

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKA NALOGA

OŽBEJ MULEC

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

**ZNAČILNOSTI BOSONOGEGA TEKA – VPLIV NA
TEKAŠKO TEHNIKO IN PREVENTIVA PRED POŠKODBAMI**

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR

prof.dr.Branko Škof, prof.šp.vzg.

RECENZENT

prof.dr. Milan Čoh, prof.šp.vzg.

Avtor dela:
OŽBEJ MULEC

Ljubljana, 2013

ZAHVALA

Mentorju prof.dr. Branku Škofu se zahvaljujem za vodenje, nasvete in ideje pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi puncu Moniki, ki mi je pomagala pri oblikovanju in lični podobi diplomskega dela, ter družini, ki me je podpirala na študijski poti.

Ključne besede: bosonogi tek, evolucija teka, tekaška tehnika, tekaške poškodbe, preventiva

Naslov diplomskega dela: Značilnosti bosonovega teka – vpliv na tekaško tehniko in preventiva pred poškodbami

Ime in priimek avtorja: Ožbej Mulec

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2013

Kineziologija,

Število strani: 47, število virov: 33.

IZVLEČEK

Bosonogi tek je bil do 20. stoletja edini način teka. Z iznajdbo sodobnega blaženega tekaškega copata se je to spremenilo in le redki so še tekli bos. Kljub vsemu blaženju, ki ga nudijo sodobni tekaški copati, je bilo število poškodb veliko, zato so se mnogi začeli spraševati o smiselnosti obutve. V diplomski nalogi bomo ugotavljali prilagojenost človeka na bosonogi tek skozi evolucijsko perspektivo. Raziskovali bomo filozofijo bosonovega teka ter iskali razloge, zaradi katerih bosonogi tek ni odšel v pozabo. Analizirali bomo pravilno tekaško tehniko in nato iskali razlike med tehniko teka v obutvi in brez. Ugotoviti bomo skušali, kako bosonogi tek vpliva na tekaško tehniko, in razpravljali o dilemah glede varnosti. Za izdelavo diplomske naloge so bili uporabljeni različni domači in tuji viri, ki so se dotaknili pereče tematike. Bosonogi tek dokazano pozitivno vpliva na določene parametre tekaške tehnike pri večini posameznikov. Iz tega lahko sklepamo, da preventivno vpliva na tekaške poškodbe, saj je tek z boljšo biomehaniko tudi bolj varen.

Key words: barefoot running, evolution of running, running technique, running injuries, prevention

Naslov diplomskega dela: Features of barefoot running – impact on running technique and prevention of injuries

Name and surname of the author: Ožbej Mulec

University of Ljubljana, Faculty of sport, 2013

Kineziology,

Number of pages: 47, Number of sources: 33.

ABSTRACT

Barefoot running was the only way of running until the 20th century. With the invention of modern running shoes this has changed and only few kept running barefoot. Despite all the cushioning offered by modern running shoes, there is still a large number of injuries, so many people are starting to wonder about the meaning of footwear. This thesis will focus on the identifying of human adaptation to barefoot running through an evolutionary perspective. We will explore the philosophy of barefoot running and we will be looking for reasons why barefoot running has not gone into oblivion. We will analyze the proper running technique and then search for differences between the technique of running in shoes and without them. We will try to determine how barefoot running affects the running technique and discuss the dilemmas regarding safety and health. For the making of the thesis various domestic and foreign sources were used, which have touched this controversial issue. Barefoot running demonstrated a positive effect on certain parameters of running technique in most individuals. From this we can conclude that barefoot running has a preventive effect on running injuries, because running with proper biomechanics is safer.

KAZALO

1.	UVOD	9
2.	METODE DELA	11
3.	EVOLUCIJA TEKA	12
4.	FILOZOFIJA BOSONOGEGA TEKA.....	17
	4.1. ZANIMANJE ZA BOSONOGI TEK V SLOVENIJI	19
	4.2. ANATOMSKE PRILAGODITVE PRI BOSONOGE M TEKU	19
	4.3. ZAKAJ SE LJUDJE ODLOČIJO ZA BOSONOGI TEK?	20
5.	KRATEK PREGLED TEKAŠKE TEHNIKE	22
	5.1. FAZE TEKALNEGA KORAKA.....	22
	5.2. KINEMATIČNA ANALIZA TEKA.....	23
	5.2.1. KINEMATIČNA ANALIZA NOG	23
	5.2.1.1. KOLČNI SKLEP	23
	5.2.1.2. KOLENO	23
	5.2.1.3. SKOČNI SKLEP.....	24
	5.2.2. KINEMATIČNA ANALIZA POLOŽAJA TELESA IN DELA ROK.....	24
	5.2.2.1. DELO ROK	24
	5.2.2.2. POLOŽAJ TRUPA	24
	5.3. DOLŽINA IN FREKVENCA KORAKA.....	25
	5.4. DINAMIČNA ANALIZA TEKA	25
	5.4.1. DINAMIKA OPORNE FAZE PRI TEKU.....	26
	5.5. AKTIVNOST MIŠIC MED TEKOM	27
	5.5.1. RECTUS FEMORIS / KVADRICEPS	27
	5.5.2. ABDUKTORJI IN ADDUKTORJI (MIŠICE ODMIKALKE IN RIMIKALKE).....	27
	5.5.3. HAMSTRING / EKSTENZORJI KOLKA / MIŠICE MEČ (GASTROCNEMIUS IN SOLEUS).....	27
	5.5.4. TIBIALIS ANTERIOR.....	27
	5.5.5. ABDOMINALNE MIŠICE (TREBUŠNE MIŠICE)	28
	5.6. SPLOŠNA NAČELA.....	28
6.	RAZLIKE V TEHNIKI TEKA MED OBUTIM IN BOSONOGIM TEKOM.....	29
	6.1. POSTAVLJANJE STOPALA	30
	6.2. BOSONOGI TEK IN PRONACIJA.....	34

6.3. VPLIV BOSONOGEGA TEKAŠKEGA TRENINGA NA NEKATERE KINEMATIČNE IN DINAMIČNE PARAMETRE TEHNIKE TEKA	35
6.4. EKONOMIČNOST BOSONOGEGA TEKA.....	36
7. ALI BOSONOGI TEK POMENI VEČJO VARNOST TEKAČA PRED POŠKODBAMI?	38
7.1. POŠKODBE STOPALA IN GLEŽNJA.....	39
7.2. POŠKODBE GOLENI	39
7.3. POŠKODBE KOLENA.....	39
7.4. POŠKODBE V KOLKU IN HRBTU.....	40
8. SKLEP	43
9. VIRI	45

POVZETEK

Bosonogi tek je močno neraziskana tema, ki pušča mnogo odprtih in neodgovorjenih vprašanj. Vseeno so dosedanje študije pokazale določene skupne vzorce, ki jih lahko označimo za značilnosti bosonogega teka. Bosonogi tekači pristanejo bolj na sprednji ali srednji del stopala, imajo krajši korak in pristajajo s stopalom bolj pod težišče telesa. Raziskave kažejo, da imajo bosonogi tekači v povprečju višjo frekvenco korakov in večjo fleksijo v kolenu, kar pomeni, da bolje absorbirajo sile ob pristanku. Bosonogi tek ima velik vpliv na pronacijo, ki jo močno oglašujejo kot enega glavnih dejavnikov tekaških poškodb. Raziskave so pokazale, da se je pri bosonogem teku pronacija stopala zmanjšala za približno 5°. Glede na izpostavljene pozitivne učinke na posamezne dele v tekaški tehniki lahko sklepamo, da bosonogi tek vpliva na preventivo pred tekaškimi poškodbami. Seveda le ob predpostavki, da se ga lotimo postopoma in na pravilen način.

1. UVOD

Tek je svetovno razširjen šport, popularen ne glede na spol in družbeni status. Je aktivnost, ki ne zahteva velikega finančnega vložka, predvsem ob predpostavki, da tečemo za lasten užitek in ne za "imidž". Tek velja za zdravo rekreacijo, ki izboljšuje počutje in fizično pripravljenost. Današnji način življenja je zelo stresen, zato mnogim tekačem tek predstavlja filter negativnih čustev in nagnenj. Vedno pogosteje se tekači združujejo v večje skupine, katerih primarni namen je druženje ob rekreaciji. Tekači mnogo lažje najdejo motivacijo za trening, če jim ob rami stojijo sotekači, s katerimi je trening mnogo prijetnejši in zabavnejši.

Večina rekreativcev, ki teče, je starejših od 30 let in ima neizdelano tehniko teka, saj ljudje tek jemljemo za samoumeven in prirojen način gibanja. Sam sem imel priložnost, da sem sodeloval z rekreativnimi tekači in spoznal njihove pomanjkljivosti. Analiza tehnike je pokazala, da približno 90% tekačev teče preko pete, pri večini pa so prisotne tudi tipične tekaške napake ("sedeči boki", rotacija zgornjega dela trupa, "vlečenje pet", ...). Mislim, da bi morali teku nameniti veliko več pozornosti v osnovnih šolah, kjer bi otroke učili pravilne biomehanike, s katero bi jim vcepili znanje, ki bi jim koristilo pri vsakem udejstvovanju v športu ali pri telesni aktivnosti. Ljudi je po tridesetih letih napačne tehnike teka dosti težje naučiti pravilno tehniko teka, kot otroka, ki je v obdobju največje motorične dojemljivosti. Večina strokovnjakov, ki se ukvarja s področjem tekaških poškodb, se strinja, da je eden izmed najbolj pomembnih dejavnikov pojavljanja tekaških poškodb pravilna tekaška tehnika.

Bosonogi tek je doživel razcvet ravno zaradi teze, ki priča o preventivi pred poškodbami. Večina posameznikov, ki se je že preizkusila v bosonogem teku, je bila priča takojšnji spremembi tekaške tehnike. Na letošnjem tekaškem taboru smo z rekreativnimi tekači opravili snemanje tehnike teka. Ponudili smo jim možnost, da se posnamejo v obutvi in brez in nato primerjali posnetke. Določenim posameznikom bosonogi tek ne sproži impulza, ki bi spremenil tehniko teka, tako da je bila tehnika teka med obutim in bosonogim tekom identična. Večini pa se je tehnika izboljšala v mnogih tekaških parametrih. Bosonogi način teka ni spremenil le postavljanje stopala ob pristanku, izboljšal je tudi položaj telesa in celotno motoriko gibanja. Do istih ugotovitev, kot sem jih videl v praksi, so prišle tudi mnoge raziskave, narejene na področju bosonogega teka.

Najbolj pomembna stvar, ki jo mora upoštevati začetnik bosonogega načina teka, je postopnost. Ljudje smo s sodobno obutvijo razvadili svoja stopala, ki niso navajena na napor, ki ga lahko

sproži bosonogi tek. Predvsem pri ljudeh, ki se bosonogega teka ne lotijo postopno, lahko pride do izraza vseh negativnih posledic, ki jih zagovarjajo nasprotniki bosonogega teka.

V diplomski nalogi smo se priorno ukvarjali z vplivom bosonogega teka na tekaško tehniko, ki je do sedaj najbolj raziskan vidik bosonogega teka, in z vplivom bosonogega teka na tekaške poškodbe oziroma njihovo preventivo. Skušali smo priti do zaključka, ali je bosonogi tek koristen ali škodljiv in na kakšen način bi se ga morali lotiti.

2. METODE DELA

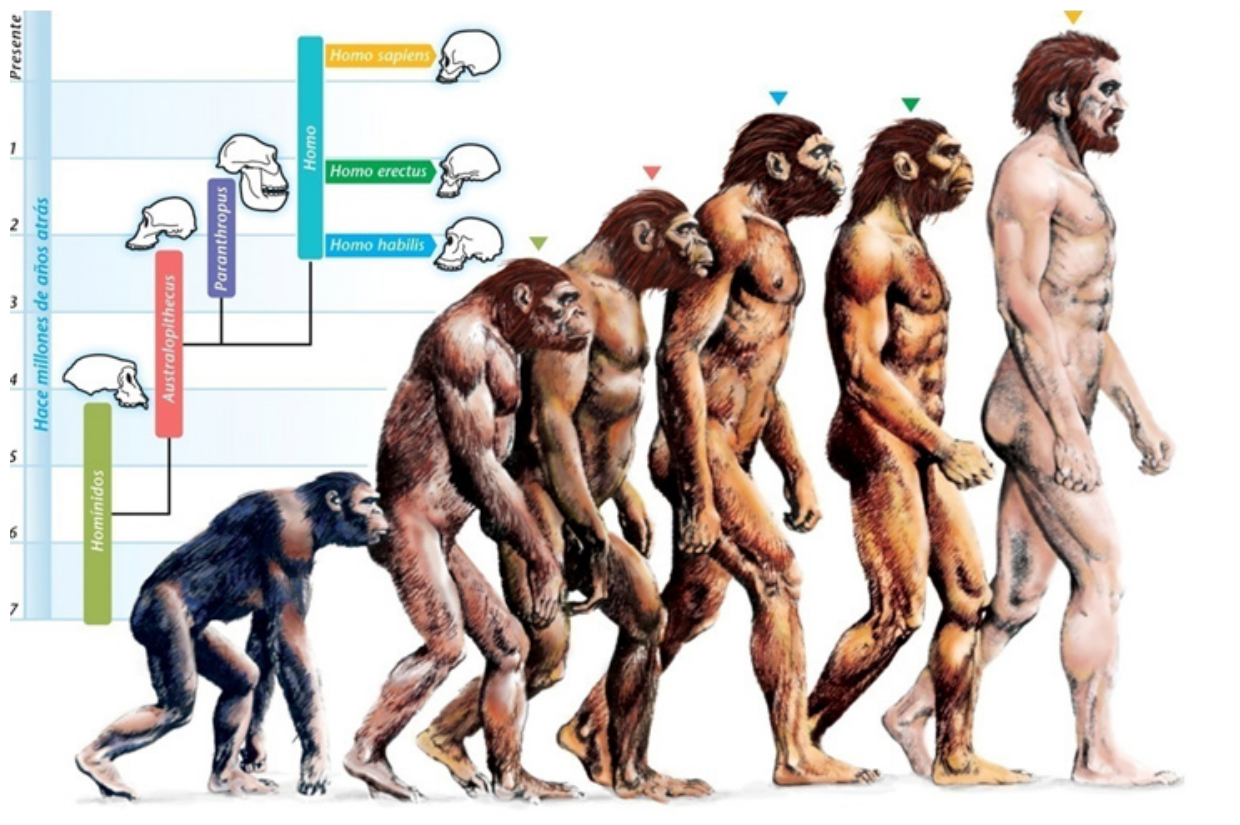
Za pisanje diplomskega dela sem uporabil deskriptivno metodo dela. Zbral sem vso dostopno domačo in tujo literaturo, ki se je navezovala na temo diplomske naloge. V diplomsko delo sem vključil tudi lastno znanje, ki sem ga pridobil skozi lastne izkušnje.

