezmerni pronaciji);
- Cushioned/Neutral (namenjeni tekačem z normalno kinematiko gležnja ali supinacijo. Nudijo nekaj opore stopalnemu loku in so močnejše oblazinjeni, da znižujejo sile ob udarcu. Te naj bi bile najvišje pri tekačih s prekomerno supinacijo, saj imajo ti najbolj tog gleženj in s tem manj učinkovito amortizacijo. Modeli čevljev se razlikujejo po količini oziroma debelini oblazinjenja. Mnogi proizvajalci dodajajo v določene dele čevlja gel ali druge substance, ki naj bi še v večji meri ublažili sile na stopalo);
- Stability (So kombinacija zgornjih dveh tipov in so namenjeni tekačem z manjšo ali zmerno pronacijo stopala med tekom. Imajo okrepljen notranji del podplata, nudijo tudi nekaj blaženja sil z oblazinjenjem);
- Minimalist (namenjeni posnemanju bosonogega teka, a nudijo tudi nekaj zaščite).

Izbira primernega tipa je pomembna predvsem zato, da se pritisk v fazi opore enakomerno porazdeli po celem stopalu. Tekoč s prekomerno supinacijo bi ob neprimernem čevlju večji del pritiska prenesel preko zunanjšega dela stopala, s prekomerno pronacijo pa po medialnem delu. Tekoč z nevtralno kinematiko gležnja naj bi po večini lahko shajali skoraj z vsakim čevljem. V kolikšni meri je izbira čevlja resnično pomembna še ni dodobra raziskano. Knapik, Trone, Tchandja & Jones (2014) so ugotavljali, ali bo izbira obutve glede na tip stopala vplivala na incidenco poškodb pri vojaki. Tako pri ženskah kot pri moških ni prišlo do razlik.

Predlagano je bilo tudi, da se pri tekaških čevljih dodatno dvigne petni del, z uporabo enakega materiala kot za že obstoječe blazinjenje čevljev. S tem naj bi zmanjšali obremenitev Ahilove tetive. Raziskave so pokazale, da je bilo poškodb ob uporabi takih

čevljev enako ali celo več. Hkrati je gleženj med fazo opore zaradi dvignjene pete v položaju, kjer je občutno oslABLJENA propriocepcija (Richards, Magin & Callister, 2009).

V zadnjem času je izjemo popularen tek v minimalistični obutvi ali brez obutve. Kinematika gležnja bosonogih tekačev je drugačna, saj jih veliko več pristaja na sprednji ali srednji del stopala kot na peto. Zaradi obutve naj bi mišice gležnja delovale precej pasivneje kot pri bosem teku. Pri bosih tekačih je opaziti večje delovanje mišic stopala, kar znižuje napetost plantarne fascije. Bosonogi tek seveda ni brez slabosti, problem je predvsem v pojavnosti ran in podobnih poškodb. Nekateri avtorji navajajo tudi, da je v predelu gležnja poškodb več (Kaplan, 2014).

2 PREDMET, PROBLEM, NAMEN

Poškodbe mišično-skeletnega sistema se v grobem delijo na akutne in kronične (preobremenitvene). Akutne poškodbe nastanejo ob delovanju enkratnega vzroka (npr. padca, udarca). Kronične se pojavijo zaradi ponavljajočih se submaksimalnih obremenitev. Mikropoškodbe, ki se sčasoma akumulirajo v tkivu, privedejo do vnetja, bolečine in disfunkcije. Glede na prisotnost bolečine so kronične poškodbe klasificirane na štiri stopnje:

- 1. stopnja: bolečina, prisotna samo po aktivnosti;
- 2. stopnja: bolečina tudi med aktivnostjo, a ne vpliva na aktivnost;
- 3. stopnja: bolečina tudi med aktivnostjo, ta je omejena oziroma otežena;
- 4. stopnja: bolečina ne izzveni niti v mirovanju.

Na nastanek kronične poškodbe vplivajo tako notranji dejavniki (npr. anatomske nepravilnosti, nesorazmerna moč mišic, itd.) in zunanji dejavniki (oprema, obutev, trenajna površina, itd.). Na nekatere kronične poškodbe vplivajo tudi degenerativni procesi mišično-skeletnega sistema (McCarty, Walsh, Hald, Peter & Mellion, 2010).

Številni avtorji so poskušali določiti incidenco za nastanek poškodbe pri teku. Tveganje je najprimerneje izražati na časovno enoto izpostavljenosti. Različne študije so zabeležile 6,8-59 poškodb na 1000 ur teka. Lopez, Junior, Yeung & Costa (2012) so opravili pregled visoko kakovostnih študij, ki so ugotovljale pogostost posameznih mišično-skeletnih tekaških poškodb. V osmih študijah so našli 28 različnih poškodb. Ugotovili so, da je incidenca za nastanek pri tekačih največja za stresni sindrom golenice (13,6-20,0%), tendinopatijo Ahilove tetive (9,1-10,9%), tendinopatijo patelarnega ligamenta (5,5-22,7%), plantarni fascilitis (4,5-10,0%), zvin gležnja (10,9-15,0%), sindrom iliotibialnega trakta (1,8-9,1%), poškodbo stegenskih strun (10,9%) in stresni zlom golenice (9,1%). Večina poškodb odpade na stopalo, gleženj in golen. Pri ultramaratonskih tekačih sta najpogostejša tendinopatija Ahilove tetive in patelofemoralni sindrom. Relativno nizka pojavnost slednjega pri tekačih nasploh (5,5%) je bila s strani avtorjev ugotovljena samo na podlagi ene študije. Najpogostejše kronične poškodbe so v naslednjem podpoglavju podrobneje opisane.

2.1 Opis in etiologija najpogostejših tekaških poškodb

Stresni sindrom golenice oziroma medialni tibialni stresni sindrom (MTSS) je opredeljen kot bolečina na postero-medialnem delu spodnje tretjine golenice. Bolečina izvira iz vezivnih vlaken, ki iz fascije medialnega dela m. soleus prehajajo v pokostnico na sprednji strani golenice (Craig, 2008). Pogost je pri tekačih, vojaških rekrutih in športnikih, ki veliko skačejo. Največkrat se pojavi ob pričetku sezone, najbolj boleč pa je med samo vadbo. V mnogih primerih je počitek zadosten ukrep, sindrom pogosto izgine v nekaj urah ali dneh. Bolečina ni lokalizirana v majhno področje, kar ga loči od stresnega zloma golenice. Pasivni premiki gležnja praviloma na bolečino ne vplivajo (Putukian, McCarty & Sebastianelli, 2010). Nastanek MTSS se največkrat povezuje s prehitrim preskokom v količini ali intenzivnosti vadbe. Hamstra-Wright, Huxel Bliven & Bay (2015) so ugotovili, da tveganje povečujejo še naslednji dejavniki: indeks telesne mase, obseg iztega gležnja, obseg zunanjšega zasuka kolka in pronacija stopala v mirovanju. Zaradi pomanjkanja znanja o mehanizmu nastanka MTSS je tako zdravljenje kot preventiva velik izziv.

Na področju poškodb tetiv je terminologija nekoliko konfuzna in neenotna med avtorji. V večini raziskav se za kronične bolečine tetive uporablja izraz tendinopatija. Ta termin zajame tako tendinitis (vnetje tetive), tendinozo (degeneracijo tetive) in tenosinovitis (vnetje tetivnih ovojníc). Na nekaterih mestih gre lahko tudi za vnetje bližnjih sluznih vrečk oziroma burz. Na splošno govorimo o tendinopatiji, ko je tetiva boleča in otekla ter povzroča disfunkcionalno gibanje. Za nastanek tendinopatije Ahilove tetive je bilo predlaganih in preučevanih več notranjih (slaba gibljivost spodnjega skočnega sklepa, nesorazmerje dolžine udov, znižan obseg upogiba gležnja ob iztegnjenem kolenu ter razni presnovni in endokrini dejavniki) in zunanjih (nenadne spremembe režima treningov, slaba tehnika, obutev) dejavnikov tveganja. Največje tveganje kot kaže predstavlja čezmerna pronacija gležnja v fazi amortizacije (Wilder & Sethi, 2004). Patelarna tendinopatija, imenovana tudi skakalno koleno, je najbolj pogosta pri športih, ki vključujejo veliko skakanja, kot sta košarka in odbojka. A vendarle predstavlja tudi dobršen delež tekaških poškodb. Bolečina se v tem primeru pojavi na delu patelarnega ligamenta pod pogačico. Ugotovljeni dejavniki tveganja so zelo podobni kot pri tendinopatiji Ahilove tetive, le da je tu še bolj izpostavljena prevelika količina vadbe (Rutland idr., 2010).

Plantarni fascilitis je najpogostejši vzrok za bolečine v območju pete. Največja incidenca za nastanek pri običajni populaciji je v starostnem obdobju 40-60 let, medtem ko je pri tekačih pogostejši v mladostnem obdobju. V preteklosti je veljalo, se bolečina pojavi zaradi vnetja plantarne fascije, vezivnih vlaken, ki potekajo od petnice proti kostem prstov. Kasneje so ugotovili, da gre pravzaprav za degenerativne spremembe fascije, ki so

posledica preobremenitev. Bolečina je v večini primerov locirana na posteriornem delu stopala, pod petnico. Najbolj izrazita je v prvih nekaj korakih po daljšem počitku. Razlogi za nastanek plantarnega fascilitisa so še slabo raziskani. Kot večino kroničnih poškodb ga povezujejo s prekomerno obremenitvijo, slabo tehniko, obutvijo in trenajžno podlago. Kot kaže so dejavniki tveganja tudi kratka Ahilova tetiva, zmanjšan obseg upogiba gležnja in čezmerna pronacija stopala (Buchbinder, 2004).

