

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Anže Vrh

**KONTRAKTILNE LASTNOSTI SKELETNIH
MIŠIC NOGOMETAŠEV**

Diplomska naloga

Koper, marec 2016

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija
APLIKATIVNA KINEZIOLOGIJA

KONTRAKTILNE LASTNOSTI SKELETNIH MIŠIC NOGOMETAŠEV

Diplomska naloga

MENTOR

izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

Avtor

ANŽE VRH

Koper, marec 2016

Naslov diplomske naloge: Kontraktilne lastnosti skeletnih mišic nogometašev

Kraj: Koper

Leto: 2016

Število listov: 35 Število slik:0 Število tabel: 4

Število prilog: 0 Št. strani prilog: 0

Število referenc: 23

Mentor: izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

UDK:

Ključne besede: tenziomiografija, igralni položaji, mišica

Povzetek: V želji, da bi ugotovili razlike v kontraktilnih lastnostih skeletnih mišic nogometašev različnih igralnih položajev, smo v raziskavo vključili 83 nogometašev iz treh klubov prve slovenske nogometne lige. Raziskavo smo izvedli z tenziomiografsko metodo, ki temelji na merjenju biomehanskih lastnosti skeletnih mišic. Izbrali smo mišice rectus femoris (RF), biceps femoris (BF) in semitendinosus (ST), na obeh straneh telesa. Ugotovili smo, da razlike glede na igralni položaj obstajajo in sicer le med napadalci ter vratarji. Napadalci imajo krajši čas krčenja (Tc) mišice RF desne noge ($P = 0,034$), vratarji pa najdaljši čas krčenja (Tc) mišice RF desne noge ($P = 0,029$). Za preostala dva igralna položaja (obramba in sredina) in za mišici BF in ST razlik nismo mogli potrditi. Ugotovili smo tudi, da razlike v kontraktilnih lastnostih med samimi klubi obstajajo. Najboljši klub ima najkrajši čas krčenja (Tc) mišice RF desne noge ($P = 0,017$), medtem ko preostala (slabša) kluba krajši čas krčenja (Tc) mišice BF ($P < 0,001$) in ST ($P = 0,049$) leve noge. Ugotovili smo tudi, da obstajajo razlike pri RF in BF v lastnostih krčenja mišic med zdravimi in poškodovanimi igralci, kjer lahko opazimo krajša čas zakasnitve (Td) in čas krčenja (Tc) mišic RF in BF pri poškodovanih igralcih.

Name and SURNAME: Anže Vrh

Title of bachelor thesis: Contractile properties of skeletal muscles in football players

Place: Koper

Year: 2016

Number of pages: 35 Number of pictures: 0 Number of tables: 4

Number of enclosures: 0 Number of enclosure pages: 0

Number of references: 23

Mentor: izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

UDK:

Key words: tensiomyography, playing position, muscle

Abstract: The purpose of this study was to determine differences in contractile properties of skeletal muscles in football players according to playing position, so we included 83 football players from three clubs of First Slovenian football League. The research was conducted with tensiomyographic method, where we selected and measured muscles rectus femoris (RF), biceps femoris (BF) and semitendinosus (ST). It was found that there are differences between attackers and goalkeepers. Attackers have shorter contraction time (T_c) of muscle RF in right leg ($P = 0,034$), while goalkeepers have the longest contraction time (T_c) of muscle RF in right leg ($P = 0,029$). For the remaining two playing positions (defence and midfield) and muscles BF and ST we couldn't confirm significant differences. The most successful club has the shortest contraction time (T_c) of muscle RF in right leg ($P = 0,017$), when on the other hand, the other two "less" successful remaining clubs have shorter contraction time (T_c) of muscle BF ($P < 0,001$) and ST ($P = 0,049$) in left leg. We also discovered that there are differences between injured and fit players, where we noticed shorter delay time (T_d) and contraction time (T_c) in muscles RF and BF on injured players.