3. EVOLUCIJA TEKA

Ljudje smo na milijone let hodili in tekli brez obutve. Minimalistična obutev, kot so sandali in mokasini, so se verjetno pojavili v Paleolitiku, ki se je začel pred približno 45.000 leti. Vsi, vključno z atleti, so tekli bosonogo ali v minimalistični obutvi vse do 1970-ih, ko je bil izumljen moderen tekaški copat. Skozi evolucijsko perspektivo je bosonogi tek enako naraven, kot je naravna bosonoga hoja. Zato je napačno misliti, da je bosonogi tek nevaren (Lieberman, 2012).

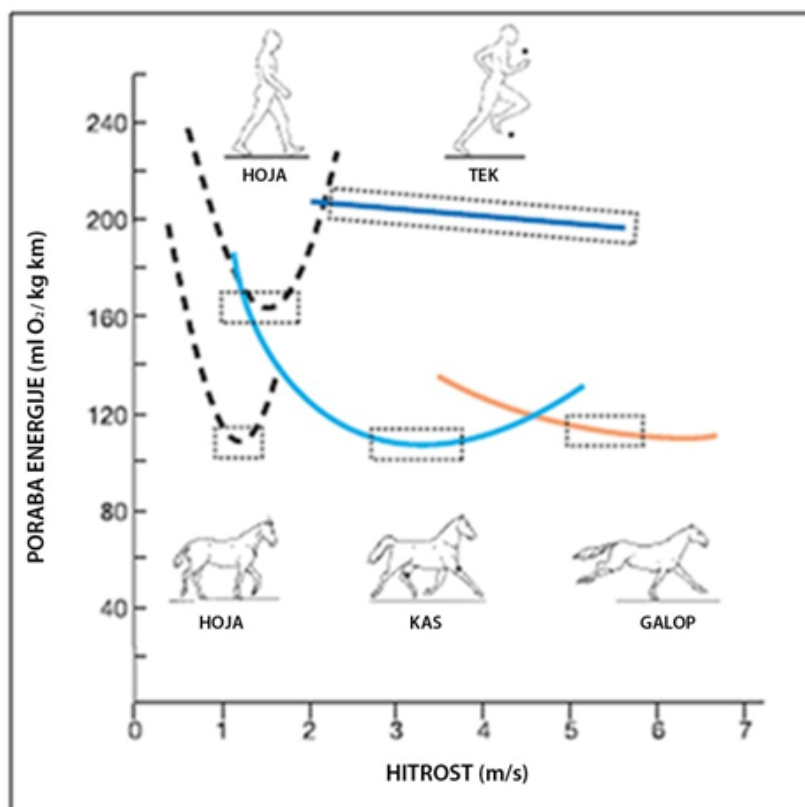
Splošno mnenje med znanstveniki je, da tek ni imel velike vloge pri evoluciji človeka, saj je človek slab šprinter v primerjavi z večino štirinožnih živali. Celo najhitrejši šprinterji so relativno počasni s sposobnostjo ohranjanja najvišje hitrosti pri približno 10,2 m/s za manj kot 15 sekund. Ko pa človeka pogledamo z vidika vzdržljivostnega teka, ugotovimo, da se odreže neverjetno. Fosilski ostanki nakazujejo na to, da je vzdržljivostni tek sposobnost, ki izvira iz rodu Homo in se je pojavila pred približno dvema milijonoma let. Ljudje smo povprečni tekači v mnogih vidikih teka. V nasprotju z nami lahko nekateri sesalci, kot so konji, dirkalni psi in antilope, vzdržujejo maksimalno hitrost med 15-20 m/s več minut. Prav tako človek pri teku porabi dvakrat več energije, kot povprečni sesalec z enako maso. Čeprav je človek slab šprinter se v vzdržljivostnem teku, ki je definiran s premagovanjem mnogih kilometrov s pomočjo aerobnega metabolizma, odlično odreže. Ljudje smo v smislu vzdržljivostnega teka unikat med primati, prav tako pa je to neobičajno za štirinožne sesalce, razen nekaterih izjem (psi, hijene, konji) (Lieberman in Bramble, 2004).

Človek je v svoji evoluciji tisočletja bosonogo premagoval razdalje in tekel. Obstajajo zgodbe o Bušmanih in Indijancih, ki so neumorno zasledovali plen. Nekateri antropologi verjamejo, da se je človek razvil kot enodnevni vzdržljivostni plenilec, ki je bil spretnen vzdržljivosten tekač. Človek naj bi začel teči pred približno dvema milijonoma let, ko so naši savanski predniki začeli hoditi pokončno. Ljudje zmotno mislijo, da smo nesposobni proti nekaterim vrstam v naravi. Človek je eden izmed najbolj neverjetnih tekačev med sesalci in se od večine živali tudi razlikuje. Živali so večinoma ustvarjene za hitrost in moč, medtem ko je človek razvil predvsem sposobnost vzdržljivosti. Človeška sposobnost teka na dolge razdalje, predvsem v vročih razmerah, je unikatna med primati in izjemna celo med najboljšimi tekači v živalskem svetu. Lastnosti, ki pomagajo človeku teči, vključujejo strukturo stopala, ki omogoča učinkovit odziv noge od podlage, ligamente, ki delujejo kot vzmet, in rame, ki se sukajo neodvisno od glave in vratu kar omogoča boljše ravnotežje. Bosonogi tek je lep dokaz o tem, kako dobro je zasnovano človeško stopalo za eno od najbolj naravnih in temeljnih človeških aktivnosti – vzdržljivostni tek (Clift, 2007).



Slika 1. Prikaz razvojnih faz človeka (Evolutions` s Role in looking Good and Healty, 2013).

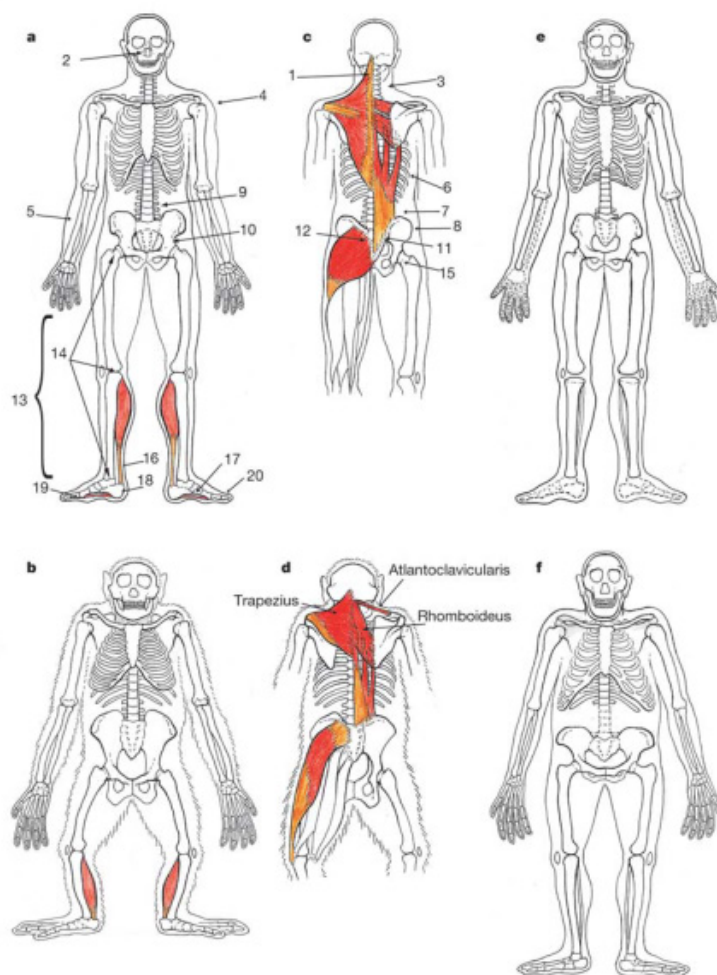
Da bi lažje razumeli tek, je dobro najprej proučiti hojo, ki je skupna vsem sesalcem. Pri hoji uporabljamo obrnjeno nihalo, pri katerem se center mase prenaša po relativno stegnjeni nogi med fazo opore, med katero se z vsakim korakom učinkovito menjata potencialna in kinetična energija. Metabolična poraba transporta pri človeški hoji je kot pri drugih sesalcih krivulja v obliki črke „U“, pri kateri je optimalna hitrost približno 1,3 m/s. Večina ljudi prostovoljno preklopi na tek pri približno 2,3-2,5 m/s. Pri višjih hitrostih tek postane bolj ekonomičen od hoje, zaradi izkoriščanja mehanizma vzmetenja v stopalu, pri katerem kite in ligamenti v nogi shranijo elastično energijo, ki se sprosti ob odzvoju. S tem prihranimo približno 50% metabolične porabe. Najbolj pomembna od vseh vzmeti v nogi je ahilova tetiva, ki povezuje peto in glavne plantarne fleksorje. Ahilova tetiva naj bi se pojavila šele pred približno tremi milijoni let, najverjetneje z rodno Homo. Druga, dobro razvita vzmet za tek, je stopalni lok. Med tekom elastične strukture v stopalnem loku vrnejo približno 17% energije proizvedene med fazo kontakta (Lieberman in Bramble, 2004).



Slika 2. Primerjava porabe energije pri različnih hitrostih gibanja, med človekom in konjem (Lieberman in Bramble, 2004).

Za razliko od večine štirinožcev, ljudje hitrost med vzdržljivostnim tekom večinoma povečamo z daljšim korakom, namesto s frekvenco. Dolg korak pri človeku, je možen zaradi učinkovitih nožnih vzmeti (ahilova tetiva, stopalni lok) in relativno dolgih nog. Dolžina nog se je skozi evolucijo spreminjala. Tako je imel Homo erectus relativno dolžino nog do 50% večjo od Avstralopitka. Za opazovanje evolucije vzdržljivostnega teka je pomembna tudi evolucija skeleta. Tek predstavlja za skeletni sistem mnogo višje sile kot hoja, predvsem pri kontaktu noge s podlago. Pri kontaktu udarni val potuje preko sklepov v hrbtenico in vse do glave. Najvišje vertikalne reakcijske sile podlage so pri teku približno dvakrat višje kot pri hoji, pri hitrejšem teku pa dosežejo celo 3-4 krat višjo silo. Ena od strategij za zmanjšanje stresa na sklepe je povečana površina sklepov, saj se tako sila razporedi na večji površini. Mnogo študij, ki je med seboj primerjalo Avstralopitka in Homa, je dokazalo, da ima Homo večjo sklepno površino relativno na telesno maso v večini sklepov spodnjega dela telesa. Ta prilagoditev je zmanjšala stres, ki ga povzroči udarec pete pri hoji, vendar ni pregnala veliko višjih sil, ki se pojavljajo pri teku. Med tekom se sprožijo mehanizmi, ki pomagajo zagotoviti stabilizacijo in ravnotežje. Najbolj očitno se spremeni položaj trupa in vratu, ki se pri teku nagne bolj naprej kot pri hoji. Homo je imel glede na predhodnike

razširjeno površino križnice in mnogo večjo mišico gluteus maximus (velika zadnjična mišica). Velika zadnjična mišica se močno vključuje pri vseh hitrostih teka, zanimivo pa se pri hoji po ravnem izključi. Zaradi povečane križnice pa je povečana tudi mehanična stabilnost v sakralno-iliakalnem sklepu (povezuje križnico in medenico). Prav tako se je človek na tek prilagodil z zmožnostjo rotacije trupa in gibanja rok, neodvisno od medenice. Človek ima mnogo večjo sposobnost osamljene rotacije trupa glede na boke kakor opice. Ta sposobnost se je v polni meri razvila šele pri *Homo erectus*. Med tekom je pomembna tudi stabilizacija glave. Homo se je prilagodil z zmanjšano dolžino obraza in z nihalnim ligamentom, ki je značilen predvsem za tekače v živalskem svetu (psi, konji, zajci). Pri Avstralopitku niso našli dokazov o nihalnem ligamentu, zato sklepajo, da je bil, tako kot pri šimpanzih, odsoten (Lieberman in Bramble, 2004).