Poškodba, še posebej značilna za tekače, je sindrom iliotibialnega trakta. Opazimo ga tudi pri kolesarjih, dvigalcih uteži in smučarjih. Iliotibialni trakt je vezivno tkivo na lateralni strani spodnje okončine, ki povezuje koleno z medenico, objema m. tensor fasciae latae, povezan pa je tudi z m. gluteus maximus, m. gluteus medius in ledveno fascijo (Bučar, 2009). Bolečina se pojavi na zunanjem delu kolena, blizu prirastišča trakta na golenico. Razlog je v nenehnem drgnjenju trakta ob lateralni kondil stegenice v kombinaciji z veliko obremenitvijo, kar povzroči vnetje samega trakta in bližnjih tkiv. Glavni dejavnik tveganja naj bi bila šibkost odmikalk kolka in s tem povečan primik med oporno fazo tekaškega cikla, kar povzroči večjo napetost trakta (Van der Worp idr., 2012).

Večino kroničnih poškodb kosti predstavljajo stresni zlomi, ki nastanejo zaradi ponavljajočih se submaksimalnih obremenitev. Praviloma so manjši od akutnih zlomov, tudi bolečina je manj izrazita in pogosto v mirovanju preneha. Nadaljevanje aktivnosti lahko vodi v hujše in večje zlome. Najpogosteje se pojavijo na kosteh spodnjih okončin. Za tekače je najbolj značilen stresni zlom golenice. Dejavniki tveganja za nastanek te poškodbe poleg nekaterih biomehanskih zajemajo predvsem strukturo in obliko kosti. Ženske imajo dvakrat večje tveganje kot moški. Večina raziskav je usmerjena v preprečevanje stresnih zlomov golenice z zniževanjem vertikalnih sil ob udarcu s peto ob tla (Milner, Ferber, Pollard, Hamill & Davis, 2006).

Patelofemoralni sindrom (PFS) je opredeljen kot bolečina na sprednjem delu kolena, ki izvira iz stika posteriornega dela pogačice in distalnega dela stegenice, natančneje v patelofemoralnem žlebu med kondiloma stegenice. Poškodbo pogosto imenujemo tudi "tekalno" ali "tekaško" koleno, vendar je v literaturi moč najti ta izraz tudi pri opisovanju drugih stanj, med drugih sindroma iliotibialnega trakta. Izvori bolečine so lahko tetive iztegovalk kolena ali sklepnih hrustanec pogačice. Če je ob bolečini prisotna degeneracija hrustanca govorimo o hondomalaciji. Glavni razlog za nastanek PFS je nepravilno drsenje pogačice po žlebu stegenice. Pri poškodovancih s PFS opazimo pomik in nagib pogačice lateralno ob upogibu kolena. Do tega pride zaradi prezgodnje aktivacije m. vastus lateralis napram m. vastus medialis ali nesorazmerja moči med mišicama. Ostali dejavniki, ki vplivajo ali naj bi vplivali na nastanek PFS so: kratke stegenske strune, dinamični valgus

kolena, povečana pronacija stopala, šibkost odmikalk kolka in slaba stabilnost kolka (Petersen idr., 2014).

2.2 Obstoječe znanje o preventivi tekaških poškodb

Na temo preventive tekaških poškodb je že moč najti nekaj sistematičnih pregledov izvirne znanstvene literature. Avtorji so se večinoma osredotočili na posamezen telesni del, poškodbo, vrsto tkiv ali specifične preiskovance. Prispevki tega tipa so vsekakor dobrodošli, a uporabni so le, ko se ukvarjamo s preiskovanci, za katere vemo, da so določeni poškodbi bolj izpostavljeni. Najbolj cenjene so študije, ki beležijo skupno incidenco vseh poškodb v odvisnosti od intervencije ali dejavnikov tveganja.

Med najbolj celostne zagotovo spada prispevek Yeunga S., Yeunga E. in Gillespieja (2011), ki so se sicer osredotočili le na mehko-tkivne poškodbe, a so zajeli dokaj širok spekter intervencij. Večji del pregledanih študij (19 od 25) se je nanašal na vojaške rekrute. Ugotovili so, da so pozitivni učinki nekaterih intervencij nakazani, za zanesljivo potrditev pa pri večini še ni dovolj dokazov. Med gibalno-terapevtskimi intervencijami še največ obljublajo raztezne vaje, vendar njihovega preventivnega učinka še ne moremo potrditi – niti za raztezanje pred vadbo ali ločeno od vadbe (slednje je še najbližje potrditvi preventivnega delovanja). Dokazi so pomanjkljivi tudi na področju treninga moči, gibljivosti ali koordinacije. Kot zanesljivo preventivno so ugotovili edino nošenje kolenske opornice, morda je učinkovito tudi nošenje petnega vložka za absorbiranje sil. Enke & Gallas (2012) sta v svojem pregledu literature preučevale štiri najpogostejše tekaške poškodbe in zaključila, da je področje še zelo neraziskano in nerazjasnjeno. Menita tudi, da se tako pri preprečevanju kot zdravljenju poškodb največ doprinese s kar najbolj individualizirano obravnavo. Craig (2008) je prišel do podobnih ugotovitev na področju preprečevanja MTSS. Razen nakazane uporabnosti petnih vložkov ni bilo moč najti nobene preventivne intervencije.

Sistematičnih pregledov literature, ki so skušali določiti dejavnike tveganja za poškodbe ne manjka, vendar se pogosto osredotočajo na eno samo poškodbo. Večina ugotovljenih dejavnikov je nespremenljiva (spol, starost, izkušnje, itd.). Saragiotto idr. (2015) so kot glavni dejavnik tveganja izpostavili predhodno poškodbo v zadnjem letu. Razvidno je, da je dokazov o preventivni učinkovitosti različnih intervencij malo. Tudi če se ne držimo striktno gibalno-terapevtskih vsebin, se redko kateri ukrep izkaže za uporabnega. Možen vzrok za neučinkovitost intervencij je njihova slaba zasnova. Korekcije deficitarnih področij posameznika bi lahko delovali veliko bolj preventivno kot splošna vadba za določeno

gibalno sposobnost. Veliko etioloških opisov poškodb opozarja predvsem na različne biomehanske dejavnike tveganja, ki jih je z gibalno-terapevtskim treningom moč omiliti ali celo izničiti. Menimo, da bi morali za ugotavljanje učinkovitosti gibalne terapije pri preprečevanju tekaški poškodb iskati in preverjati:

- učinke različnih intervencij na incidenco tekaških poškodb;
- učinke različnih intervencij na biomehanske ali druge dejavnike, ki dokazano vplivajo na incidenco tekaških poškodb;
- povezavo med incidenco tekaških poškodb in še neraziskanimi dejavniki tveganja, ki jih gibalna terapija lahko odpravi.

Z odkritjem novih dejavnikov tveganja dobimo osnovo za snovanje novih, bolj celostnih intervencij, ki bi te dejavnike odpravila. Če se intervencija izkaže za učinkovito, jo nadalje samostojno ali v kombinaciji z drugo intervencijo preverimo s študijo, ki beleži neposredno incidenco poškodb. V tej nalogi bomo s pregledom literature zajeli študije ne glede na tip spremenljivk med zgoraj omenjenimi. Naš namen je ugotoviti tako nove dejavnike tveganja, uporabnost novih intervencij za zniževanje dokazanih dejavnikov tveganja, kot tudi neposredne dokaze o vplivu intervencij na incidenco tekaških poškodb.

3 CILJI IN HIPOTEZE

3.1 Cilji

Na osnovi poglobljenega pregleda mednarodne znanstvene literature želimo:

C1: Ugotoviti morebitne učinke gibalno-terapevtskih intervencij na incidenco tekaških poškodb;

C2: Ugotoviti učinke gibalno-terapevtskih intervencij na dejavnike tveganja za nastanek tekaških poškodb;

C3: Ugotoviti nove dejavnike tveganja za nastanek tekaških poškodb.

3.2 Hipoteze

H1: Pregled literature bo pokazal učinkovitost gibalno-terapevtskih intervencij pri preprečevanju tekaških poškodb;

H2: Pregled literature bo pokazal učinkovitost gibalno-terapevtskih intervencij pri zmanjševanju dejavnikov tveganja za nastanek tekaških poškodb;

H3: S pregledom literature bomo ugotovili nove dejavnike tveganja za nastanek tekaških poškodb.

4 METODE DELA

Pregledali smo obstoječe znanstvene članke, pridobljene na spletnem portalu Medline. Uporabljeni iskalni so bili: *running injury and prevention*, *running injury risk*, *running injury incidence*, *running injury exercise in running injury therapy*. Največjo težo smo dali študijam z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino. Na študijah tega tipa z incidenco tekaških poškodb kot odvisno spremenljivko smo opravili tudi meta analizo. Uporabili smo program Comprehensive Meta-Analysis V3, podjetja Biostat Inc., Englewood, ZDA.

Zbrali smo tudi prospektivne, retrospektivne in druge študije ter jih kvalitativno analizirali. Uporabili smo tako študije, ki so preučevale vplive gibalno-terapevtskih intervencij na že znane dejavnike tveganja za nastanek tekaških poškodb, kot tudi študije, ki so preučevale povezavo med dejavniki tveganja in incidenco tekaških poškodb. Pri tem smo se omejili na dejavnike, ki jih zagotovo ali verjetno lahko zmanjšamo s pomočjo gibalne terapije.

Pri iskanju študij z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino nismo postavili omejitev glede letnice objave članka, pri ostalih pa smo se omejili na članke, objavljene po letu 2000.