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 Anže Vrh, študent dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje Aplikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Kontraktilne lastnosti skeletnih mišic nogometašev:

- rezultat lastnega dela,
- so rezultati korektno navedeni in
- nisem kršil 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 študenta:

V Kopru, dne

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Boštjanu Šimuniču za vse koristne napotke, za možnost izvedbe samih meritev in vso pomoč ter strokovno vodenje pri pisanju diplomske naloge.

Zahvalil bi se tudi družini za vso podporo in vzpodbudo v času celotnega študija ter na zadnje še zaročenki, ki mi vedno stoji ob strani.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Analiza športa	1
1.2 Gibalne sposobnosti nogometašev	3
1.2.1 Vzdržljivost	3
1.2.2 Hitrost	5
1.2.3 Moč	7
1.2.4 Koordinacija	8
1.2.5 Natančnost	8
1.3 Poškodbe v nogometu	9
1.4 Opis tenziomiografske metode	11
1.5 Predmet, problem, cilji in hipoteze	12
2 METODE DELO	13
2.1 Preiskovanci	13
2.2 Merski inštrumenti	13
2.3 Raziskovalni načrt	14
2.4 Statistika	14
3 REZULTATI	15
3.1 Kontraktilne lastnosti mišic	15
3.2 Hitra mišična vlakna in igralna mesta	16
3.3 Kontraktilne lastnosti mišic in klubi	17
3.4 Kontraktilne lastnosti mišic poškodovanih in zdravih igralcev	19
4 DISKUSIJA	21

4.1 Kontraktilne lastnosti mišic	21
4.2 Hitra mišična vlakna in igralna mesta	22
4.3 Kontraktilne lastnosti mišic in klubi	22
4.4 Kontraktilne lastnosti mišic poškodovanih in zdravih igralcev	23
4.5 Sklep	23
5 VIRI IN LITERATURA.....	25

KAZALO TABEL

Tabela 1: <i>Morfološki podatki igralcev iz vseh treh klubov.</i>	13
Tabela 2: <i>Kontraktilne lastnosti mišic glede na pozicijo igranja.</i>	16
Tabela 3: <i>Kontraktilne lastnosti mišic glede na klub.</i>	17
Tabela 4: <i>Rezultati mišic poškodovanih in zdravih igralcev.</i>	20

1 UVOD

"Če bi bil nogomet odvisen od teorije in knjig, bi bili zmagovalci Japonci. Oni vse podatke shranjujejo v svoje računalnike, ki natančno izračunajo, kdaj, kako in kje bi bilo treba streljati. Na srečo teorija in stroji ne tečejo in igrajo nogometa, kajti nogomet je umetnost", pravi Elsner (2010). Res je, nogomet je umetnost in tako kot svet ne pozna dveh Van Goghov, nogomet na bo poznal dveh Zidanov, ali dveh Maradon. Vse zgleđa dokaj lepo in enostavno, vendar če hoče nogometaš postati vrhunski igralec kot prej omenjena virtuoza nogometa je potrebno zelo veliko trdega dela, žrtvovanja in seveda tudi talenta.

Nogomet je fenomen, ki nima racionalne razlage, in prav v tem je njegov čar. Nasprotniki tega športa govorijo od dvaindvajsetih "norcih", ki se nesmiselno podijo za žogo. Mogoče imajo s hladnega znanstvenega vidika celo prav, vendar se nogometa ne da preučevati s tako odmaknjenega zornega kota. Nogomet je strast, ki živi, obstaja in se bliskovito širi na podlagi emocij in tu se marsikatera debata konča. Kdor še ni nikoli doživel nepopisne sreče ob zadetku njegove ekipe, ali neznosnega razočaranja, ko se mu nekdo posmehuje iz lastne, ne ve, kaj je nogomet. Albert Camus, francoski mislec, filozof, pisatelj, nobelovec in nogometni vratar je enkrat rekel: " Vse, kar vem o človeški morali in dolžnosti, sem se naučil iz nogometa" (Vasle, 2002).