Slika 3. Anatomska primerjava človeka (a,c), šimpanza (b,d), *H. erectus* (e) in *A. afarensis* (f) (Lieberman in Bramble, 2004).

Eden od omejitvenih dejavnikov pri teku je tudi termoregulacija. Tek je dejavnost, pri kateri temperatura v telesu naraste, zaradi tega mora telo toploto odvajati. Človeško telo je zelo dobro prilagojeno za termoregulacijo. Ljudje imamo bolj odprt prsni koš, veliko število znojnic, ki pomagajo pri izhlapevanju, in zmanjšano število dlak (poraščenost), ki povečuje konvekcijo. Te prilagoditve so bile lahko zelo pomembne za vzdržljivostni tek v vročih okoljih (Lieberman in Bramble, 2004).

4. FILOZOFIJA BOSONOGEGA TEKA

Bosonogi tek je v zadnjih letih dvignil veliko prahu. Lahko rečemo, da je postal modni hit, ki so ga dobro izkoristile tudi korporacije, ki izdelujejo in prodajajo tekaške rekvizite in opremo. Večina podjetij, ki se ukvarja z izdelavo tekaške obutve, je širši javnosti predstavila primerke minimalistične obutve. Danes imamo tako že vrsto različnih minimalističnih izdelkov, ki vsi bazirajo na ideji o bosonogem teku.

Bosonogi tek predstavljajo kot naraven tek, ki je človeku prirojen s pomočjo dolgotrajne evolucije. Omogoča nam, da se povežemo z naravo in občutimo kako različne površine (trava, gozdne poti, asfalt,...) delujejo na naša stopala.

„Poslušaj svoje telo... nauči se poslušati, kaj ti pravi. Ustrezno se prilagajaj. Neustrezno napreduj” – Barefoot Ted (Barefoot, 2010).

Zagovorniki omenjajo mnogo različnih pozitivnih učinkov, ki naj bi jih sprožil bosonogi tek. Celotno okolje in predpostavke, ki se pojavljajo ob omembi bosonogega teka so zelo mikavne in pritegnejo pozornost marsikaterega tekača. Vendar pa bosonogi tek zahteva pravilen pristop in znanje, saj se v nasprotnem primeru pojavijo negativne posledice.

„Čevlji ne naredijo več za stopala, kot naredi klobuk za možgane” – Dr. Mercer Ran (McDougall, 2010).

Današnji blaženi tekaški copati naj bi preprečevali poškodbe, ki so povezane s tekom. Kljub temu se vsako leto veliko število tekačev poškoduje, 20% do 79% (spodnje ekstremitete), tako trdijo van Gent idr. (2007). Zaradi tega so se začela pojavljati namigovanja, da blaženi tekaški čevlji ne preprečujejo tekaških poškodb, ampak jih morda celo povzročajo (Clift, 2007 in Lieberman, 2012). Sodobni tekaški čevlji nam nudijo veliko udobja, kar privede do manjše pozornosti na način teka in postopno zmanjšanje učinkovitosti stopalnih mišic in proprioceptorjev in s tem stabilizacijo sklepa. Pri bosonogem teku ne tečemo odrezani od podlage na kateri tečemo. Bolje čutimo podlago, s katero so v stiku naša stopala, in se nanjo primerneje odzivamo. Napačna tehnika je pri bosonogem teku lahko boleča, kar pomeni, da nam bosonogi tek ponudi povratno informacijo, ki je v sodobni tekaški obutvi ne bi opazili.

„Manj je več, enostavno je vedno najboljše.” – Marko Roblek (Čujež, 2012).

Čeprav bi lahko bosonogi tek izumrl z iznajdbo tekaškega čevlja, se to ni zgodilo. Subkultura tekačev se še vedno zanaša na naravno tehniko naših prednikov, kljub celi vrsti visoko tehnološko razvitih tekaških copat. Eden izmed najbolj znanih bosonogih tekačev je Etiopijec Abebe Bikila, ki je leta 1960 na OI v Rimu dosegel svetovni rekord s časom 2:15:17. Kljub temu, da je bosonogi tek prestal tehnološki test, ima mnogo nasprotnikov, ki bosonogi tek vidijo kot najhitrejšo pot do poškodbe (Clift, 2007).



Slika 4. Abebe Bikila (Clift, 2007)

Čevlji so koristni, ker ščitijo pred razbitim steklom in pred mrazom, ki lahko povzroči otrple noge. Prav tako vedno obstajajo poti, kjer ovire (ostro kamenje, ...) ustvarijo pogoje, ki niso idealni za bosonogi tek. Vseeno čevlji pogosto ščitijo stopala do te mere, da določene mišice postanejo šibkejše, ker jih ne uporabljamo. Tekači v supergah naj bi imeli več zvinov zaradi nezavedanja položaja stopala med tekom. Čevlji opravijo dobro delo pri zaščiti pred elementi (pesek, steklo, blato, ...), vendar zmanjšujejo občutljivost drobnih sensorjev v stopalu, ki dajejo informacije o pravilnem odzivu na različnih terenih. Sčasoma stopalo postane šibko, kar sproži verižno reakcijo po celotni nogi in lahko vodi do vnetja pokostnice, tekaškega kolena in iliotibialnega sindroma. Blaženi tekaški copati privedejo do skrajšanja mečnih mišic in ahilove tetive. Na drugi strani bosonogi tek razteguje meča in spravi mišice stopal ponovno v pogon. Vsako stopalo je sestavljeno iz 26 kosti in več kot 20 mišic in povezanih kit. Koža na podplatu je bolj odporna na

obrabo, kot kateri koli drugi del kože na telesu. Ključ začetka bosonogega teka je začetni počasi. Najprej je zaželjena nekajtedenska bosonoga hoja, s katero si okrepimo kožo na podplatih ter mišice v gležnjih in stopalih. Ko smo pripravljeni za tek, začnimo s petminutnimi cikli, ki jih počasi podaljšujemo. Na mesec naj se naš tek podaljša za največ 20 minut na trening, ki ga izvajamo nekajkrat na teden. Po nekaj tednih takega treninga se bodo ojačali gležnji in stopala, kar bo zmanjšalo tveganje za nastanek poškodbe. Najbolje je trenirati na peščenih plažah, golf igriščih, travnikih, ... (Clift, 2007).

4.1. ZANIMANJE ZA BOSONOGI TEK V SLOVENIJI

Bosonogi tek je način teka, ki se počasi prebija na tekaško sceno novodobnega tekača. V Sloveniji je zanimanje veliko, vendar je še vedno veliko tekačev, ki imajo pred bosonogim tekom strahospoštovanje in se zanj raje ne odločijo. Kljub temu število bosonogih tekačev iz leta v leto narašča.

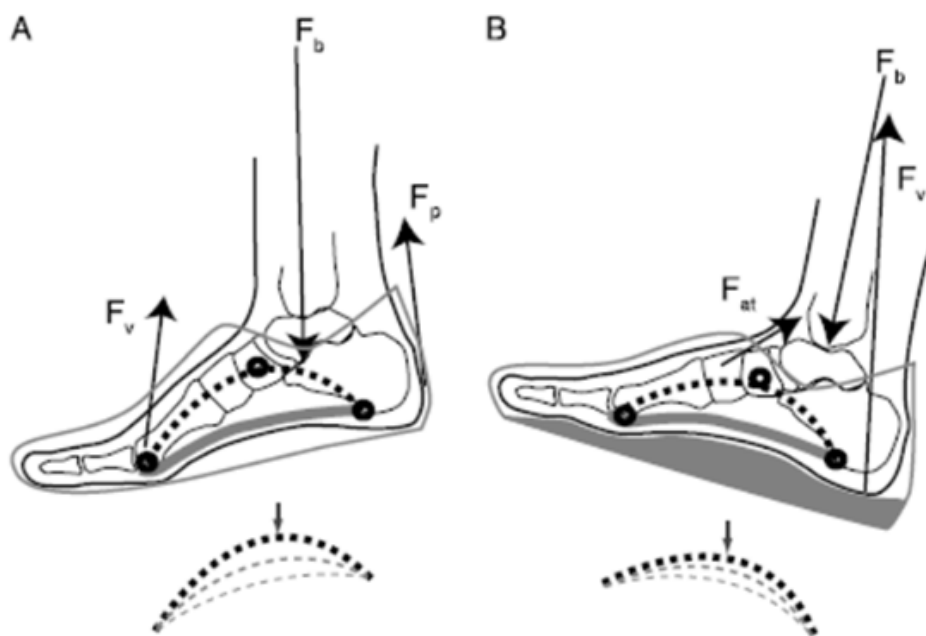
To potrjuje tudi podatek, da smo že tretje leto zapored podrli svetovni rekord v udeležbi na mednarodnem dnevu bosih tekačev. Letos se je na 3. Slovenskem Bosem Teku zbralo skoraj 220 tekačev, ki so se pomerili na poti dolgi od 2,5 kilometra do 10 kilometrov. Bosonogi tek postaja masovno gibanje, saj se vedno več ljudi zaveda njegovih pozitivnih lastnosti. Predvsem se omenja vpliv na tekaško tehniko, ki je eden izmed dejavnikov preventive pred poškodbami (Roblek, 2013).

4.2. ANATOMSKE PRILAGODITVE PRI BOSONOgem TEKU

Prva prilagoditev, ki jo opazimo, je ojačanje kože na podplatih. Ta nas zaščiti pred zunanjimi vplivi podlage in preprečuje poškodbe na podplatu. Druga prilagoditev, ki ni tako raziskana, je hipertrofija meč. Bosonogi tekači tečejo bolj po sprednem delu stopala, zato bolj aktivirajo meča. Zaradi tega se predpostavlja, da imajo bosonogi tekači močnejše plantarne fleksorje.

Podobno kot na ostale mišice vpliva vadba tudi na mišice stopala. Dolgo je že znano, da med tekom stopalni lok deluje kot vzmet, tako da se ob pristanku raztegne in se nato v drugi fazi začne krčiti. Tek preko prstov stopalni lok dosti bolj izkorišča kot vzmet, medtem ko se pri teku preko pete lok odzove v manjši meri. Sodobni čevlji s podporo stopalnega loka preprečujejo, da bi se mišice stopalnega loka raztegovale in s tem delovale kot vzmet. Predvidevajo, da bosonogi tek

bolj krepí mišice stopalnega loka, kot tek v tekaških copatih, zaenkrat pa še ni bilo opravljene nobene meritve omenjenih mišic, zato strokovnjaki samo sklepajo o tem učinku (Lieberman, 2012).



Slika 5. Longitudinalno gibanje stopalnega loka pri teku po prednjem delu stopala z minimalistično obutvijo (A) in pri teku preko pete v blaženih tekaških copatih (B) (Lieberman, 2012).

4.3. ZAKAJ SE LJUDJE ODLOČIJO ZA BOSONOŽI TEK?

Rothschild (2012) je opravil raziskavo med tekači in želel ugotoviti njihov interes za bosonožni tek. 75,7% tekačev je bilo vsaj malo zainteresiranih za bosonožni tek (okoli 28% zelo zainteresiranih, 29% zainteresiranih in okoli 19% vsaj malo zainteresiranih). Od teh jih je 21,9% že poizkusilo bosonožni tek, medtem ko se je v minimalistični obutvi preizkusilo 30,4% tekačev. Podatki so pokazali, da so bili mlajši moški, ki so se dojemali za dobre tekače, bolj zainteresirani za bosonožni tek. Zanimivo je to, da ni bilo korelacije med interesom za bosonožni tek in tedensko kilometrino, zgodovino poškodb ali najdaljšo razdaljo tekme. Glavni motivacijski faktor za bosonožni tek je preprečitev poškodb (34,3%), sledi mu želja po povečani učinkovitosti (20,8%) in radovednost (18,7%). V bosonožni tek je tekače najbolj pogosto prepričal tekaški prijatelj (24,5%) in knjige (24,5%), sledijo internetni viri (24,2%) in članki iz revij (7,6%). Zanimivo je dejstvo, da je bil

nasvet tekaškega trenerja najmanj pogosto sredstvo, ki bi prepričalo tekače v bosonogi tek. Tekachi, ki so tekli bosonogo, so najbolj pogosto prešli na bosonogi tek ali minimalistično obutev v roku dveh tednov (0-2 tedna). Največ jih je nato preteklo do okoli 8,5 km na teden. Večino tekačev bosonogi tek uporablja samo kot dodatno metodo v treningu, medtem, ko je samo okoli 6% takih, ki tečejo samo v minimalistični obutvi ali bosonogo. Strah pred poškodbo (54%) je bil največja ovira pred začetkom bosonogega ali minimalističnega teka. Zanimivo je torej poškodba na eni strani največja vzpodbuda, na drugi pa največja ovira za bosonogi tek.

5. KRATEK PREGLED TEKAŠKE TEHNIKE

»Z ustrezno tehniko gibanja tekač postane bolj ekonomičen. Racionalna tehnika ni pomembna zgolj zaradi povečane tekmovalne učinkovitosti. Pomeni tudi večjo varnost tekača pred poškodbami in nenazadnje večjo estetiko gibanja. Vadba tehnike teka ne prinaša le izboljšanja učinkovitosti tekalnega koraka, pomeni hkrati tudi razvoj hitrosti, moči in celo vzdržljivost tekača« (Škof, 2001). Znano je, da se letno zaradi ponavljajočih se stresov pri teku poškoduje med 30% in 70% tekačev (Lieberman, 2012; van Gent idr., 2007). Med dejavnike pogostosti poškodb spadata tudi nezadostna moč mišic, ki sodelujejo pri teku, in nepravilna tekaška tehnika.