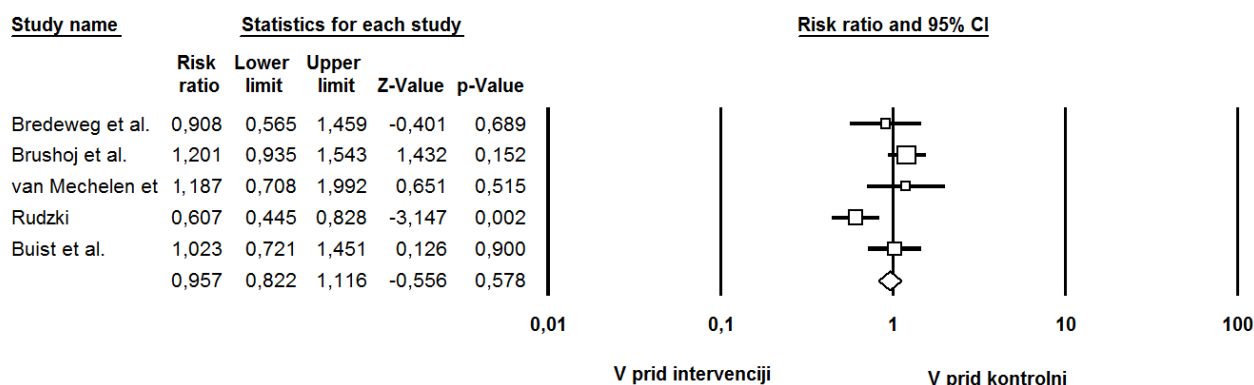
5 REZULTATI

5.1 Meta analiza

Najdenih je bilo devet študij z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino, od tega je bila pri šestih odvisna spremenljivka incidenca poškodb. Zaradi pomanjkljivih podatkov in osredotočanja na samo eno poškodbo je bila iz meta-analize naknadno izločena še ena študija. Na Sliki 1 je prikazana meta analiza ostalih petih študij, v Tabeli 1 sledijo še statistični podatki.

Slika 3: Meta – analiza študij z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino

Meta Analysis



Vir: Slika je izdelek avtorja, ustvarjena s programom Comprehensive Meta-Analysis V3 (Biostat Inc., Englewood, ZDA).

Izračun I^2 testa je znašal 67,34 %, kar nakazuje zmerno do visoko statistično heterogenost študij. Meta-analiza ni pokazala uporabnosti intervencij za preprečevanje tekaških poškodb ($p = 0,578$). Dve intervenciji sta zmanjšali incidenco poškodb, tri so jo povečale. Skupni učinek intervencij sicer kaže nekoliko v prid intervencijam, vendar ne statistično značilno. V nadaljevanju so intervencije in rezultati podrobneje opisani, v Tabeli 1 pa so predstavljeni ključni statistični podatki.

Bredeweg, Zijlstra, Bessem & Buist (2008) so preverjali učinke hoje v tekaških copatih z vmesnimi serijami poskokov. S tem so želeli doseči večjo postopnost v povečevanju biomehanskih obremenitev pred pričetkom tekaškega programa. Dvakrat tedensko je vadbeno enota za eksperimentalno skupino ($n = 171$) vsebovala hojo in poskoke, enkrat

pa samo hojo. Intervencija se je izvajala štiri tedne (skupno 12 vadbenih enot). Pri vadbenih enotah s hojo se je količina le te postopno povečevala od 30 minut v prvi enoti do 60 minut v zadnji enoti. Na ostalih dveh vadbenih enotah so hodili ves čas programa 30 minut, na vsake pet minut so dodali serijo poskokov (skupno šest serij). Količino poskokov na serijo so postopoma povečevali od 50 v prvi enoti do 90 v zadnji enoti. Po končanem programu so preiskovanci skupaj s kontrolno skupino ($n = 191$) pričeli z 9 mesečnim programom teka. Navodila vadečim so bila, da naj tečejo pri nizki intenzivnosti trikrat tedensko, naj ne izvajajo razteznih vaj in naj se ogrejejo in ohladijo s petimi minutami hoje.

Incidenca poškodb je bila 15,2 % v eksperimentalni skupini (skupaj 26 poškodb) in v 16,8 % v kontrolni skupini (skupaj 32 poškodb). Med skupinama tako ni prišlo do razlik ($p = 0,689$). V eksperimentalni skupini je bilo sicer več poškodb v prvi polovici tekaškega programa, v kontrolni pa v drugi polovici. V eksperimentalni skupini je bilo največ poškodb na predelu goleni (38,4 %), v kontrolni skupini na kolenu (53,8 %).

Brushøj idr. (2008) so preverili vpliv vadbe moči, gibljivosti in koordinacije na pojavnost preobremenitvenih poškodb pri vojaških rekrutih, starih 19-26 let. Intervencijo so izvajali sočasno s trimesečnim programom usposabljanja. Izvedli so 36 vadbenih enot. Vadbo so izvajali tako v eksperimentalni ($n = 507$), kot v kontrolni ($n = 513$) skupini, le da je slednja izvajala placebo program (vaje za zgornji del telesa - vaje za moč iztegovalk komolca, upogibalk komolca, upogibalk trupa, iztegovalk trupa in raztezno vajo velike prsne mišice). Intervencija pa je zajemala sledeče vaje: počep, izpadni korak, odmik kolka z zunanjim zasukom, dvig stopala, razteg iztegovalk kolena in posebno koordinacijsko vajo. Počep in izpadni korak sta se izmenjavala in nista bila vključena v vseh tednih. Vse vaje so bile narejene v treh serijah. Ponovitve so variirale sledeče: počep 10-20 ponovitev, izpadni korak 10-14 ponovitev, odmik kolka z zasukom 12-20 ponovitev, dvig stopala 10-15, koordinacijska vaja 5-15 ponovitev. Razteg iztegovalk kolena je vedno trajal 15 sekund. Počep je bil izveden do kota 90-stopinjskega kota v kolenu. Izpadni korak je bil izveden z dolžino koraka od 70 do 100 centimetrov. Odmik kolka z zasukom so izvajali stoje z elastiko okrog nog. Dvig stopala je bil izveden s stojo ob steni, spreminjali so razdaljo pete od stene. Raztezno vajo so izvedli stoje, s pritegom pete k zadnjici. Pri koordinacijski vaji je bilo potrebno najprej pokrčiti kolena, nato dvigniti pete, brez spuščanja pet iztegniti in spet pokrčiti kolena, ter šele nato spustiti pete, vse skupaj čimbolj tekoče.

V eksperimentalni skupini je bila incidenca 21,3 % (skupaj 108 poškodb), v kontrolni skupini pa 17,7 % (skupaj 91 poškodb). Intervencija tako ni imela vpliva na incidenco

poškodb ($p = 0,162$). V obeh skupinah je bilo število poškodb večje v začetnem delu programa.

Van Mechelen, Hlobil, Kemper, Voorn & de Jongh (1993) so preverili preventivne vplive ogrevanja in ohlajanja pri moških rekreativnih tekačih različnih starosti in tekaške izkušnosti. Eksperimentalna skupina ($n = 159$) je med 16 tedenskim programom teka izvajala šest minut lahkega teka, tri minute dinamičnih ogrevalnih vaj in deset minut statičnega raztezanja pred tekom, ter enake aktivnost v obratnem vrstnem redu po teku. Točnih vsebin pri ogrevalnih vajah avtorji niso podali. Statično raztezanje je vključevalo mišice iliopsoas, kvadriceps, stegenske strune, gastrocnemius in soleus. Konkretno vaje niso podane. Vsaka vaja je bila izvedena v treh ponovitvah po deset sekund.

Incidenca poškodb je bila 16,4 % v eksperimentalni skupini (skupno 26 poškodb) in 13,8 % v kontrolni skupini ($n = 167$, skupno 23 poškodb). Tekači so beležili tudi količino teka, saj ta ni bila natančno predpisana. To je omogočilo izračun števila poškodb na 1000 ur teka, ki je znašalo 5,5 v eksperimentalni skupini in 4,9 v kontrolni skupini. Intervencija se tako ni pokazala za učinkovito.

Rudzki (1997) je ugotavljal smiselnost zniževanja količine teka pri usposabljanju vojakov, starih 19-26 let. Standardni 12-tedenski program vojakov je vseboval 26,5 km teka in 92 km korakanja v različnih obutvah. V eksperimentalni skupini ($n = 170$) so 16,5 km teka zamenjali s hojo z dodatnim bremenom (16 kg). V primerjavi s kontrolno skupino ($n = 180$) so skozi potek programa zabeležili manj poškodb spodnjih okončin ($p = 0,002$). Zaključili so, da je tek močan dejavnik incidence poškodb vojaških rekrutov in da je njegovo nadomeščanje z obteženo hojo dobrodošlo.

Buist *idr.* (2008) so preučevali vplive postopnosti v dodajanju količine teka v pripravah na tekaško tekmo (4 milje). Preiskovanci so bili tekači začetniki obeh spolov, z različno predhodno športno aktivnostjo in različnih starosti (povprečno 40 let). Eksperimentalna skupina ($n = 250$) je trenirala 13 tednov, pri čemer so količino teka dodajali počasi. Kontrolna skupina ($n = 236$) je trenirala le 8 tednov, količino pa so stopnjevali hitreje. Obe skupini sta imeli predpisano tudi nekaj hoje, količina katere je skozi program padala. Incidenca poškodb na 100 tekačev je bila 20,8 % v eksperimentalni skupini in 20,3 % v kontrolni skupini ($p = 0,900$). Incidenci na 1000 ur teka sta bili 30 % v eksperimentalni in 38 % v kontrolni skupini ($p > 0,050$). V kontekstu priprav na tekmo intervencija vsekakor ni bila učinkovita, nakazala pa je uporabnost, kjer se čas izpostavljenosti izenači.