1.1 Analiza športa

Nogomet je moštveni šport in je danes eden najbolj priljubljenih športov, če ne celo najbolj priljubljeni šport na svetu. Pod okriljem FIFE je danes priznanih 209 nogometnih zvez in registriranih kar 256 milijonov aktivnih igralcev. Od tega je tudi 26 milijonov žensk, kar še dodatno potrjuje in dokazuje priljubljenost tega športa. Počasi na prepoznavnosti pridobiva tudi "manj znani" futsal, kjer je danes že registriranih čez milijon futsal igralcev. Prav tako se neprestano povečuje število "rekreativnih" oziroma občasnih igralcev nogometa saj je igra preprosta, dostopna in privlačna povsod.

Na igrišču sta dve moštvi s po enajstimi igralci. Cilj igre je spraviti žogo v nasprotnikov gol oziroma doseči čim več golov v igralnem času (90 min), pri tem pa lahko igralci žogo vodijo ali pa si jo med seboj podajajo. Nogomet se igra z nogo, medtem ko je vratarjem dovoljeno igranje z rokami vendar le v njihovem kazenskem prostoru. Različne etape

razvoja nogometne igre so bile v začetku pogojene z izboljšanjem tehničnih sposobnosti, v nadaljnjih etapah pa z izboljšanjem taktičnih in motorično - funkcionalnih sposobnosti posameznih igralcev. Nogometno igro sedanjosti lahko označimo za dinamično in visoko organizirano (model igre, ki ga predstavljajo najmočnejša moštva v Evropi in po svetu), toda kot igro, ki omogoča svobodo in ustvarjalnosti igralca. Igra bo tudi v prihodnosti definitivno usmerjena k čim večji ustvarjalnosti posameznikov, vendar hkrati podrejeni organizirani igri. In prav medsebojno skupno delo oz. komunikacija je glavna značilnost sodobne nogometne igre. Med igro igralci ves čas komunicirajo, postavljajo komunikacijsko mrežo (ta poteka na motoričnem in informacijskem nivoju) in prepoznavajo najrazličnejše igralne situacije. Tako se vzpostavi komunikacijska mreža med igralci v fazi napada z konstruktivno funkcijo in pa destruktivno funkcijo v fazi obrambe. Če igralci na informacijskem nivoju te različne situacije na igrišču zaznavajo, jih prepoznavajo in potem tudi uspešno rešijo, govorimo o informativni ravni komunikacije. Ta komunikacija med igralci je lahko popolna oziroma uspešna (na primer prestrežba podaje, kontra napad in gol) delno uspešna (na primer predvidevanje podaje vendar ne tudi prestrežba) ali pa neuspešna (na primer ekipa je izigrana in prejme gol). In prav sodelovanje igralcev na tej ravni vpliva na motorično raven oziroma motorično kakovost vsakega posameznika. Da bi to usklajeno delovanje igralcev na informacijskem nivoju potekalo na najvišjem nivoju, pa je odvisno od igralčevih kognitivnih sposobnosti, taktične informiranosti, izkušenj igralcev, motivacije igralcev in zunanjih dejavnikov. Vsak igralec na podlagi lastne informacijske analize, sam izbere gibalne akcije, katere se njemu zdijo najboljše ali najbolj primerne za reševanje različnih igralnih situacij. Temu rečemo motorični nivo komunikacijske mreže. Reševanje igralnih situacij je tako odvisno od vsakega posameznika, saj se med sabo razlikujejo od telesne zgradbe, psihičnih in motoričnih sposobnosti ter seveda specifičnih nogometnih sposobnosti (Elsner, 2010).