5.1. FAZE TEKALNEGA KORAKA

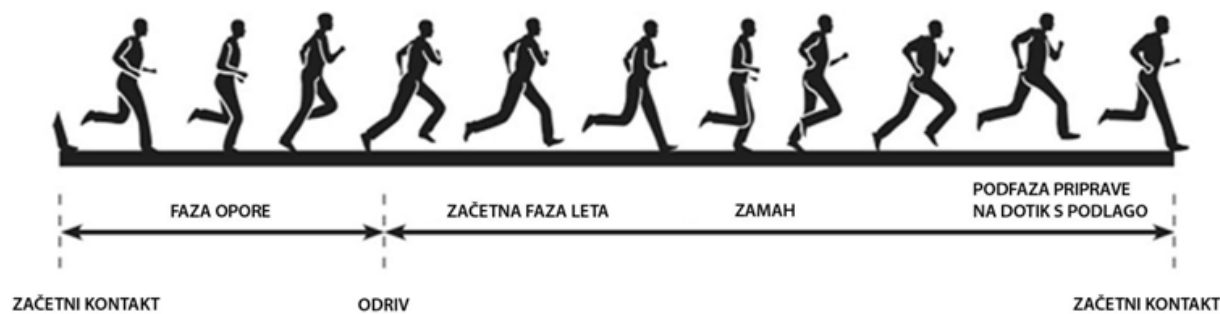
Tekaški korak v grobem pomeni menjavanje oporne faze (ko je tekač v stiku s podlago) in faze leta (ko nima stika s podlago) (Škof, 2001).

Fazo opore lahko z biomehanskega vidika opišemo s tremi podfazami (Mann idr., 1986, v Škof, 2001):

- Dotik stopala s podlago**; čas od prvega kontakta stopala s podlago do polne opore stopala na podlagi.
- Podfaza »srednjega opiranja«**; čas od začetka polne opore stopala do začetka plantarne fleksije v skočnem sklepu
- Odriv**; čas od začetka plantarne fleksije do trenutka, ko stopalo zapusti podlago.

Faza leta pa je razdeljena na naslednje 3 podfaze:

- Začetna faza leta**; začne se s končanim odrivom in traja do največje iztegnitve v kolčnem sklepu.
- Osrednja faza leta**; traja do trenutka največje upoginitve v kolku.
- Podfaza priprave na dotik s podlago**; traja zadnjo tretino leta in se konča s prvim dotikom noge s podlago.



Slika 6. Faze tekalnega koraka (Lohman, Balan Sackiriyas in Swen, 2011).

5.2. KINEMATIČNA ANALIZA TEKA

Kinematična analiza nam omogoča natančen vpogled v gibanje celotnega telesa in posameznih delov. Omogoča definiranje amplitude gibanja v sklepih, hitrosti in pospeškov posameznih delov telesa v prostoru (Škof, 2001).

5.2.1. KINEMATIČNA ANALIZA NOG

5.2.1.1. Kolčni sklep

Fleksijo in ekstenzijo v kolku se običajno meri glede na odklon stegenice od navpičnice ali pa enostavno s položajem stegna. V točki dotika s podlago je v kolčnem sklepu okoli 25 stopinj. Ta kot se ohranja skoraj do zaključka podfaze srednjega opiranja. Po točki maksimalne amortizacije v kolenu se začne iztegovanje v skočnem, kolenskem in kolčnem sklepu. Konec odrida se zgodi malenkost prej ali v točki maksimalne iztegnitve kolka. Velikost iztegnitve v kolku (za navpičnico) je med 20 in 25 stopinjami, odvisno predvsem od hitrosti (Nilson in Torstensson, 1985; Williams, 1985; Cavanagh, 1990; Škof, 2001).

V fazi leta je gibanje v kolku obratno. Takoj po iztegnitvi se začne fleksija, ki pa je bistveno počasnejša kot fleksija odridne noge v kolenu. Iz navedenih podatkov lahko sklepamo, da se tekač na večjo hitrost teka odzove z višjim dvigom kolena in s tem povečano dolžino koraka (Škof, 2001).

5.2.1.2. Koleno

Ob dotiku stopala s podlago je kot v kolenu ponavadi med desetimi in dvajsetimi stopinjami (Milliron in Cavanagh, 1990). Fleksija v kolenu se skozi prvi del oporne faze povečuje, v fazi srednjega opiranja – fazi največje amortizacije pa doseže največjo vrednost. V drugem delu oporne faze – se kolenski sklep izteguje, kotna hitrost v kolenu pa se povečuje. Ko noga zapusti podlago, je kot v kolenu od 165 do 170 stopinj. V naslednji fazi pride do skoraj popolne iztegnitve (175 stopinj). S povečanjem hitrosti se amplituda gibanja v kolenu povečuje (Škof, 2001).

5.2.1.3. Skočni sklep

Pri postavitvi noge na tla je kot v skočnem sklepu približno 90 stopinj. Od prvega kontakta stopala s podlago do faze srednjega opiranja se dorzalna fleksija stopala povečuje. Zaustavitev dorzalne in začetek plantarne fleksije označuje začetek pospeševalnega dela oporne faze. Plantarna fleksija doseže največjo vrednost tik po zaključku odriva (okrog 30 stopinj) potem pa se začne zopet dorzalna fleksija. Amplituda dorzalne fleksije je odvisna od učinkovitosti predaktivacije golenskih mišic in od moči mišic meč. Večja togost teh mišic zagotavlja manjšo amplitudo dorzalne fleksije in hitrejši odriv. Z naraščanjem hitrosti teka se amplituda v skočnem sklepu spremeni relativno zelo malo (Škof, 2001).

5.2.2. KINEMATIČNA ANALIZA POLOŽAJA TELESA IN DELA ROK

5.2.2.1. Delo rok

Pri teku morajo biti roke sproščene. Prsti so pokrčeni v rahlo pest. Roke prosto nihajo v ramenskem sklepu. Komolec je pokrčen na okrog 90 stopinj in niha naprej – nazaj v smeri teka. Vsako odmikanje komolca v stran vodi v nihanje rok izven smeri teka in v sukanje zgornjega dela telesa okoli vzdolžne osi. Delo rok mora biti koordinirano z delom nog in sinhronizirano s hitrostjo teka (Škof, 2001).

5.2.2.2. Položaj trupa

Optimalen položaj telesa pri teku je tisti, ki zagotavlja dober ravnotežni položaj. Če je trup nagnjen preveč naprej, zahteva povečano energijsko porabo. Tudi preveč vzravnan položaj trupa ni ekonomičen. Optimalen naklon telesa pri teku je med 5 in 10 stopinjami. Med tekom moramo paziti tudi na rotacijo v trupu. Noge v večji meri vplivajo na rotacijo v spodnjem delu trupa, roke pa na rotacijo v zgornjem delu trupa (Hinrichs, 1990).

»Vsako gibanje spremlja spreminjanje položaja telesa in s tem tudi CTT (centralnega težišča telesa). Cilj tekača mora biti čimbolj premočrtno gibanje, s čim manjšimi vertikalnimi in stranskimi odkloni. Vsako povečano odstopanje pomeni večjo energijsko porabo in manjšo ekonomičnost gibanja« (Škof, 2001).

Optimalna amplituda gibanja vertikalnega CTT pri tekačih v tekmovalni hitrosti je do 8 cm, pri ženskah pa do 9 cm (Sušanka, 1982, v Škof, 2001).

5.3. DOLŽINA IN FREKVENCA KORAKA

Hitrost teka je produkt dolžine koraka in frekvence korakov. S povečanjem hitrosti teka raste tako dolžina kot frekvenca korakov, vendar ne v enakem razmerju. Razmerje med frekvenco in dolžino koraka pri določeni hitrosti teka je večinoma individualno pogojeno.

»Odnos med hitrostjo teka in dolžino je v začetku premo sorazmeren, kasneje – pri visokih hitrostih - pa dolžina koraka ne narašča več vzporedno s hitrostjo – doseže plato. Pri visokih hitrostih (pri platoju dolžine koraka) se zato relativno bolj povečuje frekvenca korakov« (Škof, 2001).

Dolžino koraka je mogoče izračunati z enačbama (Cavanagh in Kram, 1990):

- $DK = 0,599 * v + 0,387$ (DK = dolžina koraka, v = hitrost teka)
- $DK = 2 * \check{C}K * v$ ($\check{C}K$ = čas koraka)

Če imamo podatek o trajanju koraka (čas faze leta + čas oporne faze), potem se lahko s pomočjo hitrosti izračuna tudi frekvenco koraka (FK):

- Čas koraka (ST) = $- 0,029 * v + 0,815$
- $FK = 1,203 + 0,0575 * v$

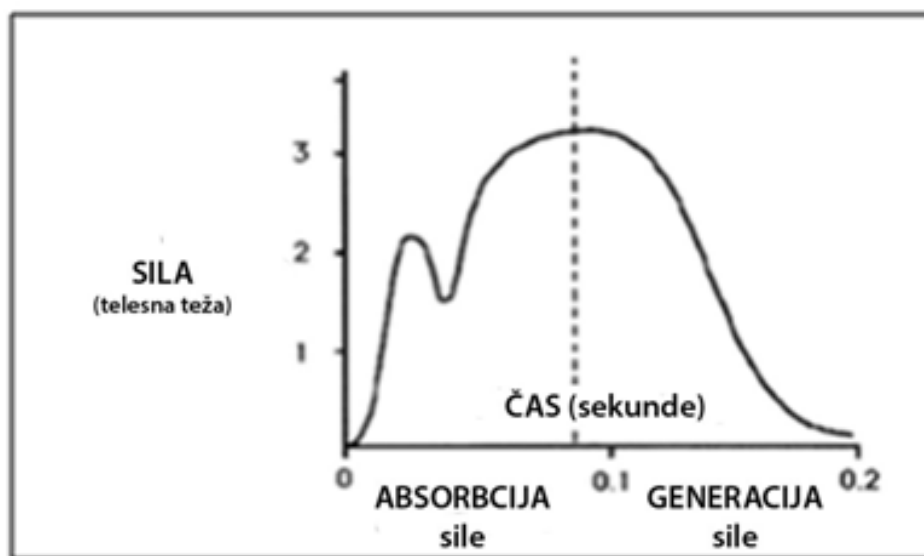
Pri submaksimalnih hitrostih je dolžina koraka dosti močnejša determinanta hitrosti kot frekvenca koraka (Škof, 2001).

5.4. DINAMIČNA ANALIZA TEKA

»Dinamični model predstavlja urejen sistem sil (z velikostjo in smerjo delovanja), na osnovi katerih je mogoče pojasniti gibanje. Na osnovi hitrosti, pospeškov posameznih masnih delov (delov telesa) je mogoče izračunati posamezne sile, ki definirajo tekaški korak. Veliko bolj natančno pa je dinamiko teka mogoče opisati z neposrednim merjenjem sil v fazi opore na tenziometrijski plošči« (Škof, 2001).

5.4.1. DINAMIKA OPORNE FAZE PRI TEKU

»Odriv pri teku je usklajena mišična akcija – razvoj sile, ki potiska tekača v zeleno smer. Odrivna sila pomeni reakcijo podlage – enako velike in nasprotno usmerjene sile, ki jo povzroči mišična aktivnost in telesna masa tekača. Silo reakcije podlage (v 3D prostoru) je mogoče izmeriti na tenziometrijski plošči« (Škof, 2001).



Slika 7. Prikaz tipične vertikalne komponente sile reakcije podlage pri tekaču, ki teče preko pete (Novacheck, 1998).

Pri tekačih, ki tečejo preko pete, se pri sili reakcije podlage pojavita dva vrhova. Prvi vrh je posledica udarca pete ob podlago (pasivna sila). Ponavadi je krajši in lahko celo preseže aktivno vertikalno odrivno silo (drugi vrh). Vrh aktivne vertikalne sile se ponavadi pojavi na sredini oporne faze, ko pojemek preide v pospešek (Novacheck, 1998).

Pri tekačih, ki tečejo po srednjem ali prednjem delu stopala, ponavadi ni pasivnega vrha, ki ga v mnogih literaturah omenjajo za enega glavnih dejavnikov poškodb.

»Vertikalna sila udarca pri postavitvi noge na tla je pri hitrosti 5,5 m/s pri slovenskih tekačih znašala 2090 N oziroma 3,16 TM (telesne mase). Tudi iz drugih raziskav je mogoče ugotoviti, da je sila pri postavitvi stopala na tla pri teku pri hitrosti med 3,5 in 6 m/s med 2,5 in 3 TM« (Škof, 2001).

5.5. AKTIVNOST MIŠIC MED TEKOM

Mišice so večinoma najbolj aktivne tik pred in ob prvem dotiku s tlemi. V tej fazi je moč celo bolj pomembna kot v fazi odziva (Novacheck, 1998).

5.5.1. RECTUS FEMORIS / KVADRICEPS

Kvadriceps in rectus femoris sta dejavna od zadnjega dela faze leta do sredine oporne faze in imata nalogo, da pripravita nogo za kontakt s tlemi in absorbcijo sile. Rectus je dejaven tudi na sredini faze leta, kjer je njegova naloga preprečevanje posteriornega gibanja golenice ob krčenju kolena (Novacheck, 1998).

5.5.2. ABDUKTORJI IN ADDUKTORJI (mišice odmikalke in primikalke)

Pripravijo telo na dotik s podlago in zagotavljajo stabilizacijo kolka v začetnem delu oporne faze. Sodelujejo skozi velik del tekaškega koraka in pri vseh hitrostih teka (Škof, 2001).