Tabela 1: Podatki o študijah, vključenih v meta-analizo

Avtor	Vzorec EXP	Vzorec CON	Število poškodb	Subjekti	Beleženje poškodb	Incidenca EXP (%)	Incidenca CON (%)	Stopnja zaupanja (p)	Tveganje (risk ratio)
Bredeweg et al.	171	191	EXP = 26 CON = 32	Začetniki, mešan spol.	9 mesecev	15,2 (10,3 - 21,2 95%CI)	16,8 (11,5 - 22,1 95%CI)	0,62	0.90 (0,68 - 1,77 95%CI)
Brushøj et al.	507	513	EXP = 108 CON = 91	Vojaki, 19-26 let.	Sočasno z intervencijo	21,3 (17,7 - 24,9 95%CI)	17,7 (14,4 - 21,0 95%CI)	0,16	1.20 (0,94 - 1,55 95%CI)
van Mechelen et al.	159	167	EXP = 26 CON = 23	Moški, rekreativci, mešana starost.	Sočasno z intervencijo	16,4 (10,6 - 22,2 95%CI)	13,8 (8,6 - 19,0 95%CI)	0,51	1.18 (0,71 - 1,99 95%CI)
Rudzki	170	180	EXP = 43 CON = 75	Vojaki, 19-26 let.	Sočasno z intervencijo	25,3 (18,8 - 31,9 95%CI)	41,7 (34,5 - 48,9 95%CI)	0,02	0,61 (0,58 - 0,64 95%CI)
Buist et al.	250	236	EXP = 52 CON = 48	Začetniki, mešan spol, predhodno različno aktivni	Sočasno z intervencijo	20,8 (15,8 - 25,8 95%CI)	20,3 (15,2 - 25,4 95%CI)	0,9	1,02 (0,71 - 1,44 95%CI)

EXP – eksperimentalna skupina, CON – kontrolna skupina, CI – interval zaupanja

5.2 Ostale študije z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino

V nadaljevanju so predstavljene še ostale študije z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino, ki niso bile vključene v meta-analizo.

Clansey, Hanlon, Wallace, Nevill & Lake (2014) so preučevali učinke metode posredovanja informacij o silah vadečemu med tekom. Preiskovanci so bili moški tekači, ki pretečejo vsaj 30 km tedensko. V eksperimentalno skupino jih je bilo dodeljeno 12, v kontrolno 10.

Intervencija je zajemala 6 vadbenih enot v 3 tednih. Glavni del vadbene enote je trajal 20 minut. Preiskovanci so tekli na tekalni preprogi, medtem pa so na preko zaslona dobivali informacije o obremenitvah golenice. Naročeno jim je bilo, da skušajo tehniko teka prilagoditi, ko jih sistem opozori. Pred in po intervenciji so bili pomerjeni štiri parametri: povprečen prirast vertikalne sile, največji prirast vertikalne sile, največji pospešek golenice in najvišja vertikalna sila. Vsi parametri se nanašajo na prvi udarec v fazi opore.

Pri vseh razen zadnjem parametru so bile v eksperimentalni skupini zabeležene pozitivne spremembe (manjše obremenitve). Intervencija se je izkazala za uspešno pri zniževanju biomehanskih obremenitev golenice.

Davis Hammonds, Laudner, McCaw, & McLoda, (2012) so preverili akutne učinke raztezanja stegenskih strun na nekaj biomehanskih parametrov med tekom pri zmerno aktivnih preiskovancih obeh spolov. Osemnajstim preiskovancem v eksperimentalni skupini so opravili pasivni statični razteg stegenskih strun. Vaja je bila izvedena s pomočjo terapevta, na vsaki nogi pa so izvedli tri serije, ki so trajale 30 sekund.

Pred in po intervenciji so pri njih in kontrolni skupini ($n = 16$) merili kota v kolenu in kolku ter nagib medenice, vse pri največji upogibu kolka in posebej pri največjem iztegu kolena. Čeprav je intervencija vplivala na nekatere parametre v mirovanju, med tekom ni prišlo do razlike v nobenem parametru v pri nobenih. Raztezanje stegenskih strun tako nima akutnega učinka na biomehanske značilnosti teka.

Sharma, Weston, Batterham, & Spears (2014) so preučevali učinke intervencije, ki je bila sestavljena iz dveh delov, na incidenco MTSS pri vojaki. Enkrat tedensko v obdobju 26 tednov so preiskovanci v eksperimentalni skupini ($n = 83$) opravili 30 minut hoje na tekalni preprogi, pri čemer so merilci s pomočjo sistema posredovali informacije o razporeditvi

pritiska na stopalo. Trikrat tedensko so opravili še 30 minutni gibalno-terapevtski trening, ki je vključeval 3 raztezne vaje, 7 vaj za živčno-mišični nadzor in 3 ravnotežne vaje. Intervencija je imela pozitiven vpliv na incidenco MTSS, saj je bila ta kar štirikrat manjša kot v kontrolni skupini (n = 83). Uporabljene vaje so bile:

- dvig roke in noge na nasprotni strani v mešani opori (ang. bird dog);
- upogib kolka s sočasnim pritiskom kolena na žogo ob steni;
- enonožni počepi (stopnjevanje globine skozi ponovitve);
- dvig na prste (izteg gležnja);
- pomikanje gležnja v inverzijo in everzijo med zmanjšano podporno ploskvijo stopala;
- vzdrževanje poudarjenega stopalnega loka med dvigovanjem nasprotne noge;
- skoki na dvignjeno površino in iz nje;
- dotikanje točk (postavitev zvezde) v enonožni stoji z nasprotno nogo;
- poskoki (stopnjevanje intenzivnosti);
- razteg upogibalk kolka (m. iliopsoas);
- razteg iztegovalk kolka (stegenske strune);
- razteg iztegovalk gležnja (m. gastrocnemius).

Willy in Davis (2011) sta preučevala vplive vadbe moči za mišice kolka na izbrane biomehanske parametre med tekom. Preiskovanke so bile aktivne tekačice s predhodno ugotovljeno povečanim primikom kolka med tekom, stare povprečno 23 let v eksperimentalni skupini (n = 10) in 22 let v kontrolni skupini (n = 10).

Intervencija je trajala šest tednov, v katerih so izvedli 18 vadbenih enot. Vsaka vaja je bila izvedena v dveh serijah po deset ponovitev. Pri izometričnih vajah je ponovitev trajala pet sekund. Vsak teden so izvedli po dve vaji, eno za odmikalke kolka in eno za zunanje sukalke kolka. Večina vaj je bila izometričnih, veliko je bilo izpeljank enonožnega počepa. Primera vaj sta enonožni počep z elastiko za zunanje sukalke in lateralno korakanje za odmikalke. Parametri, ki so jih merili med tekom so: največji primik kolka, največji notranji zasuk kolka, največji kolateralni spust medenice in največji zunanji zasuk kolena. Noben parameter se ni spremenil po intervenciji ($p < 0,05$).

Tabela 2 vsebuje pregled ključnih podatkov opisanih študij.

Tabela 2: Ostale študije z naključno izbranim vzorcem in kontrolno skupino

Avtor	Vzorec	Preiskovanci	Intervencija	Trajanje intervencije	Merjeni parametri	Rezultati in ugotovitve
Clansey idr.	EXP = 12 CON = 10	Moški, >30 km teka tedensko.	Tek s sprotnimi povrtanimi informacijami o obremenitvi golenice ob udarcu na podlago.	3 tedne (6 vadbenih enot)	Obremenitve golenice (4 parametri)	Intervencija je zmanjšala 3 od 4 parametrov.
Davis Hammonds idr.	EXP = 18 CON = 16	Mešan spol, predhodno različno aktivni.	Raztezanje stegenskih strun tik pred tekom, 3x30 sekund pasivnega raztega s pomočjo terapevta.	Meritve pred in po intervenciji izvedene isti dan	Nagib medenice, izteg kolena in upogib kolka v točki maksimalnega upogiba kolka in v točki največjega iztega kolena.	Pri obeh skupinah se ni spremenil noben parameter.
Sharma idr.	EXP = 83 CON = 83	Moški, povprečna 20 let.	vojaki, starost Hoja s povratnimi informacijami o silah + vaje za gibljivost, živčno-mišični nadzor in ravnotežje.	26 tednov (26 + 78 vadbenih enot)	Incidenca za nastanek (MTSS).	Intervencija je zmanjšala incidenco MTSS za štirikrat.
Willy idr.	EXP = 10 CON = 10	Ženske ugotovljenim povečanim primikom kolka med tekom, aktivne tekačice.	z Trening moči s poudarkom na zunanje sukalke in odmikalke kolka.	6 tednov (18 vadbenih enot)	Maksimalne vrednosti med tekom za: primik kolka, notranji zasuk kolka, spust medenice in zunanji zasuk kolena	Intervencija ni spremenila nobenega parametra.

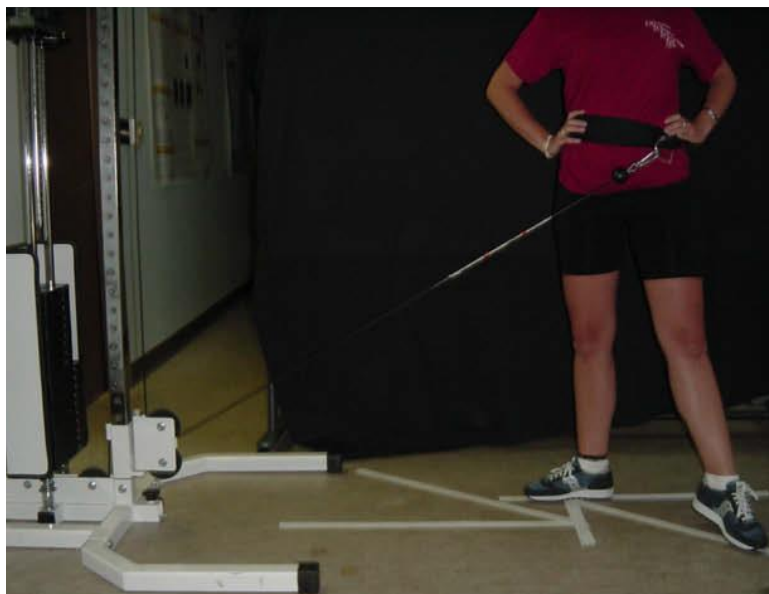
EXP – eksperimentalna skupina, CON – kontrolna skupina

5.3 Prospektivne študije

Najdenih je bilo 9 prospektivnih študij, ki so v povzete v nadaljevanju.