Nogomet spada v skupino polistrukturiranih kompleksnih športov. Nogometaši so med igro neprestano v gibanjih, kot so tek s spremembami smeri ali brez sprememb (preigravanja,...), tek s spremembami hitrosti od počasnega teka do silovitega šprinta, visoki skoki ter čvrsti dueli oz. dvoboji z nasprotnikom, zato je sodobni nogomet podvržen še toliko večjim fizičnim in psihičnim obremenitvam. Za izvrševanje nogometnih nalog, mora nogometaš posedovati potrebni nivo vzdržljivosti (aerobno in anaerobno), moči (osnovna, repetativna, eksplozivna in vzdržljivost v moči) in hitrosti (hitrost reakcije, štartna hitrost in maksimalno hitrost). Gibanja igralcev imajo specifične značilnosti, saj niso odvisna samo od količine ciklično (tek) – acikličnega (skok, strel, varanje,...) gibanja, ampak tudi od njegove intenzivnosti; prevladujejo intervalne obremenitve. To pomeni, da je uspešnost v igri odvisna tudi od funkcionalnih

sposobnosti organizma, še posebno od razvitosti srčno – žilnega sistema, živčno – mišičnega sistema in sposobnosti izmenjave snovi (Elsner, 2006).

1.2 Gibalne sposobnosti nogometašev

Nogomet je igra, ki zahteva razvoj skoraj vseh gibalnih sposobnosti in funkcionalne sposobnosti. Sodoben nogomet od igralcev zahteva neprestani razvoj in vzdrževanje le teh na zelo visoki ravni (na primer sposobnost vodenja žoge pri najvišji hitrosti, eksplozivna moč udarca po žogi, preciznost pri udarcu). Hitro lahko potem ugotovimo, da so dominantne gibalne sposobnosti v nogometu vzdržljivost (aerobna in anaerobna), hitrost (štartna, najvišja frekvenca gibov in hitrost odziva), moč (osnovna, repetativna, eksplozivna in vzdržljivost v moči), koordinacija in natančnost. Tako gibalne kot funkcionalne sposobnosti razvijamo s kondicijskimi pripravami in treningi, katerih namen je izboljšanje samih sposobnosti, izboljšanje morfoloških dimenzij nogometašev in s tem doseganje čim boljših rezultatov. Pomembno je, da se kondicijske priprave vedno prilagaja nivoju tekmovanja in starostni kategoriji (otroka ne specializiramo prehitro, ker s tem zmanjšujemo adaptacijske zmožnosti učenja) ter skladno razvija gibalne sposobnosti. Izjemno pomemben je tudi sam izbor vaj, saj imajo lahko specifične, vedno enake ter ponavljajoče se vaje negativen učinek na organizem. Taka vadba (ponavljajoča, enostranska) lahko povzroči nezaželene enostranske učinke in privede do anatomsko – fizioloških, biokemijskih in drugih ovir za nadaljnji razvoj. Zato je zelo pomembno, da se vse gibalne sposobnosti razvija enakovredno in tako dosega najvišjo raven razvoja. S skladnim razvojem ne zmanjšamo le možnost poškodb, temveč omogočamo tudi večji gibalni potencial. V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili vzdržljivost, hitrost, koordinacijo, preciznost in moč.

1.2.1 Vzdržljivost

Osnovna gibalna sposobnost, brez katere se nogomet ne more in ne sme igrati. Vzdržljivost je sposobnost ohranjanja določene intenzivnosti za določen čas ali čim dlje časa. Je sposobnost čim kasnejšega pojava utrujenosti (Ušaj, 2003). Prav tako, kot so v nogometu pomembna gibanja z žogo (odvisna od tehnično – taktičnih elementov, kot so vodenje žoge, strel na gol, podaja...), so pomembna tudi gibanja brez žoge (odvisna od

gibalnih sposobnosti). Gibanja igralcev imajo specifične značilnosti. Uspešnost v igri je kot smo že omenili odvisna tudi od funkcionalnih sposobnosti organizma in sicer od razvitosti živčno – mišičnega sistema, srčno – žilnega in dihalnega sistema in sposobnosti izmenjave snovi. Zato so za uspešno igranje nogometa najpomembnejše aerobno – anaerobne (dolgotrajna vzdržljivost, hitrostna vzdržljivost...) sposobnosti ter njihovo medsebojno povezovanje (Elsner, 2006).