5.5.3. HAMSTRING / EKSTENZORJI KOLKA / MIŠICE MEČ (Gastrocnemius in soleus)

Zadnja loža in ekstenzorji kolka iztegujejo kolk v drugi polovici faze leta in v prvi polovici faze opore. Zadnja loža prav tako upočasnjuje gibanje golenice ob iztegovanju kolena (drugače bi golenica dobila prevelik moment). Zadnja loža in mečne mišice imajo pomembno ekcentrično in koncentrično funkcijo, s katero lahko izkoriščajo elastično energijo, medtem ko ekstenzorji kolka delujejo le koncentrično (Novacheck, 1998).

5.5.4. TIBIALIS ANTERIOR

Tibialis anterior je dejaven skoraj skozi celotno fazo tekalnega koraka. Pri kontaktu s podlago deluje kot stabilizator skočnega sklepa, v kasnejših fazah opore in v fazi leta pa skrbi za dorzalno fleksijo skočnega sklepa (Škof, 2001).

5.5.5. ABDOMINALNE MIŠICE (trebušne mišice)

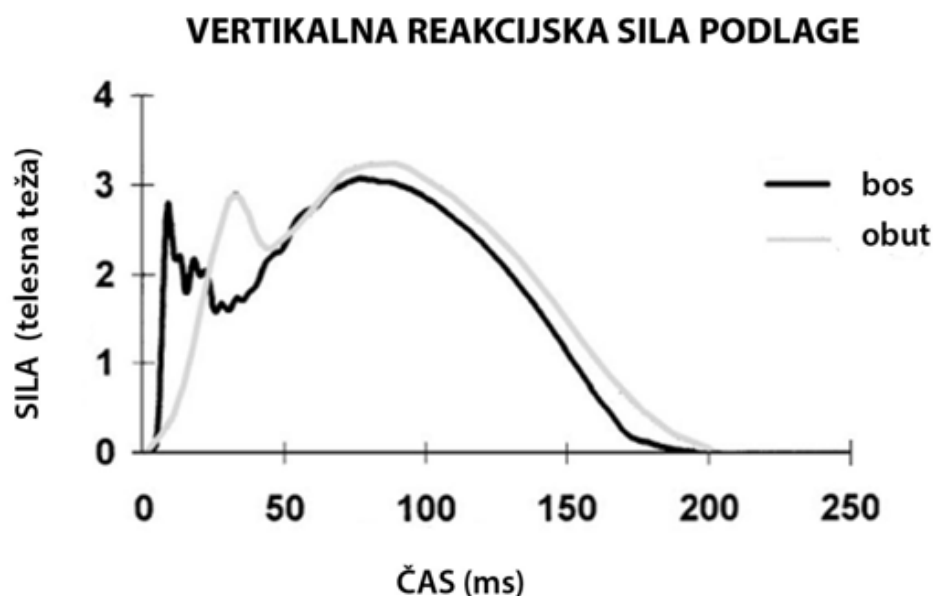
»Aktivnost teh mišic je povezana z gibanjem medenice naprej - nazaj. Aktivnost traja do zaključka ekstenzije kolka (v tej fazi gre za ekscentrično aktivnost teh mišic). Aktivnost trebušne muskulature je prisotna tudi po končanem odzivu, ob fleksiji kolka« (Škof, 2001).

5.6. SPLOŠNA NAČELA

- Vadba tehnike je pomemben proces v treningu tekača, saj vpliva na razvoj osnovnih parametrov, ki omogočajo razvoj in napredek.
- Optimalno razmerje med dolžino in frekvenco koraka omogoča večjo ekonomičnost teka. Pri vzdržljivostnem teku je optimalna frekvenca okrog 2,9 Hz (2,9 koraka/sekundo). Na spremembo hitrosti teka vpliva predvsem spreminjanje dolžine koraka.
- Tek preko pete je neracionalen in nevaren (Škof, 2001).

6. RAZLIKE V TEHNIKI TEKA MED OBUTIM IN BOSONOGIM TEKOM

Do pred kratkim je bila večina študij o bosonogem teku narejenih tako, da so tekače, ki običajno tečejo v obutvi, testirali boste v laboratoriju. Kljub temu, da je takšna raziskava koristna, ne moremo izvedeti vseh informacij, če uporabimo tekače, ki so običajno obuti, za študijo bosonovega teka, saj takšni tekači nimajo razvitih mišičnoskeletnih prilagoditev in kinematičnih navad, ki so značilne za običajnega bosonovega tekača. Zaradi tega se lahko njihova tehnika teka razlikuje od nekoga, ki teče bosonogo celo življenje ali dolgo časa. Vedeti moramo, da na tek vpliva tudi mnogo dejavnikov, kot so hitrost, tekstura podlage, trdota podlage, utrujenost in anatomske značilnosti. Tekači, ki običajno tečejo obuti, bodo na mehki podlagi bolj verjetno tekli preko pete in na trdi podlagi preko srednjega ali sprednjega dela stopala. Mnoge študije namigujejo, da se navadni in bosonogi tekači razlikujejo v nekaterih pomembnih elementih teka (Lieberman, 2012; Clift, 2007; Utz-Meagher idr., 2011; De Wit, De Clercq in Aerts, 2000; Divert, Mornieux, Baur, Mayer in Belli, 2005; Schütte idr., 2013; Morley idr., 2010). Okoli 75% obutih tekačev teče preko pete ob zmerni hitrosti na trdi podlagi. Izkušeni bosonogi tekači pristanejo bolj na srednjem ali sprednjem delu stopala. Tudi med tekači, ki običajno tečejo bosonogi, je včasih kakšen, ki teče preko pete, zato ne moremo trditi, da vsi bosonogi tekači tečejo preko prednjega dela stopala (Lieberman, 2012).



Slika 8. Primerjava sile reakcije podlage pri teku preko pete z obutvijo in bosonogo (De Wit idr., 2000)

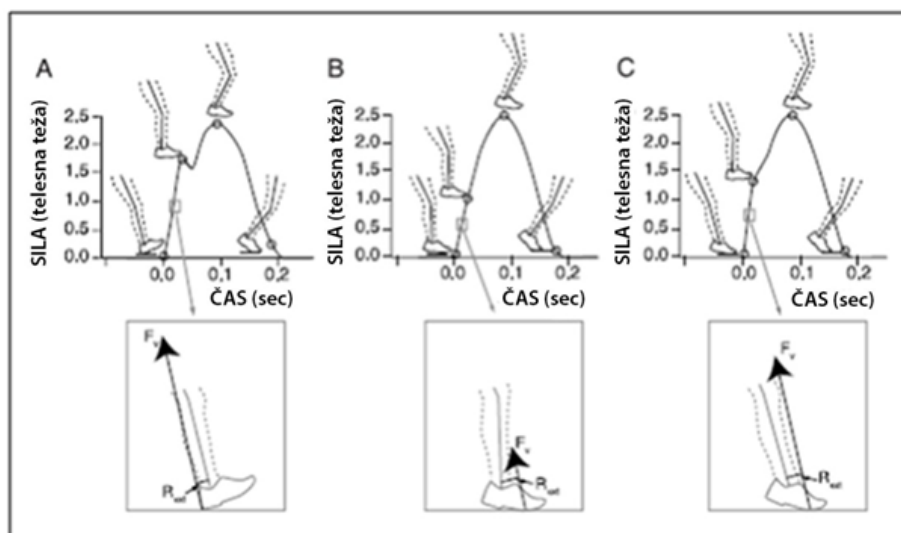
Raziskave so pokazale, da so imeli bosonogi tekači pri vseh hitrostih teka krajšo dolžino koraka in višjo frekvenco, ob tem pa so imeli še krajši kontaktni čas (De Wit, De Clercq in Aerts, 2000; Divert, Mornieux, Baur, Mayer in Belli, 2005; Lieberman, 2012; Schütte, Miles, Venter in Van Niekerk, 2013). Krajši korak razloži opazovanja, da bosonogi tekači pogosto pristanejo s stopalom bolj vertikalno poravnanim s kolenom in kolkom, bolj pod sebe (Lieberman, 2012).

Divert, Mornieux, Baur, Mayer in Belli (2005) so ugotovili, da so imeli tekači, ki so tekli bosonogo, nižji pasivni vrh sile (1.48 telesne teže proti 1.70 telesne teže v obutvi), višje zaviralne in pospeševalne sile in višjo predaktivacijo mišice triceps surae, kot tekači v obutvi.

V raziskavi, ki so jo opravili Schütte, Miles, Venter in Van Niekerk (2013) so imeli bosonogi tekači višjo frekvenco za 9,42 korakov/min, plantarna fleksija v gležnju je bila v povprečju višja za 6,23°, fleksija v kolenu pa je bila ob pristanku v povprečju za 7,74° večja.

6.1. POSTAVLJANJE STOPALA

Najbolje raziskan vidik bosonogega teka je način postavljanja stopala ob stiku s podlago. To je lahko najbolj boleč trenutek kontakta noge s podlago med bosonogim tekom. Čeprav trk med dvema masama povzroči udarec, je dolgo prepoznano, da se večina pristankov preko pete razlikuje od pristankov preko sprednjega dela stopala v povzročanju najvišjih vertikalnih sil na podlago. V raziskavi, ki so jo opravili, so ugotovili, da je pri bosonogem teku preko pete (pri 4 m/s) na trdi podlagi, kot je jeklena plošča, stopnja obremenitve najvišjih vertikalnih sil ob udarcu s podlago tipično 400-600 telesnih tež na sekundo in da znaša obseg vrhov sile med 1,5 in 2,5 telesne teže. Trk s podlago nato pošlje udarni val po telesu, ki ga lahko izmerimo v tibii v nekaj milisekundah in v glavi 10 ms kasneje. Sodobni tekaški copat ob postavljanju stopala na peto zmanjša velikost kontaktne sile (udarca) za okoli 10%, vendar pa istočasno poveča čas obremenitve pasivnega vrha za približno sedemkrat, ponavadi na 70 do 100 telesnih tež na sekundo. Tek preko pete je z modernimi tekaškimi copati bolj udoben, vendar copat še vedno ne prepreči sile udarca s podlago (Lieberman, 2012).



Slika 9. Kinematika in vertikalne reakcijske sile podlage pri hitrosti 3 m/s pri teku preko pete (A), teku po prednjem delu stopala s kratkim korakom (B) in pri teku preko sprednjega dela stopala z daljšim korakom (C) (Lieberman, 2012).

Ker je velik in hiter porast najvišje kontaktne sile pri bosonogem teku lahko boleč, ni čudno, da večino bosonogih tekačev teče preko srednjega ali sprednjega stopala. Kljub takemu načinu teka pride do kontaktnih sil, ki pa nimajo dveh vrhov, tako kot pri teku preko pete in so zato manj škodljive (Lieberman, 2012).

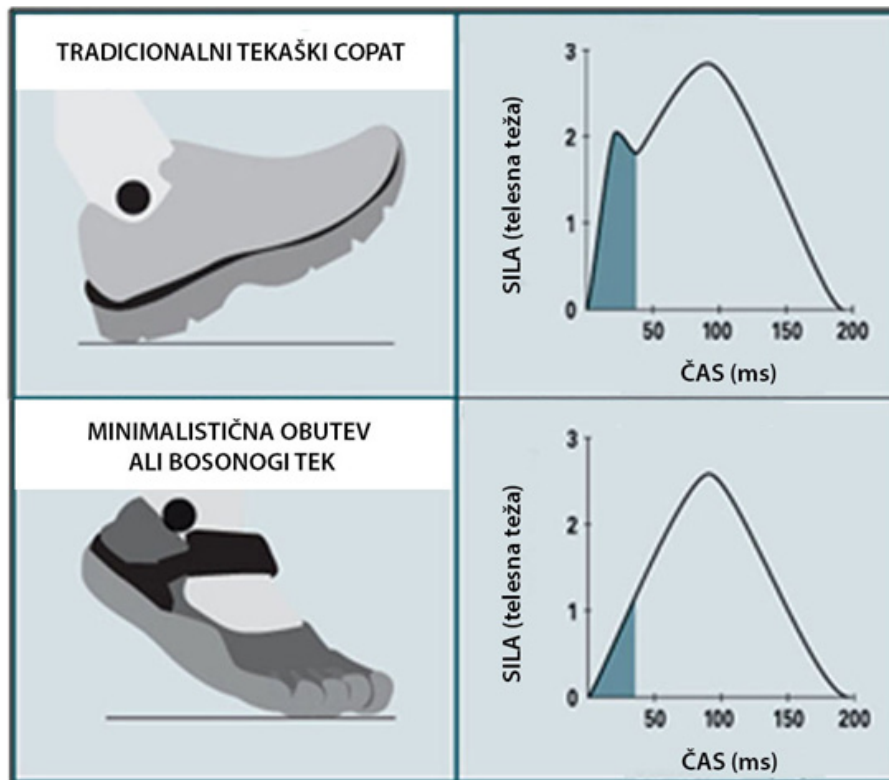
Hatala, Dingwall, Wunderlich in Richmond (2013) so naredili raziskavo na skupini kenjskih tekačev, ki običajno tečejo brez obutve. Pri samoizbrani hitrosti vzdržljivostnega teka je večina tekla preko pete (72%). Preko srednjega dela stopala je teklo 24% tekačev, preko sprednjega pa samo 4%. Tekači so celo pri šprintu večinoma tekli preko pete in preko srednjega dela stopala. Res pa je, da so v raziskavo vključili posameznike, ki so tekli manj kot 20 km na teden in tako ne moremo govoriti o resnih tekačih.