Snyder, Earl, O'Connor, & Ebersole (2009) so preučevali učinke intervencije za povečanje moči sukalk in odmikalk kolka na nekatere biomehanske parametre med tekom, ki so povezani s povečanim tveganjem za poškodbe. Preiskovanke (n = 15) so bile stare povprečno 21 let, bile so zmerno aktivne in brez predhodnih poškodb. Pred začetkom intervencije so izmerili več biomehanskih parametrov med tekom na tekalni preprogi. Nato je sledila 6-tedenska intervencija, ki je zajemala vaje za moč kolka. Vsak teden so izvedli tri vadbene enote, vsaka je vsebovala enake tri vaje. Vse vaje so bile namenjene krepitvi zunanjih sukalk in odmikalk kolka. Pri dveh vajah so preiskovanke v enonožni stoji sukaletelo preko kolka in se dotikale oddaljenih točk na tleh z drugo nogo (Slika 2). Razlika med vajama je postavitev glede na kabel, na katerega so bile vpete. Pri prvi vaji so stale s hrbtom obrnjene proti kablu, pri drugi so bile obrnjene za 180° stopinj.

Slika 4: Izvedba zasukov preko kolka v enonožni stoji z dotikanjem oddaljenih točk



Vir: Snyder idr. (2009)

Pri tretji vaji so izvajali zasuk medenice v čelni ravnini, med tem ko so bili prav tako vpeti preko kabla, tokrat s strani (Slika 3). Obe vaji so izvajali do odpovedi. Ko so bili preiskovanci sposobni izvesti preko 12 ponovitev, so povečali breme za 1,13 kg. Število serij ni navedeno.

Slika 5: Zasuk medenice v enonožni stoji



Vir: Snyder idr. (2009)

Po končanem programu so ponovno pomerili izbrane biomehanske parametre med tekom. Spremembe, ki so jih opazili so zmanjšan obseg everzije stopala ($p = 0,05$), povečan primik kolka ($p = 0,05$), zmanjšan inverzijski navor v zadnjem delu stopala ($p = 0,02$) in zmanjšan navor v smeri odmika v kolenu ($p = 0,05$). Nakazan je tudi zmanjšan obseg notranjega zasuka kolka ($p = 0,08$).

Crowell & Davis (2011) sta preučevala učinke teka s povratnimi informacijami o silah na golenico. Preiskovanci so bili tekači mešanega spola stari povprečno 26 let, ki pretečejo vsaj 16 km na teden. Pred intervencijo so izmerili štiri parametre: povprečen prirast vertikalne sile, največji prirast vertikalne sile, največji pospešek golenice in najvišjo vertikalno silo. Parametri se nanašajo na prvi del faze opore, ko tekač udari s peto ob tla.

Intervencija je trajala 2 tedna in je zajemala 8 vadbenih enot. Glavni del je v prvi enoti trajal 15 minut, nato so ga postopno povečevali, v zadnji je tako trajal 30 minut. Med tekom po preprogi so preiskovanci dobivali informacijo o maksimalnem pospešku golenice, kar so skušali na pobudo merilcev popraviti. Na začetku so bile povratne informacije prisotne skozi celotno vadbeno enoto, nato so jo delno tudi umikali. Po končani intervenciji ter nato še en mesec zatem so ponovno pomerili prej omenjene parametre. Po enem mesecu so bili vsi štirje parametri zmanjšani glede na stanje pred intervencijo ($p < 0,05$),

takoj po intervenciji pa so bili zmanjšani vsi parametri razen najvišje vertikalne sile, pri kateri so bile razlike mejno značilne ($p = 0,06$). Preiskovanci so večinoma povedali, da jim je spremenjen način teka na koncu intervencije ustrezal.

Nielsen idr. (2014) so razdelili 927 preiskovancev v pet skupin glede na položaj stopala v čelni ravnini v mirovanju: močna supinacija, zmerna supinacija, normalen položaj, zmerna pronacija, močna pronacija. Preiskovanci so bili mešanega spola, povprečno stari 37 let, brez predhodnih poškodb in zadnje leto brez udeleževanja v teku.

Avtorje je zanimala incidenca poškodb po skupinah, beležili pa so jih v nadaljnjem enem letu. V primerjavi s skupino z normalnim položajem je nakazano večje tveganje pri skupini z močno pronacijo ($p = 0,09$), pri zmerni pronaciji pa je tveganje celo manjše ($p = 0,03$). Incidenci v obeh skupinah s supinacijo se nista razlikovali od incidence v skupini z normalnim položajem. Avtorji sklepajo, da položaj stopala v čelni ravnini ni med pomembnejšimi dejavniki tveganja za nastanek tekaške poškodbe.

Noehren, Hamill & Davis (2013) so preučevali dejavnike tveganja za nastanek PFS pri ženskah ($n = 400$), ki so pred začetkom pretekle vsaj 32 km tedensko. Stare so bile od 18 do 45 let. Izmerili so naslednje biomehanske parametre v fazi opore: primik kolka, notranji zasuk kolka in everzija stopala. V naslednjih 2 letih je 15 preiskovank utrpelo PFS. Avtorji so primerjali parametre poškodovane skupine z enakim številom naključno izbranih preiskovank brez poškodbe. Poškodovana skupina je imela večji primik kolka ($p = 0,007$), medtem ko pri ostalih parametrih ni bilo razlik med skupinama.

Thijs, De Clercq, Roosen, & Witvrouw (2008) so prav tako ugotavljali dejavnike tveganja za nastanek PFS in sicer pri 102 preiskovancih, pretežno ženskega spola in brez predhodnega tekaškega treninga. Pred začetkom 10 tedenskega tekaškega programa so pomerili največjo silo na 8 točkah stopala med fazo opore (pod vsemi petimi metatarzalnimi kostmi ter na lateralni in medialni strani pete). Prav tako so izmerili čas do največje sile v teh točkah v primerjavi s celotnim časom obremenitve.

Med programom je 17 preiskovancev utrpelo PFS. Primerjali so njihove parametre s 17 preiskovanci brez poškodbe. V skupini s poškodbo so zabeležili večje sile na drugo in tretjo metatarzalno kost in lateralni del pete ter krajši čas do največje obremenitve na obeh točkah na peti. Rezultati nakazujejo, da so velikosti sil na nekaterih točkah stopala lahko dejavnik tveganja za nastanek PFS.

Bennett idr. (2001) so pred 8-tedenskim obdobjem treninga izmerili biomehanske lastnosti teka pri 125 srednješolskih tekačih krosa mešanega spola. Merjeni parametri so bili: obseg upogiba gležnja ob izginjenjem kolenu, položaj stopala v čelni ravnini ob sprostitvi, pronacija stopala v mirovanju in kot med golenico ter podlago v mirovanju. V naslednjih osmih tednih so beležili pojavnost MTSS. Med 15 preiskovanci s simptomi MTSS v obdobju treninga je prišlo do razlik napram kontrolni skupini z 21 preiskovanci le pri navikularnem spustu, ki je bil večji pri skupini poškodovanih ($p = 0,003$).

Ramskov, Barton, Nielsen & Rasmussen (2015) so ugotavljali povezavo med ekscentrično močjo odmikalk kolka in incidenco za nastanek PFS. Preiskovanci ($n = 629$) so bili mešanega spola, povprečno stari 36 let in brez poškodb, poleg tega niso v zadnjem letu smeli preteči več kot 10 km naenkrat. Glede na izmerjeno ekscentrično odmikalk moč kolka so jih razporedili v tri skupine – močni, povprečni, šibki. Nato so preiskovanci opravili enoletni tekaški program.

Število poškodb so beležili večkrat – po 25, 50, 100, 250 in 500 pretečenih km. Rezultati kažejo, da ima ekscentrična moč odmikalk kolka pozitiven vpliv do 50 km pretečene razdalje, v skupini močnih je bilo namreč manj poškodb kot v skupini povprečno močnih ($p = 0,04$). Na drugih razdaljah ni prišlo do razlik med skupinami.

Luedke, Heiderscheit, Williams & Rauh, (2015) so preverjali povezavo med izometrično močjo iztegovalk kolena, upogibalk kolena in primikalk kolka ter incidenco nekaterih poškodb pri srednješolskih tekačih krosa mešanega spola. Po meritvah moči so jih spremljali eno sezono in beležili pojavnost bolečine v sprednjem delu kolena in poškodb goleni. Trinajst poškodb se je zgodilo na goleni, vendar moč nobene od merjenih mišičnih skupin ni bila povezana z njimi. Trije tekači so zabeležili bolečine v kolenih, glede na moč so bili vsi trije v najšibkejši skupini pri vseh treh mišičnih skupinah ($p = 0,038 - 0,046$).

Bennett, Reinking & Rauh (2012) so preučevali vpliv izotonične vzdržljivosti iztegovalk gležnja ter pronacije stopala na pojavnost bolečine v nogah. Preiskovanci ($n = 59$) so bili profesionalni tekači krosa, stari povprečno 19 let in mešanega spola. Po meritvah so jih spremljali eno sezono, poškodbe in pojave bolečin so tudi kategorizirali glede na lokacijo. Izkazalo se je, da je večja pronacija povezana s pojavnostjo poškodb in bolečine na medialnem delu spodnje okončine ($p = 0,01$). Povezav s poškodbami na drugih delih niso ugotovili, prav tako ni bilo povezave katerikoli poškodb z izotonično vzdržljivostjo iztegovalk gležnja.