Aerobne sposobnosti omogočajo dolgotrajnejše gibanje z nižjo intenzivnostjo in hkrati pomagajo igralcu, da si hitro opomore. Pri dolgotrajni vzdržljivosti so biološka osnova v mišici aerobni energijski procesi. Njihova naloga je dolgotrajna sprotna obnova porabljene energije s pomočjo kisika (v mišice prihaja iz ozračja) in primernih goriv (glikogen, glukoza, proste maščobne kisline in glicerol).

Na drugi strani, anaerobne sposobnosti omogočajo gibanja visokih intenzivnosti, ki se največkrat tudi hitro ponavljajo. Po Ušaju (2003), je hitrostna vzdržljivost sposobnost premagovanja največjega napora, ki traja od trideset sekund do dve minuti. V mišici so prisotni anaerobni energijski procesi, katerih prevladujoče gorivo je glikogen (ta se potem razgrajuje do mlečne kisline).

Nogometaši na tekmi opravijo deset km in več poti (Verdenik, 1999). Od tega, le 1,2 – 2,4 % poti opravijo v posestvu žoge (Carling, 2010). Po raziskavah sodeč, so nogometaši prve jugoslovanske lige davnega leta 1965, v povprečju opravili razdaljo 2500 m (Radosav, 2003). Bangsbo, Mohr in Krstrup (2006) pa so ugotovili, da danes vrhunski igralci opravijo do 10,5 km več poti. Kljub temu, da je velika večina poti med nogometno tekmo opravljena v hoji ali v nizko intenzivnem gibanju, povprečna vrednost srčnega utripa tekom tekme znaša okrog 85 % (170 – 175 srčnih utripov na minuto) od maksimalnega, $VO_2\max$ pa med 75 in 80%.

Srednji branilci pretečejo manjšo razdaljo, ter izvedejo manj intenzivne tekaške napore kakor igralci na drugih igralnih mestih. To je povezano tudi s skupinsko taktiko igralnega mesta. Precejšnjo razdaljo v šprintu in visoko intenzivnem teku pretečejo krilni branilci, ki pa so v primerjavi z ostalimi igralci udeleženi v manj direktnih dvobojev za žogo. Napadalci so po opravljeni razdalji v visoki intenzivnosti izenačeni z zveznimi igralci ter srednjimi branilci, vendar opravijo več razdalje v maksimalnem teku. Zvezni igralci opravijo podobno število direktnih dvobojev za žogo kot srednji branilci in napadalci, večino razdalje pa pretečejo v visoko intenzivnem teku. Zvezni igralci torej pretečejo največ razdalje, medtem ko obrambni igralci pretečejo najmanj. Napadalci izvedejo največ šprintov na tekmo (Bangsbo, Mohr in Krstrup, 2003).

Sposobnost izvajanja visoko intenzivnega teka se proti koncu tekme zmanjšuje. Posamične razlike med igralci niso odvisne samo od igralnega položaja v moštvu, ampak se razlikujejo tudi med igralci istih igralnih položajev, kar je lahko povezano z različno taktiko ali pa kondicijsko pripravo samega igralca. Tako lahko na isti tekmi igralec sredine preteče 12,3 km, od tega 3,5 km v visoko intenzivnem teku, drugi igralec sredine pa preteče razdaljo 10,8 km, od tega 2 km v visoko intenzivnem teku (Bangsbo, Mohr in Krstrup, 2003). Seveda se nogomet po sami intenzivnosti igre razlikuje od ene lige do druge. Tako so ugotovili, da v primerjavi z dansko in švedsko elitno ligo, nogometaši v angleški Premier ligi opravijo 10 – 15 % več teka v visoki intenzivnosti. Medtem ko je količina teka, opravljenega v visoki intenzivnosti branilcev in zveznih igralcev primerljiva rezultatom raziskav v elitni italijanski in španski ligi (Bradley, Sheldon, Wooster, Olsen, Boanas in Krstrup, 2009).