Slika 10. Slika tekača, ki teče preko pete (A) in tekača, ki teče preko srednjega dela stopala (B) (Hatala idr., 2013).

Lieberman idr. (2010) so naredili raziskavo, ki je zajela običajne obute tekače iz Združenih držav Amerike, tekače iz Kenije, ki so obutev začeli uporabljati pred kratkim, tekače iz ZDA, ki ponavadi tečejo bosonogo, kenijske najstnike, ki tečejo bosonogo in kenijske najstnike, ki tečejo v obutvi. Vsi odrasli Američani so tekli preko pete, ko so tekli v obutvi, medtem ko jih v bosonogi tehniki 17% spremenilo svojo tehniko in so začeli teči po srednjem delu stopala. Ko so si bosonogi tekači iz Amerike nadeli obutev, se je delež tekačev, ki so tekli preko pete, podvojil. Pri Kenijcih je bila slika podobna. Ob prehodu na obutev se je število tekačev, ki so tekli preko pete, povečalo za 20%, delež tekačev, ki so tekli preko prednjega dela stopala, pa zmanjšal za 37%. Zanimive so tudi ugotovitve med najstniki. Tisti, ki tečejo bosonogi so večinoma tekli preko sprednjega in srednjega dela stopala, drugi, ki ponavadi tečejo v obutvi, pa so v bosonogi tehniki v večini tekli preko pete. Ob nošenju tekaških copat pa se je delež teh tekačev še povečal. V bosonogi tehniki se je prav vsem povečala plantarna fleksija v stopalu, medtem ko se je kot v kolenu povečal vsem skupinam, razen skupini kenijskih tekačev, ki so obutev začeli uporabljati pred kratkim.

Posledično tekači, ki tečejo po sprednjem delu stopala, ne rabijo tekaške obutve, saj pri njihovem teku ne prihaja do pojavljanja pasivnih vrhov sil. Tekaška obutev pripomore predvsem pri udobnosti pri teku na grobi podlagi, kamenju in produ, ki znajo biti boleči. Najvišje kontaktne sile se pojavijo, ko je tekačevo telo v srednjem položaju in je center njegove teže točno pod telesom, vendar pa te sile naraščajo počasneje kot pri udarcu, ki ga povzroči tek preko pete. Generalno so kontaktne sile podobne pri bosonogem in obutem teku (Lieberman, 2012).

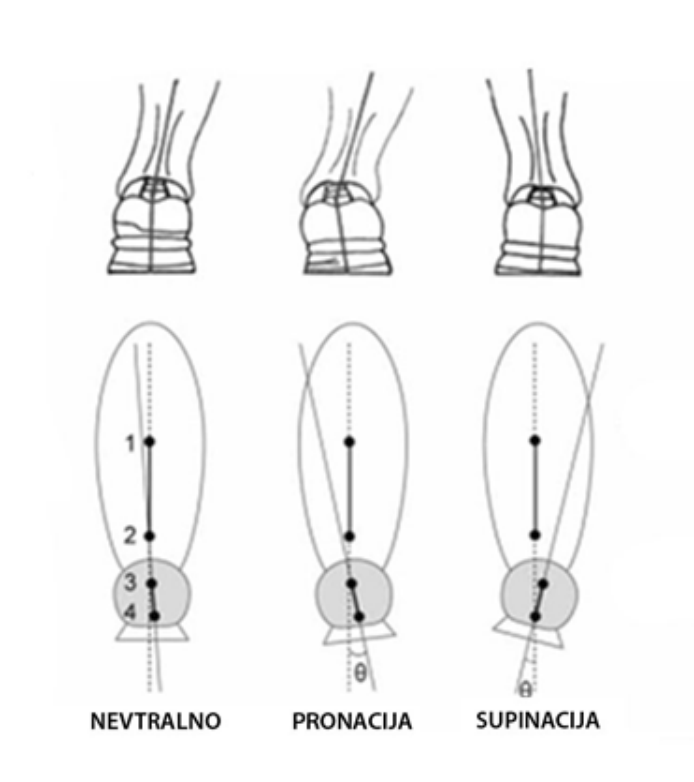


Slika 11. Prikaz sile reakcije podlage pri običajnem tekaškem copatu, pri prehodnem minimalističnem tekaškem copatu in pri bosonogem teku (Lohman, 2012).

Sile se pri teku preko sprednjega dela stopala lepše razporedijo, ker je gleženj stalno v plantarni fleksiji in tako ublaži udarec ob kontaktu s tlemi. Pri teku preko pete je gleženj stalno v dorzalni fleksiji in se udarec prenese direktno v sklep, ki je med tem tog. Zaradi tega je procent mase, ki se ustavi pri stiku s tlemi in si izmenja silo s podlago, dosti večji pri tekačih, ki tečejo preko pete. Druga stvar, ki pomembno vpliva na različne kontaktne sile in vrhove sil, je tudi položaj kolena in gležnja. Tekači, ki tečejo preko pete, ponavadi pristanejo z bolj iztegnjenim in togim kolenom ter gležnjem, kot tekači, ki tečejo preko prstov. Ti tekači zaradi tega bolje absorbirajo sile, ki se pojavijo pri udarcu s podlago. Tekači, ki tečejo po čisto sprednjem delu stopala – prstih imajo prav tako lahko probleme s kontaktnimi silami in njihovimi vrhovi, saj imajo pogosto zelo tog gleženj, ki ne deluje učinkovito pri blaženju sil. Ugotovili so, da lahko tekač spremeni skladnost spodnjih okončin na drugačne načine, kot z elastično peto čevlja. Na skladen učinek spodnjih okončin vplivajo predvsem krajši korak in večja fleksija kolena. Tako uspemo pojasniti, zakaj lahko nekateri bosonogi tekači udobno tečejo pri teku preko pete in zakaj imajo nekateri obuti tekači majhne kontaktne sile kljub teku preko pete (Lieberman, 2012).

6.2. BOSONOGI TEK IN PRONACIJA

Morley idr. (2010) so raziskovali vpliv bosonogega teka na pronacijo. V raziskavi so sodelovali samo tekači, ki so tekli preko pete. Raziskovalci so glede na podatke tekače razdelili v 3 enakovredne skupine glede na njihovo največjo vrednost pronacije med tekom s tekaškim čevljem: skupina z nizko pronacijo (3-8,9°), srednjo pronacijo (9-12,9°) in visoko pronacijo (13-18°).



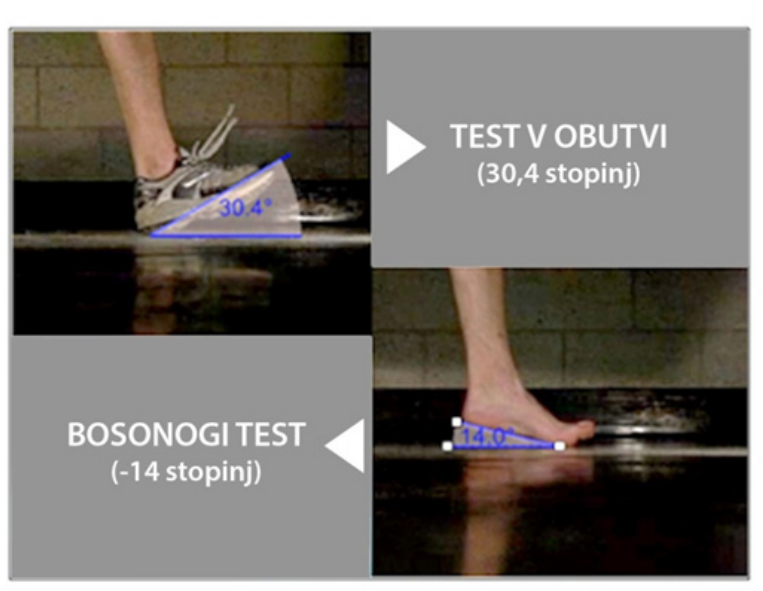
Slika 12. Prikaz postavitve markerjev ter supinacije (inverzije) in pronacije (everzije) (Morley idr., 2010).

Ko so tekači tekli v obutvi, se je pokazala velika razlika v maksimalni pronaciji med skupinami. Pri bosonogem teku so imele vse skupine manjši kot pronacije, čeprav pri skupini z nizko pronacijo ni bilo velike razlike (Morley idr., 2010; Stacoff, Kaelin in Stussi, 1991; Stacoff, Kaelin, Stuessi in Segesser, 1989). Pri skupini s srednjo in visoko pronacijo pa je prišlo do velikega zmanjšanja maksimalnega kota pronacije v primerjavi z obutim tekem. Skupina z visoko pronacijo je znižala maksimalno pronacijo iz $14,8 (\pm 1,5^\circ)$ v obutvi, na $9,2 (\pm 3,2^\circ)$ med bosonogim tekem. Skupina s srednjo pronacijo je imela podobne rezultate in je pronacijo zmanjšala iz $10,3 (\pm 0,9^\circ)$ na $6,7 (\pm 1,7^\circ)$. Pri skupini z nizko pronacijo bosonoga tehnika ni imela večjega vpliva, saj so imeli tekači v obutvi $6,7 \pm 2,1^\circ$ pronacije, brez obutve pa $6,3 \pm 2,6^\circ$ pronacije (Morley idr., 2010).

6.3. VPLIV BOSONOGEGA TEKAŠKEGA TRENINGA NA NEKATERE KINEMATIČNE IN DINAMIČNE PARAMETRE TEHNIKE TEKA

Ob izvajanju bosonogega treninga, se posameznik prilagodi v podpori stopal in neizogibno spremeni način teka. Take prilagoditve spremenijo določene kinematične spremenljivke, ki bodo kasneje koristno vplivale na tekačevo vadbo in celotno telesno pripravljenost.

Rezultati so pokazali, da je bosonogi trening povzročil pomembne razlike v naslednjih kinematičnih spremenljivkah: koti v stopalu, kontaktni čas in skupno največjo silo. Razlike v kinematičnih spremenljivkah med bosonogim in obutim tekom so se pokazale v: stopalnih kotih, dolžini koraka in začetnih kontaktnih silah (Utz-Meagher, Nulty in Holt, 2011).



Slika 13. Primerjava med stopalnim kotom pri obutem in bosonogem teku (Utz-Meagher idr., 2011).

Koti v stopalu so se pomembno spremenili po bosonogem treningu. Trening se je izvajal 2 tedna. Prvi teden so sodelujoči po vsakem navadnem treningu odtekli še 5 minut v bosonogi tehniki. Drugi teden se je količina bosonogega teka povežala na 10 minut. Po končanem bosonogem treningu so se povprečni koti med stopalom in podlago spremenili za 13,2° - iz dorzalne bolj v plantarno fleksijo. Prav tako je bila opazna razlika v kotih med bosonogim in obutim tekom. Povprečni kot med podlago in stopalom je bil pri bosonogem teku za 21,8° manjši kot pri obutem teku. (Utz-Meagher idr., 2011).

	Povprečje (v stopinjah)	Standardna deviacija (SD)	Statistična pomembnost
Test (pred treningom)	18.8	11.8	
Test (po treningu)	5.6	15.1	.005*
Stanje (bosonogo)	1.3	14.4	
Stanje (obuto)	23.1	12.6	.000*
* - statistična pomembnost			

Tabela 1. Povprečje in standardna deviacija kotov v stopalu pred in po treningu ter v bosonogi in obuti tehniki (Utz-Meagher idr., 2011).

Povprečni kontaktni čas se je zmanjšal iz 0,22 sekunde pri obutem teku, na 0,2 sekunde pri bosonogem teku. To pomeni, da je bil kontaktni čas pri bosonogem teku krajši za okoli 9%. Začetna kontaktna sila se je pomembno razlikovala med bosonogim in obutim tekom. Začetna kontaktna sila je najvišja sila v prvih 25% grafa. Pokazalo se je, da se pomembno spremeni glede na obutev. Povprečno je bila sila pri bosonogem teku približno 100 Newtonov manjša, kot pri obutem teku (Utz-Meagher idr., 2011).

	Povprečje (v stopinjah)	Standardna deviacija (SD)	Statistična pomembnost
Test (pred treningom)	1478.569	439.134	
Test (po treningu)	1386.146	309.853	.071
Stanje (bosonogo)	1383.730	379.432	
Stanje (obuto)	1480.985	369.555	.033*
* - statistična pomembnost			

Tabela 2. Začetna kontaktna sila (izražena v Newtonih) (Utz-Meagher idr., 2011).

Skupna najvišja sila je najvišja sila v zadnjih 75%-ih grafa. To silo je pomembno zmanjšal bosonogi trening, ki so ga bili deležni udeleženci raziskave. Povprečno se je sila zmanjšala za okoli 80 Newtonov. Pred izvedbo treninga je bilo povpečje skupnih najvišjih sil 1433,3 N, po treningu pa 1379,6 N (Utz-Meagher idr., 2011).

6.4. EKONOMIČNOST BOSONOGEGA TEKA

Že zaradi manjše mase pri bosonogem teku bi lahko sklepali, da je bosonogi tek bolj ekonomičen. Mnoge študije so pokazale, da dodajanje mase na obutvi poveča submaksimalen vnos kisika VO_2 za 1% na 100g na čevelj (Franz, Wierzbinski in Kram, 2012).