V Tabeli 3 sta povzeti prospektivni študiji z intervencijo, ostale prospektivne študije pa so prikazane v Tabeli 4 na naslednji strani.

Tabela 3: Prospektivni študiji z intervencijo

Avtor	Vzorec	Preiskovanci	Intervencija	Ugotovitve
Snyder et al.	15	Ženske, povprečna starost 21 let, zmerno aktivne, brez poškodb.	Vaje za moč zunanjih sukalk in odmikalk kolka. Izvedenih 18 vadbenih enot v 6 tednih.	Znižanje obsega everzije stopala, inverzijskega navora v stopalu in navora v smeri odmika v kolenu, povečanje obsega primika kolka.
Crowell & Davis	10	Mešan spol, povprečno stari 26 let, pretečejo vsaj 16 km tedensko.	Tek s povratnimi informacijami o obremenitvah golenice	Vsi parametri so bili znižani še 1 mesec po zaključku intervencije.

Tabela 4: Pregled ostalih prospektivnih študij

Avtor	Vzorec	Preiskovanci	Neodvisne spremenljivke	Trajanje intervencije ali beleženja poškodb	Rezultati in ugotovitve
Nielsen idr.	927	Mešan spol, povprečno stari 37 let, zadnje leto brez teka	Položaj stopala v čelni ravnini v mirovanju (delitev preiskovance v 5 skupin)	1 leto (tekaški program)	Tveganje predstavlja močna pronacija (p = 0,03)
Noehren idr.	15 + 15	Ženske, stare 18 - 45 let, pretečejo najmanj 32 km na teden.	Biomehanski parametri med tekom (primik kolka, notranji zasuk kolka in everzija stopala - vse med fazo opore)	2 leti	Pri utrpelih za PFS je bil večji primik kolka (p = 0,007)
Thijs idr.	17 + 17	Pretežno ženske, brez tekaških izkušenj	Povprečna sila na 8 točkah stopala med tekom in čas do največje sile na istih točkah.	10 tednov (tekaški program)	Pri poškodovanih večje sile na 2. in 3. metatarzalno kost in lateralni del pete ter krajši čas do največje sile na obeh točkah na peti.
Bennett idr. (2001)	15 + 21	Tekači krosa, srednješolci, mešan spol	Obseg upogiba gležnja ob izginjenjem kolenu, položaj stopala v čelni ravnini ob sprostitvi, pronacija stopala v mirovanju in kot med golenico in podlago v mirovanju.	8 tednov	Prišlo je do razlik napram le pri navikularnem spustu - večji pri skupini z MTSS (p = 0,003).
Ramskov idr.	629	Mešan spol, povprečno stari 36 let in brez poškodb	Ekscentrična moč odmikalk kolka.	1 leto (tekaški program)	Nadpovprečna ekscentrična moč odmikalk kolka je dobrodošla do 50 km pretečene razdalje.
Luedke idr.	68	Tekači krosa, srednješolci, mešan spol	Izometrična moč iztegovalk kolena, upogibalk kolena in primikalk kolka	1 sezona	Vsi 3 tekači, ki so utrpeli bolečino v sprednjem delu kolena so bili v skupini najšibkejših.
Bennett idr. (2012)	59	Profesionalni tekači krosa, stari povprečno 19 let in mešanega spola	Vzdržljivost iztegovalk gležnja in pronacija stopala.	1 sezona	Večja pronacija povezana z pojavnostjo bolečine na medialnem delu spodnje okončine (p = 0,01)

Dodatna številka v stolpcu za vzorec je morebitna kontrolna skupina, PFS – patellofemoralni sindrom, MTSS – medialni tibialni stresni sindrom

5.4 Retrospektivne študije

Najdene so bile tri retrospektivne študije, ki so predstavljene v nadaljevanju.

Hreljac, Marshall & Hume (2000) so primerjali nekatere parametre med tekači, ki so že bili vsaj enkrat v karieri poškodovani ($n = 12$) in nikoli poškodovanimi ($n = 12$). Preiskovanci so bili mešanega spola, drugih podatkov o njih ni podanih. Merili so več izbranih biomehanskih parametrov. Skupina s poškodbo je imela slabšo gibljivost stegenskih strun, ($p = 0,05$), večjo silo ob udarcu ($p = 0,004$) in hitrejši prirast sile pri udarcu ($p = 0,001$).

Foch & Milner (2014) sta primerjala ženske, ki so v preteklosti utrpele sindrom iliotibialnega trakta ($n = 17$) z nikoli poškodovanimi ($n = 17$). Preiskovanke so bile stare od 18 do 45 let. Merili so gibanje medenice in trupa v čelni ravnini med tekom ter vzdržljivost v moči lateralnega dela trupa. Pri nobeni spremenljivki ni prišlo do razlik med skupinama.

Grau, Krauss, Maiwald, Best & Horstmann (2008) so primerjali 10 tekačev s sindromom iliotibialnega trakta z 10 zdravimi glede različnih parametrov moči odmikalk in primikalk kolka. Preiskovanci so bili pretežno moški, stari povprečno 41 let v skupini s poškodbo in 38 v skupini brez poškodbe. Bili so brez drugih poškodb v zadnjem času in so pretekli vsaj 20 km tedensko. Pri nobeni od merjenih spremenljivk ni prišlo do razlik med skupinama. Primerjali so tudi moč poškodovane in zdrave noge ter razmerje med močjo primikali in odmikalk. Tudi na teh mestih prišlo do nobenih razlik.

5.5 Ostale študije

V nadaljevanju so predstavljene še tri ostale najdene študije.

Meardon, Campbell & Derrick (2012) so preverjali odvisnost obremenitve iliotibialnega trakta od širine postavitve stopal pri teku. Preiskovanci ($n = 15$) so bili izkušeni tekači mešanega spola, povprečno stari 24 let. Na tekalni preprogi so tekli v treh različnih slogih: normalno, s poudarjeno ozko postavitvijo stopal in s poudarjeno široko postavitvijo stopal. Merjena parametra sta bila: amplituda raztega in hitrost raztega iliotibialnega trakta

Amplituda raztega je bila najvišja v skupini z ozko postavitvijo, najnižji pa v skupini s široko postavitvijo stopal ($p < 0,001$), razlike pa so se pojavile tudi v primerjavi obeh skupin napram skupini z normalno postavitvijo ($p < 0,001$). V hitrosti raztega sta se razlikovali le

skupini z ozko in široko postavitvijo stopal, pri čemer je bil razteg hitrejši pri ozki postavitvi stopal ($p = 0,02$).

Hobara, Sato, Sakaguchi, Sato & Nakazawa (2011) so preverjali povezavo med frekvenco korakov pri teku in silami med fazo opore. Preiskovanci ($n = 10$) so bili moški, povprečno stari 29 let, zmerno aktivni in brez predhodnega sistematičnega treninga teka. Vsi so opravili meritve v petih različicah teka – s svojo izbrano običajno frekvenco, v povišani frekvenci za 15 % in za 30 % ter v znižani frekvenci za 15 % in za 30 %. Beležili so povprečen prirast vertikalne sile, največji prirast vertikalne sile, največji pospešek golenice. Ti parametri se kot že pri dveh predhodno obravnavanih študijah nanašajo na prvi del faze opore – udarec s peto ob tla.

Izkazalo se je, da znižanje frekvence korakov privede do večjih obremenitev ($p < 0,05$), povišanje pa ne prinese značilnih sprememb, čeprav se trend obremenitve nekaj časa še vedno znižuje. Regresijska analiza je pokazala, da je optimalna frekvenca 17-18 % višja od običajne.

Willson, Sharpee, Meardon & Kernozek (2014) so preverjali učinke sprememb dolžine koraka med tekom na nekatere biomehanske parametre, s pomočjo katerih so izračunali povprečni patelofemoralni stres v posameznem koraku. Preiskovanke so bile ženske, povprečno stare 21 let in aktivne tekačice (tedensko so pretekle povprečno 32 km). Deset preiskovank je imelo v času raziskave simptome PFS, ostalih 13 pa je bilo brez poškodb. Tekle so v treh slogih – normalno (po želji), z vsaj 10 % povečano dolžino koraka in z vsaj 10 % znižano dolžino koraka. Hitrost teka je bila vedno enaka. Ugotovili so, da je povečana dolžina koraka povezana z večjimi patelofemoralnimi obremenitvami, medtem ko jih skrajšana dolžina zniža. Zmanjšala se je celo skupna obremenitev na enako pretečeno razdaljo, kljub temu, da je bilo potrebno za enako razdaljo napraviti več korakov.

6 DISKUSIJA

Meta-analiza ni pokazala učinkovitosti gibalno-terapevtskih intervencij pri zmanjševanju incidence za nastanek tekaških poškodb. Od petih intervencij se je le ena (Rudzki, 1997) izkazala za preventivno. Ravno ta ne sodi med strogo gibalno-terapevtske, saj je zajemala nadomeščanje teka s hojo z dodanim bremenom. Ugotavljamo, da je število visoko kakovostnih študij, ki so preučevale preventivne vplive gibalno-terapevtskih intervencij malo. Tudi preiskovanci so si med študijami različni, saj nekatere vključujejo tekače, druge pa vojaške rekrute. V nadaljevanju bo potrebno osnovati in preverjati intervencije še bolj premišljeno. Študija Brushøja idr. (2008), ki je preučevala vplive vadbe moči, koordinacije in gibljivost je uporabila placebo program vaj za kontrolno skupino. Ta program je zajemal tudi vaji za krepitev iztegovalk in upogibalk trupa, ki bi lahko podobno ali celo bolje vplivali na incidenco poškodb kot katera od vaj v eksperimentalni skupini. V pomoč pri snovanju intervencij morajo biti ugotovljeni dejavniki tveganja in študije, ki so pokazale vpliv na te dejavnike. Nekaj ugotovitev s tega področja je predstavljenih v nadaljevanju.