Perl, Daoud in Lieberman (2012) so ugotovili, da je tek pri hitrosti 3 m/s v minimalistični obutvi preko prednjega dela stopala 2,41%, preko pete pa 3,32% bolj učinkovit kot v navadni tekaški obutvi. Nasprotno se ekonomičnost ni pomembno razlikovala med tekom preko pete ali tekom preko prednjega dela stopala, ne glede na minimalistično ali standardno tekaško obutev. Ugotovili so, da se je stopalni lok med bosonogim tekom dosti bolj raztezal pri teku preko prednjega dela stopala, kot pri teku preko pete, prav tako je bila aktivnost plantarnih fleksorjev višja pri teku preko sprednjega dela stopala. Razteg ahilove tetive in mišice triceps surae ter fleksija v kolenu sta bili manjši pri bosonogem teku, kot pri teku v standardni obutvi.

V drugi raziskavi je bil VO_2 pri obutem teku za 5,7% višji na naravni podlagi in za 2,0% višji na tekaški preprogi, kot pri bosonogem teku. Raziskava napeljuje na to, da je bosonogi tek pri hitrosti 70% VO_{2max} bolj ekonomičen od obutega teka, tako na naravni podlagi kot na tekaški preprogi (Hanson, Berg, Deka, Meendering in Ryan, 2011).

Raziskave, ki so pokazale, da je bosonogi tek bolj ekonomičen, so redke. Večina raziskav napeljuje na to, da ni razlike v ekonomičnosti med bosonogim in obutim tekom.

Franz idr. (2012) so ugotovili, da se je VO_2 povečal za približno 1% za dodanih vsakih 100 g na stopalo pri bosonogem in obutem načinu teka. Kakor koli, bosonogi in obuti način teka se med seboj nista pomembno razlikovala v VO_2 ali v metabolični moči. Ko so izenačili maso obutve, je imel obuti tek 3-4% manjše vrednosti VO_2 in metabolične moči kot bosonogi tek. Tako so v raziskavi zaključili, da bosonogi tek ne nudi nobene metabolične prednosti pred tekom v lahkih blaženih supergah.

7. ALI BOSONOGI TEK POMENI VEČJO VARNOST TEKAČA PRED POŠKODBAMI?

Glavno vprašanje tekačev, trenerjev, terapevtov in zdravnikov, je ali ima bosonogi tek kakšen vpliv na poškodbe. Na poškodbe vpliva toliko dejavnikov, da bi ob primerjanju poškodb pri bosonogih in obutih tekačih nastala zmeda, zato je bolje, da se vprašamo, kako na poškodbe vpliva način teka, ki je značilen za bosonoge tekače. To vprašanje je pomembno tako za tekače v obutvi, kot tudi za bosonoge tekače. Poškodbe ponavadi nastanejo zaradi ponavljajočih se stresnih obremenitev na kosti, mišice in kite. Tek povzroči kompleksne in dinamične sile, ki se ponovijo ob vsakem koraku, skupno pa okoli milijonkrat na leto pri večini tekačev. Nedavne raziskave so ugotovile, da imajo tekači z visokimi kontaktnimi silami večje možnosti za poškodbo pokostnice, tekaško koleno (patelofemoralni sindrom), plantarni fasciitis in bolečino v spodnjem delu hrbta (Lieberman, 2012).

Približno 80% tekačev teče preko pete. Pri teku preko pete se pojavlja pasivni vrh, ki je ponavadi glavni dejavnik pojavljanja tekaških poškodb, saj sila pri pasivnem vrhu zelo hitro naraste. Pri bosonogem teku se stopalo postavlja bolj na prednji del, kar zmanjša ali odpravi pasivni vrh (Goss in Gross, 2012).

Tekači, ki tečejo po prednjem delu stopala in imajo daljši korak, pri teku ustvarjajo sile podobnih razponov kot pri teku preko pete, zato so taki tekači bolj izpostavljeni poškodbam. To bi lahko potrdilo hipotezo, da je za poškodbo način teka (tekaška tehnika) bolj pomemben od obutve.

Tekači s tekaško tehniko, ki je značilna za bosonoge tekače, pri teku nimajo težav s predolgim korakom, prav tako pa imajo višjo frekvenco korakov. Zaradi krajšega koraka imajo bosonogi tekači ob pristanku bolj pokrčeno koleno s čimer bolje absorbirajo sile. Zaradi boljših senzoričnih občutkov, ki jih imamo pri bosonogem teku, lahko hitreje prilagajamo togost nog med tekom po različnih podlagah in tako še dodatno znižamo najvišje kontaktne sile.

Čeprav so kontaktne sile pri teku preko sprednjega dela stopala nižje, pa se poškodbe pogosto pojavijo zaradi višje obremenitve plantarnih fleksorjev. Tako so pri tekačih, ki tečejo preko sprednjega dela stopala, značilne poškodbe meč in ahilove tetive. Take poškodbe se rade pojavijo predvsem pri tekačih, ki iz blaženih tekaških copat prestopijo na minimalistične in pri tistih, ki pretiravajo pri obremenitvah in povzročijo prevelik stres na mišice (Lieberman, 2012).

7.1. POŠKODBE STOPALA IN GLEŽNJA

Najbolj pogosti dejavniki poškodbe gležnja in stopala so šibkejši plantarni fleksorji, več let teka, visok stopalni lok in večja pronacija ob udarcu s tlemi. Šibke plantarne fleksorje se povezuje s poškodbami ahilove tetive, saj le ti ob neusrezni moči ne zagotavljajo potrebne stabilnosti v gležnju. Povečana nestabilnost v gležnju ponavadi pomeni tudi večjo pronacijo stopala. Med tekači pogosto zasledimo poškodbe plantarnega fasciitisa, do katerega največkrat pride pri tekačih z visokimi kontaktnimi silami, ki tečejo preko pete z visoko dorzifleksijo (Goss in Gross, 2012).

Pri bosonogem teku se povečajo sile, ki delujejo na stopalne kosti in mišice. Ob neprimernem stopnjevanju vadbe lahko pride do preobremenitve stopal, zato so med bosonogimi tekači pogostejši primerki, ki imajo stresfrakturo matatarzalnih kosti v stopalu. Zaradi večje obremenjenosti plantarnih fleksorjev se moramo bosonogega teka lotiti postopoma, saj v nasprotnem primeru povečamo možnost za poškodbo ahilove tetive.

7.2. POŠKODBE GOLENI

Študije so pokazale, da je tek preko pete bolj povezan s poškodbami goleni, kot tek preko sprednjega dela stopala. Pod poškodbo goleni spadata vnetje pokostnice in stresni zlom tibie. Pri raziskavi tekačev s stresnim zlomom tibie so ugotovili, da imajo le ti ob pristanku večjo addukcijo kolka in pronacijo stopala. Večja pronacija je značilna tudi za tekače, ki imajo težave z vnetjem pokostnice. Za tekače s poškodbami goleni so značilne večje zaviralne sile v smeri naprej-nazaj (anterior-posterior) in višje sile reakcije podlage (Goss in Gross, 2012).

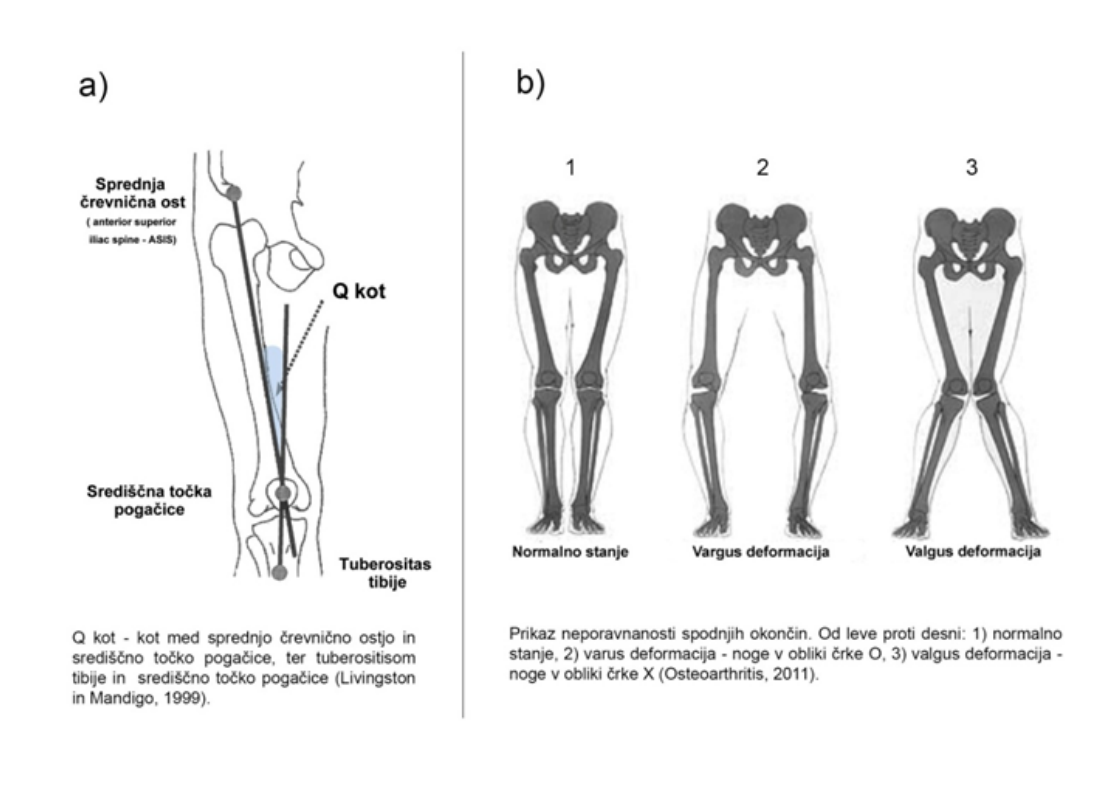
Bosonogi tek sili tekača v tek po sprednjem delu stopala, kar posledično zmanjšuje možnost za poškodbo goleni. Določeni tekači, ki tečejo preko pete, imajo skozi celoten cikel koraka stopalo v dorzalni fleksiji, kar pomeni, da se mišica tibialis anterior v nobenem trenutku koraka ne sprosti in je stalno napeta. Tekači z omenjeno tehniko so še posebno nagnjeni k vnetju pokostnice.

7.3. POŠKODBE KOLENA

Poškodba kolena je najpogostejša poškodba pri teku. Nanjo vpliva veliko dejavnikov, med katere spadajo nepravilnost spodnjih okončin, predvsem povečan kot Q in pretirana pronacija. Kot

Q ali kvadriceps kot postane dejavnik tveganja za poškodbe kolena, ko preseže vrednost večjo od 15 do 20 stopinj. Kot Q je povečan pri osebah z Valgus deformacijo (noge v obliki črke X) (Livingston in Mandigo, 1999). Poleg že naštetih dejavnikov na poškodbo kolena vplivajo tudi prevelika telesna teža, zakrčenost hamstringov ter pretirana notranja rotacija in addukcija kolka (primik). Najbolj pogoste poškodbe kolena so iliotibialni sindrom (tekaško koleno), patelofemoralni sindrom in poškodba meniskusov (Goss in Gross, 2012).

Bosonogi tekači imajo ob pristanku bolj pokrčeno koleno in s tem boljše blažijo udarec, ki se pojavi pri kontaktu s tlemi. Del sile se zaradi pokrčenega kolena absorbira s pomočjo mišično tetivnega kompleksa, kar zmanjša sile, ki delujejo neposredno na sklep.



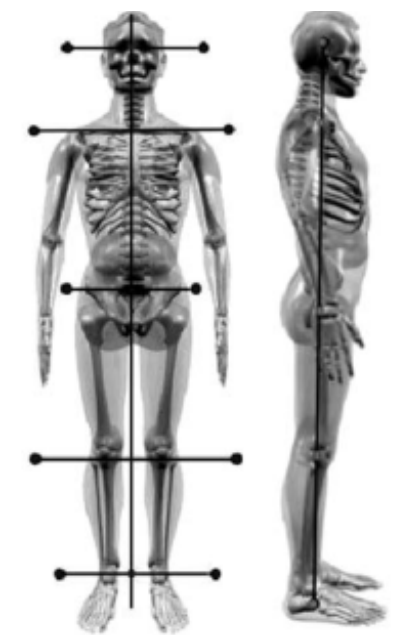
Slika 14. (a) Prikaz kota Q in (b) nepravnanosti spodnjih okončin.

7.4. POŠKODBE V KOLKU IN HRBTU

Poškodbe v kolku in hrbtu so največkrat posledica nepravilne tekaške tehnike in nepravilnega biomehanskega gibanja v kolenu in gležnju. Pri teku se vsak udarec prenese iz stopala v koleno, iz kolena v kolk in iz kolka v hrbet. Pri teku preko pete so kontaktne sile bolj izrazite in s tem bolj nevarne. Za poškodbe hrhta je zelo pomembna tudi zakrčenost mišic, ki vpliva na pravilno držo.

Ljudem, ki imajo v ledvenem delu hrbtenice zmanjšano lordozo, je tek odsvetovan. Hrbtenica ob nepravilni obliki izgubi svoje amortizacijske lastnosti, zaradi tega se poveča tveganje za nastanek ali ponovitev poškodbe.

Bosonogi tek na poškodbe kolka in hrbta vpliva predvsem z boljšo biomehaniko v skočnem sklepu in kolenu. S tem zmanjša negativne vplive, ki se pojavijo ob nepravilni tekaški tehniki.



Slika 15. Primer pravilne drže (Munivrana, Paušić in Kondrič, 2011).