Kot zelo učinkovite so se izkazale metode za zniževanje obremenitev s povratnimi informacijami med tekom. Crowel & Davis (2007) sta zabeležila znižanje vertikalnih sil še 1 mesec po zaključku intervencije. Clansy idr. (2014) so s šestimi vadbenimi enotami v treh tednih znižali povprečen in največji prirast vertikalne sile ob udarcu s peto in največji pospešek golenice. Sharma idr. (2014) so združili hojo s povratnimi informacijami in gibalno-terapevtskim treningom. V eksperimentalni skupini je bilo zabeleženo štirikrat manjše tveganje za nastanek MTSS. Za zniževanje vertikalnih sil ob udarcu s peto je morda učinkovito tudi povečanje frekvence korakov teka. Povečanje dolžine koraka pa kot kaže še poveča sile, saj je ob takih tehniki še bolj izrazit udarec s peto, kar privede do okrnjenega mehanizma amortizacije in slabšega prenosa energije v drugi del faze opore. Problem metod za zniževanje obremenitev s povratnimi informacijami in podobnih je, da so še nepoznane in nedostopne širšemu krogu ljudi. V nadaljevanju bi bilo dobro preveriti še, ali lahko s temi metodami odpravimo še kakšne druge dejavnike tveganja ali celo vplivamo neposredno na dovzetnost za poškodbe.

Potrdimo lahko, da je prekomerna pronacija stopala med pomembnimi dejavniki tveganja za nastanek tekaških poškodb. Nielsen idr. (2014) so ugotovili, da so izpostavljeni le tisti z izrazito pronacijo v mirovanju, medtem ko nizka do zmerna pronacija ne predstavlja tveganja. Tudi Bennet idr. (2001), ki so sicer preučevali le povezavo z MTSS, izpostavljajo pronacijo stopala kot problematično. Kasneje so ugotovitev s podobno študijo še potrdili (Bennet idr. 2012).

Ostali dejavniki tveganja, ki smo jih opazili v pregledu študij so še: povečan primik kolka med fazo opore, šibkost odmikalk kolka ter šibkost mišic kolena in kolka. Prve dva dejavnika sta v veliki meri soodvisna. Nekoliko presenetljiva je ugotovitev Willya & Davisa (2011), ki s treningom moči s poudarkom na zunanjih sukalkah in odmikalkah kolka nista uspela znižati primika kolka med fazo opore. Morda bi bilo na tem mestu učinkoviteje učenje tehnike širše postavitve stopal. To se je izkazalo za pozitivno tudi pri zniževanju napetosti iliotibialnega trakta. Kot kaže bi bilo vadbo za moč odmikalk kolka vseeno smiselno dodajati, saj je po poročanju Ramskova idr. (2015) večja moč teh mišic povezana z nižjo incidenco za nastanek PFS.

Malo je študij, ki so preučevale vplive vadbe za moč in gibljivost. Med našim pregledom se je za učinkovito izkazala le intervencija Snydera idr. (2009), ki so uspeli znižati več biomehanskih dejavnikov tveganja z vadbo za moč sukalk in odmikalk kolka. Povišal se je primik kolka v fazi opore, kar bi glede na naše prejšnje ugotovitve lahko imelo tudi negativne učinke. Najbolj celostna z gibalno terapevtskega vidika je vsekakor intervencija Sharpe idr. (2014), vendar je bila kombinirana še z metodo za podajanje informacij o obremenitvah med tekom, beležili pa so le pojavnost MTSS pri vojaki. Njihove ugotovitve tako težko posplošimo na vse vrste poškodb in tekačev, zagotovo pa je intervencija med najboljše zasnovanimi.

Ena študija je preverjala vpliv akutnega vpliva razteznih vaj za stegenske strune in ni odkrila nobenega pozitivnega učinka ali spremembe. Le ena študija je zajemala vadbo ravnotežja, še v tej pa je bila kombinirana z vajami za razvoj moči, gibljivosti in hojo s povratnimi informacijami. Zagotovo bi bilo smiselno preveriti izolirani vpliv vadbe ravnotežja. Vaje kot so stoja v enonožni opori in doskoki bi lahko pomagale pri kontroli gibanja gležnja v čelni ravnini, kar bi lahko zmanjšalo pronacijo med tekom.

V teku je obetavna študija, ki bo preverila vplive izolirane krepitve mišic gležnja in ločeno funkcionalnega treninga ravnotežja na mehaniko teka, posturalno kontrolo in incidenco poškodb pri tekačih začetnikih (Baltich, Emery, Stefanyshyn & Nigg, 2014). Krepitev gležnja bo izvedena z vajami z elastiko in izometričnimi potiski proti upor. Funkcionalen trening ravnotežja bo zajemal: izpadne korake in počepe različne težavnosti (odvzemanje podporne površine, dodajanje motenj), različne variacije poskokov, enonožne stoje in doskoke. To je vsekakor primer dobro strukturirane intervencije, ki upošteva načelo progresivnosti. Študija bo tako pomemben doprinos k znanju o uporabnosti gibalne terapije na področju preprečevanja tekaških poškodb.

V nadaljevanju bo potrebna večja premišljenost pri snovanju intervencij. Problem vidimo tudi v izbiri preiskovancev, saj je veliko študij narejenih na vojaških rekrutih, katerih vadba sicer zajema veliko teka, vendar zaradi drugačne obutve, terena in drugih faktorjev rezultate težko posplošimo na vse tekače. Večina študij, vključenih v meta-analizo, je preventivni program izvajala sočasno z vadbo teka, ki je bil del vojaških priprav. S tem so povečali skupno količino aktivnosti, kar bi lahko izničilo pozitivne učinke intervencij. Prav tako vidimo problem pri izbiri konkretnih vaj. Uspešna intervencija Snyderja idr. (2009) je vključevala zelo kompleksne vaje (sukanje kolka v enonožni stoji), ki so poleg moči zahtevale tudi določeno mero motorične kontrole in ravnotežja. Mnoge intervencije so vsebovale bistveno lažje vaje. Prihodnje študije bi morale skrbneje izbrati vaje. Vadbeni program mora temeljiti na dokazanih dejavnikih tveganja in biti korekten v smislu stopnjevanja.

Za zdaj kot osnovna priporočila za tekače lahko navedemo le sledeče:

- Poskrbijo naj za ogrevanje pred tekom in ohlajanje po teku (z nizko-intenzivnim tekom in razteznimi vajami);
- Naj upoštevajo načelo postopnosti tako glede količine in intenzivnosti teka, če je možno naj se glede tega posvetujejo s strokovnjakom;
- Naj po posvetu s strokovnjakom izberejo primerno obutev.

Za strokovnjake na tem področju (fizioterapevte, kineziologe, itd.), ki želijo preventivno delovati pri svojih klientih, lahko podamo nekaj smernic za sestavo vadbenega programa. Poudarijo naj krepitev odmikalk kolka in poskušajo odpraviti prekomerno pronacijo med tekom, če je ta prisotna. Bržkone lahko za to največ storijo z ravnotežnimi vajami, kot so enonožne stoji in doskoki na nestabilne površine. V vadbeni program naj vključijo vaje za sukalke kolka – kot zelo učinkovite so se izkazale vaje, pri katerih se vadeči v enonožni opori dotika različnih točk na tleh. Sicer naj vadba za moč zajema tudi ostale mišice kolena in kolka.

Zaključimo lahko, da je področje preventive tekaških poškodb zmerno raziskano, medtem ko je veliko vprašanj še odprtih. Poznanih je veliko dejavnikov tveganja in nekaj učinkovitih intervencij. Kot zelo uporabne se izkažejo metode treninga tehnike s povratnimi informacijami, a so za zdaj še relativno nedostopne. Z obstoječim znanjem lahko občutno pripomoremo k zmanjševanju tekaških poškodb. V prihodnje bo potrebno izvesti še precej študij, da se določi čim več dejavnikov tveganja nastanka tekaških poškodb, predvsem pa preveri uporabnost različnih gibalno-terapevtskih in drugih intervencij.

7 VIRI IN LITERATURA

- Bachand, A. (2014). *What is Pronation?* Najdeno dne 24. 06. 2016 na naslovu: <http://www.run3d.co.uk/announcements/what-is-pronation>
- Baltich, J., Emery, C. A., Stefanyshyn, D. & Nigg, B. M. (2014). *The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial.* BMC Musculoskeletal Disorders, 15, 407.
- Barder, O. (2010). Tek. Ljubljana: Učila International
- Bennett, J.E., Reinking, M.F., Pluemer, B., Pentel, A., Seaton, M. & Killian, C. (2001). *Factors contributing to the development of medial tibial stress syndrome in high school runners.* Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 31(9): 504-10.
- Bennett, J.E., Reinking, M.F. & Rauh, M.J. (2012). *The relationship between isotonic plantar flexor endurance, navicular drop, and exercise-related leg pain in a cohort of collegiate cross-country runners.* International Journal of Sports Physical Therapy, 7(3): 267-78.
- Bredeweg, S.W., Zijlstra, S., Bessem, B., & Buist I. (2012). *The effectiveness of a preconditioning programme on preventing running-related injuries in novice runners: a randomised controlled trial.* British Journal of Sports Medicine, 46 (12): 865-70.
- Bredeweg, S.W., Zijlstra, S., Buist I. (2010). *The GRONORUN 2 study: effectiveness of a preconditioning program on preventing running related injuries in novice runners. The design of a randomized controlled trial.* BMC Musculoskeletal Disorders, 1, (11): 196.
- Brushøj, C., Larsen, K., Albrecht-Beste, E., Nielsen, M.B., Løye, F. & Hölmich, P. (2008). *Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load: a randomized controlled trial of 1020 army recruits.* The American Journal of Sports Medicine, 36 (4): 663-70.
- Buchbinder, R. (2004). *Clinical practice: Plantar fasciitis.* The New England Journal of Medicine, 350 (21), 2159-66.
- Bučar, M. (2009). *Sindrom iliotibialnega trakta.* Polet, 8 (46), 54-55.
- Buist, I., Bredeweg, S. W., van Mechelen, W., Lemmink, K. A. P. M., Pepping, G. J. & Diercks, R. L. (2008). *No Effect of a Graded Training Program on the Number of Running-Related Injuries in Novice Runners.* The American Journal of Sports Medicine, 36 (1): 33-39.