Poškodbe se pojavljajo pri obutih in bosonogih tekačih, tako da ne moramo reči, da bosonogi tek preprečuje poškodbe. Verjetno na tekaške poškodbe najbolj vpliva tekaška tehnika in ne tekaška obutev. Lahko pa bosonogi tek uporabimo kot metodo izboljšanja tekaške tehnike, saj je veliko raziskav pokazalo pozitivne učinke bosega teka na posamezne dele v tekaški tehniki. Menim, da s pravilnim pristopom bosonogi tek pozitivno vpliva na preventivo pred tekaškimi poškodbami. Najprej je zaželena bosonoga hoja, ki nam ojača kožo na podplatih in prebudi stopalne mišice. Nato lahko bosonogi tek vključimo kot element v tekaškem treningu – kratko tekaško ogrevanje po mehki podlagi (travniki, gozdne poti, ...), ki naj na začetku ne bo daljše od petih minut in izvajanje tekaške abecede (prav tako na mehki podlagi). Ko se noge počasi prilagodijo (po parih tednih) začnemo počasi podaljševati čas bosonovega teka.

Bosonogi tek je še močno neraziskan in odprtih ostaja mnogo vprašanj. S tem, ko bolje spoznavamo bosonogi tek, vplivamo na celotno področje teka, ne glede na obutev. Spoznavamo vse svoje prilagoditve, ki smo jih dosegli skozi milijone let evolucije in nam služijo pri naravnem teku.

Bosonogi tek bi moral preizkusiti vsak tekač, saj je le-ta v naši naravi. Večino časa svojega obstoja smo po zemlji hodili in tekli bosi, zakaj ne bi bili sposobni še naprej (Lieberman, 2012)?

8. SKLEP

Evolucija je človeka skozi čas oblikovala v vzdržljivostnega tekača. Fossilni ostanki nakazujejo na to, da je vzdržljivostni tek sposobnost, ki izvira iz rodu Homo in se je pojavila pred približno dvema milijonoma let. Ljudje smo v smislu vzdržljivostnega teka unikat med primati, prav tako pa je to neobičajno za štirinožne sesalce, razen nekaterih izjem (psi, hijene, konji). Lastnosti, ki pomagajo človeku teči, vključujejo stukturo stopala, ki omogoča učinkovit odziv noge od podlage, ligamente, ki delujejo kot vzmet, in rame, ki se sukajo neodvisno od glave in vratu, kar omogoča boljše ravnotežje.

Današnji blaženi tekaški copati naj bi preprečevali poškodbe, ki so povezane s tekom. Kljub temu se vsako leto veliko število tekačev poškoduje. Zaradi tega so se začela pojavljati namigovanja, da blaženi tekaški čevlji ne preprečujejo tekaške poškodbe, vendar jih morda celo povzročajo. Sodobni tekaški čevlji nam nudijo veliko udobja, kar privede do tega, da nismo pozorni na način teka. Napačna tekaška tehnika pa je verjetno najhitrejša pot do poškodbe. Pri bosonogem teku ne tečemo odrezani od podlage, na kateri tečemo. Bolje čutimo podlago, s katero so v stiku naša stopala, in se nanjo primerneje odzivamo. Napačna tehnika je pri bosonogem teku lahko boleča, kar pomeni da nam bosonogi tek ponudi povratno informacijo, ki je v sodobni tekaški obutvi ne bi opazili.

Bosonogi tekači pristanejo bolj na srednjem ali sprednjem delu stopala. Krajši korak razloži opazovanja, da bosonogi tekači pogosto pristanejo s stopalom bolj vertikalno poravnanim s kolenom in kolkom. Tekači, ki so tekli bosonogo so imeli nižji pasivni vrh sile (1.48 telesne teže proti 1.70 telesne teže v obutvi), višje zaviralne in pospeševalne sile in višjo predaktivacijo mišice triceps surae, kot tekači v obutvi. Ena izmed raziskav je pokazala, da imajo bosonogi tekači za 9,42 korakov/min višjo frekvenco, za 6,23° večjo plantarno fleksijo in za 7,74° večjo fleksijo v kolenu ob pristanku.

Bosonogi tek ima velik vpliv na pronacijo, ki jo močno oglašujejo, kot enega glavnih dejavnikov tekaških poškodb. Raziskave so pokazale, da se je pri bosonogem teku pronacija stopala zmanjšala za približno 5°. Tak učinek je bil viden pri tekačih z močno in srednjo pronacijo. Pri tekačih, ki so imeli nizko pronacijo, ni bilo pretirane razlike med obutim in bosim tekom.

Glavno vprašanje tekačev, trenerjev, terapevtov in zdravnikov je, ali ima bosonogi tek kakšen vpliv na poškodbe. Na poškodbe vpliva toliko dejavnikov, da bi ob primerjanju poškodb pri

bosonogih in obutih tekačih nastala zmeda, zato je bolje, da se vprašamo, kako na poškodbe vpliva način teka, ki je značilen za bosonoge tekače. Poškodbe ponavadi nastanejo zaradi ponavljajočih se stresnih obremenitev na kosti, mišice in kite. Tek povzroči kompleksne in dinamične sile, ki se ponovijo ob vsakem koraku, skupno pa okoli milijonkrat na leto pri večini tekačev. Nedavne raziskave so ugotovile, da imajo tekači z visokimi kontaktnimi silami večje možnosti za poškodbo pokostnice, tekaško koleno (patelofemoralni sindrom), plantarni fasciitis in bolečino v spodnjem delu hrbta.

Tekači s tekaško tehniko, ki je značilna za bosonoge tekače, pri teku nimajo težav s predolgim korakom, prav tako pa imajo višjo frekvenco korakov. Zaradi krajšega koraka imajo bosonogi tekači ob pristanku bolj pokrčeno koleno, s čimer bolje absorbirajo sile. Zaradi boljših senzoričnih občutkov, ki jih imamo pri bosonogem teku, lahko hitreje prilagajamo togost nog med tekom po različnih podlagah in tako še dodatno znižamo najvišje kontaktne sile.

Čeprav so kontaktne sile pri teku preko sprednjega dela stopala nižje, pa se poškodbe pogosto pojavijo zaradi višje obremenitve plantarnih fleksorjev. Tako so pri tekačih, ki tečejo preko sprednjega dela stopala, značilne poškodbe meč in ahilove tetive. Take poškodbe se rade pojavijo predvsem pri tekačih, ki iz blaženih tekaških copat prestopijo na minimalistične in pri tistih, ki pretiravajo pri obremenitvah in povzročijo prevelik stres na mišice. Poškodbe se pojavljajo pri obutih in bosonogih tekačih, tako da ne moremo reči, da bosonogi tek preprečuje poškodbe. Verjetno na tekaške poškodbe najbolj vpliva tekaška tehnika in ne tekaška obutev. Lahko pa bosonogi tek uporabimo kot metodo izboljšanja tekaške tehnike, saj je veliko raziskav pokazalo pozitivne učinke bosega teka na posamezne dele v tekaški tehniki.

Bosonogi tek je še močno neraziskan in odprtih ostaja mnogo vprašanj. S tem, ko bolje spoznavamo bosonogi tek, vplivamo na celotno področje teka, ne glede na obutev. Spoznavamo vse svoje prilagoditve, ki smo jih dosegli skozi milijone let evolucije in nam služijo pri naravnem teku. Bosonogi tek bi moral preizkusiti vsak tekač, saj je le-ta v naši naravi.

9. VIRI

1. Lieberman, D.E. (2012). What We Can Learn About from Barefoot Running: An Evolutionary Medical Perspective. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(2), 63-72.
2. Škof, B. (2001). Kinematično-dinamični in anatomsko fiziološki model teka. V M. Čoh (ur.), *Biomehanika atletike* (str. 145-164). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
3. Clift, Z. (2007). The Barefoot Route. *Marathon & Beyond* 11(2), 28-36
4. Bramble, D.M. in Lieberman, D.E. (2004). Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*, 432, 345-352.
5. Novacheck, T.F. (1998). The biomechanics of running. *Gait and Posture*, 7, 77-95.
6. Rothschild, C.E. (2012). Primitive Running: A Survey Analysis of Runners' Interest, Participation, and Implementation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2021-2026.
7. Lohman, E.B. (2012). Effects of minimalist shoe on running gait. *Lower Extremity Review*, 9, Pridobljeno 25.3.2013 iz <http://lowerextremityreview.com/article/effects-of-minimalist-shoes-on-running-gait>
8. De Wit, B., De Clecq, D., Aerts, P. (2000). Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *Journal of Biomechanics*, 33(3), 269-278.
9. Evolutions's Role in looking Good and Healty. (7.2.2013). *Living Healthy guide*. Pridobljeno 20.4.2013, iz <http://livinghealthyguide.com/looking-healthy/evolution-role-in-looking-good-and-healthy/>
10. Morley, J.B., Decker, L.M., Dierks, T., Blanke, D., French, J.A., Stergiou, N. (2010). Effects of Varying Amounts of Pronation on the Mediolateral Ground Reaction Forces During Barefoot Versus Shod Running. *Journal of Applied Biomechanics*, 2, 205-214.
11. Perl, D.P., Daoud, A.I., Lieberman, D.E. (2012). Effects of footwear and strike type on running economy. *Medicine And Science In Sport And Exercise*, 44(7), 1335-43.
12. Divert, C., Mornieux, G., Baur, H., Mayer, F., Belli, A. (2005). Mechanical Comparison of Barefoot and Shod Running. *International Journal of Sports Medicine*, 26(7), 593-598.
13. Hanson, N.J., Berg, K., Deka, P., Meendering, J.R., Ryan, C. (2011). Oxygen Cost of Running Barefoot vs. Running Shod. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 401-406.
14. Franz, J.R., Wierzbinski, C.M, Kram, R. (2012). Metabolic cost of running barefoot versus shod: is lighter better?. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 44(8), 1519-25.

15. Utz-Meagher, C., Nulty, J., Holt, L. (2011). Comparative Analysis of Barefoot and Shod Running. *Sport Science Review*, XX(3-4), 113-130.
16. Lieberman, D.E., Venkadesan, M., Werbel, W.A., Daoud, A.I., D'Andrea, S., Davis, I.S., Mang'Eni, R.O., Pitsiladis, Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463(7280), 531-535.
17. Hatala, K.G., Dingwall, H.L., Wunderlich, R.E., Richmond, B.G. (2013). Variation in Foot Strike Patterns during Running among Habitually Barefoot Populations. *Plos One*, 8(1), 1-6.
18. Roblek, M. (2013). Pridobljeno 12.5.2013, iz <http://bositek.si/?p=843>
19. Lohman, E.B., Balan Sackiriyas, K.S., Swen, R.W. (2011). A comparison of the spatiotemporal parameters, kinematics, and biomechanics between shod, unshod, and minimally supported running as compared to walking. *Physical Therapy in Sport*, 12(4), 151-163.
20. Schütte, K.H., Miles, K.C., Venter, R.E., Van Niekerk, S.M. (2013). Barefoot running causes acute changes in lower limb kinematics in habitually shod male runners. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 35(1), 153-164.
21. Goss, D.L., Gross, M.T. (2012). A review of mechanics and injury trends among various running styles. *U.S. Army Medical Department Journal*, July – September, 62-71.
22. Livingston, L.A., Mandigo, J.L. (1999). Bilateral Q angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. *Clinical Biomechanics*, 14 (1), 7-13.
23. Osteoarthritis. (25.10.2011). Zimmer. Pridobljeno 26.5.2013 iz <http://www.zimmer.co.uk/z/ctl/op/global/action/1/id/380/template/PC/navid/566>
24. Munivrana, G., Paušič, J., Kondrič, M. (2011). The incidence of improper postural alignment due to the influence of long-term table tennis training. *Kinesiologia Slovenica*, 17(2), 47-58.
25. Barefoot, T. (2010). Pridobljeno 14.7.2013, iz http://www.barefooted.com/index.php?q=/search/label/running_philosophy
26. McDougall, C. (2010). Pridobljeno 14.7.2013, iz <http://www.chrismcdougall.com/barefoot.html>
27. Van Gent, R. N., Siem, D., van Middelkoop, M., van Os, A. G., Bierma Zeinstra, S.M.A., Koes, B.W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *Br J Sports Med*, 41(8), 469-480.
28. Čujež, M. (2012). Marko Roblek: Ne moreš le odvreči čevljev in začeti teči bos. *Planet Siol*, Pridobljeno 14.7.2013 iz http://www.siol.net/trendi/lepota_in_zdravje/

- aktualno/2012/07/marko_roblek_ne_mores_le_odvreci_cevljev_in_zaceti_teci_bos.aspx
29. Stacoff, A., Kaelin, X., Stussi, E. (1991). The effect of shoes on the torsion and rearfoot motion in running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23(4), 482-490.
 30. Stacoff, A., Kaelin, X., Stussi, E., Segesser, B. (1989). The torsion of the foot in running. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5(4), 375-389.
 31. Cavanagh, P.R., Kram, R. (1990). Stride Length in Distance Running: Velocity, Body Dimensions and Added Mass Effects. V P.R. Cavanagh (ur.), *Biomechanics of distance running* (str. 35-64). United States of America: Human Kinetics.
 32. Milliron, M.J., Cavanagh, P.R. (1990). Sagittal Plane Kinematics of the Lower Extremity During Distance Running. V P.R. Cavanagh (ur.), *Biomechanics of distance running* (str. 65-105). United States of America: Human Kinetics.
 33. Hinrichs, R.N. (1990). Upper Extremity Function in Distance Running. V P.R. Cavanagh (ur.), *Biomechanics of distance running* (str. 107-134). United States of America: Human Kinetics.