- Clansey, A. C., Hanlon, M., Wallace, E. S., Nevill A. & Lake, M. J. (2014). *Influence of tibial shock feedback training on impact loading and running economy*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46 (5):973-81.
- Craig, D. I. (2008). *Medial Tibial Stress Syndrome: Evidence-Based Prevention*. *Journal of Athletic Training*, 43, (3), 316–318.
- Crowell, H.P. & Davis, I.S. (2011). *Gait retraining to reduce lower extremity loading in runners*. *Clinical Biomechanics*, 26(1): 78-83.
- Davis Hammonds, A.L., Laudner, K.G., McCaw, S. & McLoda, T.A. (2012). *Acute lower extremity running kinematics after a hamstring stretch*. *Journal of Athletic Training*, 47(1): 5-14.
- Duncan, K., Harris, S. & Ardies, C. M. (1997). *Running exercise may reduce risk for lung and liver cancer by inducing activity of antioxidant and phase II enzymes*. *Cancer Letters*, 116 (2), 151-158.
- Enke, R. C. & Gallas, J. E. (2012). *Diagnosis, Treatment, and Prevention of Common Running Injuries*. *Journal of Clinical Outcomes Management*, 19 (2), 86-94.
- Foch, E. & Milner, C.E. (2014). *Frontal plane running biomechanics in female runners with previous iliotibial band syndrome*. *Journal of Applied Biomechanics*, 30 (1): 58-65.
- Giandolini, M., Arnal, P.J., Millet, G.Y., Peyrot, N., Samozino, P., Dubois, B. & Morin, J.B. (2013). *Impact reduction during running: efficiency of simple acute interventions in recreational runners*. *European Journal of Applied Physiology*, 113 (3): 599-609.
- Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., Best, R. & Horstmann, T. (2008). *Hip abductor weakness is not the cause for iliotibial band syndrome*. *International Journal of Sports Medicine*, 29(7): 579-83.
- Hamstra-Wright, K. L., Huxel Bliven, K.C. & Bay, C. (2015). *Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta-analysis*. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 362-369.
- Hobara, H., Sato, T., Sakaguchi, M., Sato, T. & Nakazawa, K. (2011). *Step frequency and lower extremity loading during running*. *International Journal of Sports Medicine*, 33(4): 310-13.
- Hreljac, A., Marshall, R.N. & Hume, P.A. (2000). *Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9): 1635-41.
- Johnston, C. A., Taunton, J. E., Lloyd-Smith, D. R. & McKenzie, D. C. (2003). *Preventing running injuries: practical approach for family doctors*. *Canadian Family Physician (49): 1101 – 1109*.
- Kaplan, Y. (2014). *Barefoot Versus Shoe Running: From the Past to the Present*. *The Physician and Sports Medicine*, 42 (1), 30-35.

- Knapik, J. J., Trone, D. W., Tchandja, J. & Jones, B. H. (2014). *Injury-Reduction Effectiveness of Prescribing Running Shoes on the Basis of Foot Arch Height: Summary of Military Investigations*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 44 (10), 805-12.
- Lopes, A. D., Junior, L. C. H., Yeung, S. S. & Costa, L. O. P (2012). *What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries?*, Sports Medicine, 42, (10), 891-905.
- Luedke, L.E., Heiderscheit, B.C., Williams, D.S. & Rauh, M.J. (2015). *Association of isometric strength of hip and knee muscles with injury risk in high school cross-country runners*. International Journal of Sports Physical Therapy, 10(6): 868-76.
- McCarty, E. C., Walsh, W. M., Hald, R. D., Peter, L. E. & Mellion, M. B. (2010). *Musculoskeletal Injuries in Sports*. V Madden, M. C., Putukian, M., Young, C. C. & McCarty, E. C. (ur.), *Netter's Sports Medicine (str. 299-303)*. Philadelphia: Saunders/Elsevier.
- Meardon, S.A., Campbell, S. & Derrick, T.R. (2012). *Step width alters iliotibial band strain during running*. Sports Biomechanics, 11(4): 464-72
- Milner, C. E., Ferber, R., Pollard, C. D. Hamill, J. & Davis, S. I. (2006). *Biomechanical Factors Associated with Tibial Stress Fracture in Female Runners*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 38 (2), 323-8.
- Nicola, T. L. & Jewison, D. J. (2012). *The Anatomy and Biomechanics of Running*. Clinics in Sports Medicine, 31 (2), 187-201.
- Nielsen, R. O., Buist, I., Parner, E.T., Nohr, E.A., Sørensen, H., Lind M. & Rasmussen, S. (2014). *Foot pronation is not associated with increased injury risk in novice runners wearing a neutral shoe: a 1-year prospective cohort study*. British Journal of Sports Medicine, 48 (6): 440-7
- Noehren, B., Hamill, J. & Davis, I. (2013). *Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 45(6):1120-4.
- Novacheck, T. F. (1998). *The Biomechanics of running*. Gait and Posture, 7(1), 77-95.
- Petersen, W., Ellermann, A., Gösele-Koppenburg, A., Best, R., Rembitzki, I. V., Brüggemann G.-P. & Liebau, C. (2014). *Patellofemoral pain syndrome*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 22 (10), 2264-2274.
- Putukian, M., McCarty, E. C. & Sebastianelli, W. (2010). *Football*. V Madden, M. C., Putukian, M., Young, C. C. & McCarty, E. C. (ur.), *Netter's Sports Medicine (str. 491-502)*. Philadelphia: Saunders/Elsevier.
- Ramkov D., Barton C., Nielsen R.O., Rasmussen S. (2015). *High eccentric hip abduction strength reduces the risk of developing patellofemoral pain among novice runners initiating a self-structured running program: a 1-year observational study*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 45(3): 153-61.

- Richards, C. E., Magin, P. J. & Callister, R. (2009). *Is your prescription of distance running shoes evidence based?* British Journal of Sports Medicine, 43 (3), 159-62.
- Rome, K., Handoll H. H. G. & Ashford, R.L. (2005). *Interventions for preventing and treating stress fractures and stress reactions of bone of the lower limbs in young adults (Review)*. Cochrane Database System Review, (2), CD000450.
- Rudzki S.J. (1997). *Injuries in Australian Army recruits. Part I: Decreased incidence and severity of injury seen with reduced running distance*. Military Medicine, 162(7): 472-6.
- Rutland, M., O'Connell, D., Brismee, J.-M., Sizer, P., Apte, G. & O'Connell, J. (2010). *Evidence-supported rehabilitation of patellar tendinopathy*. North American Journal of Sports Physical Therapy, 5, (3), 166-178.
- Saragiotto, B. T., Yamato, T. P., Hespanhol Junior, L. C., Rainbow, M. J., Davis, I. S. & Lopes, A. D. (2015). *What are the Main Risk Factors for Running-Related Injuries?* Sports Medicine, 44 (8), 1153-63.
- Sharma, J., Weston, M., Batterham, A.M. & Spears, I.R. (2014). *Gait retraining and incidence of medial tibial stress syndrome in army recruits*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 46(9): 1684-92.
- Snyder, K. R., Earl, J. E., O'Connor, K. M. & Ebersole, K. T. (2009). *Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running*. Clinical Biomechanics, 24(1): 26-34.
- Souza, R. B. (2016). *An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis*. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 27,(1), 217-36.
- Stipp, D. (2012). *Why nearly every sport except long-distance running is fundamentally absurd*. Najdeno dne 26. 06. 2016 na naslovu: http://www.slate.com/articles/sports/sports_nut/2012/06/long_distance_running_and_evolution_why_humans_can_outrun_horses_but_cant_jump_higher_than_cats.html
- Supej, M. (2011). *Biomehanika 1*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Šport.
- Thijs, Y., De Clercq, D., Roosen, P. & Witvrouw, E. (2008). *Gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners*. British Journal of Sports Medicine, 42(6): 466-71.
- Van der Worp M. P., van der Horst N., de Wijer A., Backx F. J., Nijhuis - van der Sanden M. W. (2012). *Iliotibial band syndrome in runners: a systematic review*. Sports Medicine, 42 (11), 969-92.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., Kemper, H.C., Voorn, W.J & de Jongh, H.R. (1993). *Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises*. The American Journal of Sports Medicine, 21, (5): 711-9.

- Wilder, R. P. & Sethi, S. (2004). *Overuse injuries: tendinopathies, stress fractures, compartment syndrome, and shin splints*. Clinics in Sports Medicine, 23, (1), 55-81.
- Williams, K. R. (1985). *Biomechanics of running*. Exercise & Sport Sciences Reviews, 7 (1): 389-442.
- Williams, P. T. & Thompson, P. D. (2013). *Walking Versus Running for Hypertension, Cholesterol, and Diabetes Mellitus Risk Reduction*. Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology, 33 (5), 1085-91.
- Willy, R.W. & Davis, I.S. (2011). *The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 41(9): 625-32.
- Willson, J.D., Sharpee, R., Meardon, S.A. & Kernozek, T.W. (2014). *Effects of step length on patellofemoral joint stress in female runners with and without patellofemoral pain*. Clinical Biomechanics, 29(3): 243-7.
- Yeung S. S., Yeung E. W., Gillespie L. D. (2011). *Interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries*. Cochrane Database System Review, (7), CD001256.