1.2.2 Hitrost

Hitrost je sposobnost izvedbe gibanja z največjo frekvenco ali v najkrajšem možnem času (Ušaj, 2003). Opredelimo jo tudi kot največjo hitrost gibanja, ki je posledica delovanja lastnih mišic (Ušaj, 2003). Pri nogometu je hitrost pomembna tako pri cikličnih gibanjih (tek v prazen prostor, odkrivanje, šprint do žoge,...) kot tudi acikličnih gibanjih (preigravanje, vodenje žoge z v šprintu,...), čeprav pri slednjih pripomore tudi hitra moč. Nogometaši so neprestano prisiljeni s spremembami smeri in hitrosti reagirati na določene situacije v igri. Igralci izvedejo veliko hitrih tekov v igri, vendar le redki so opravljeni pravočrtno. Različne situacije v igri zato igralce prisilijo v razne spremembe smeri, velikokrat morajo pri največji hitrosti spremeniti smer gibanja celo za 180°. Večina šprintov je dolgih med 1 – 40 metrov, nekateri so tudi daljši, vendar so le redki daljši od 60 – 70 metrov (Verheijen, 1998).

Individualna hitrost nogometaša se izraža kot hitrost šprinta z mesta ter iz gibanja z žogo in brez ter sposobnost zaustavljanja in spremembe smeri gibanja z žogo in brez. Tudi če je nogometaš hiter in sposoben hitrih sprememb smeri, to ne pomeni da je hiter v nogometu, saj se hitra gibanja v nogometu izvajajo kot reakcije na določene situacije v igri. Zato je tu pomemben tudi kognitiven element hitrosti oziroma anticipacija ali predvidevanje (igralčeva inteligenca) in hitrost reakcije na vidni dražljaj. Sodoben nogometaš torej mora biti hiter ter sposoben prepoznati pravi trenutek za začetek šprinta (Marković in Bradić, 2008).

V povprečju naj bi nogometaš med nogometno tekmo spremenil hitrost teka vsakih šest sekund. To nam pove, da je faza pospeševanja in zaviranja v nogometni tekmi prav tako zelo pomembna (Greig idr., 2006). Pospešek je torej pomemben tako pri pridobivanju kot tudi zaviranju. Večinoma so pretečene razdalje kratke, krajše od 15 metrov, kjer igralci ne morejo doseči najvišje hitrosti, lahko pa izjemno hitro pospešijo in s tem pridobijo prednost pred nasprotnikom ali v obrambnih nalogah zavirajo. Tukaj je izjemnega pomena tudi moč mišic, saj mora igralec izvesti veliko spremembo hitrosti v čim krajšem času. Nedavne raziskave v francoski prvi ligi so pokazale, da je povprečna hitrost z žogo v posesti nogometašev 10,3 km/h (ob prejemu žoge), ki potem ob enakomernem, malo hitrejšem vodenju naraste do 12,9 km/h. Najvišja hitrost, ki so jo zabeležili v polnem šprintu (posest žoge) je bila 25 km/h (Carling, 2010). Kadar je v igri potrebno preteči daljšo razdaljo v čim krajšem času, je zelo pomembno da se maksimalna hitrost teka doseže čim hitreje. To naj bi se v povprečju zgodilo nekje po pretečenih 30 metrih. Štartna hitrost je osnova, iz katere telo pospešuje. Pospešek pa je odvisen od frekvence korakov, ki ga nadzoruje centralni živčni sistem. S pomočjo vaj koordinacije lahko vplivamo na povečanje frekvence korakov in s tem izboljšujemo igralčevo pospeševanje iz mesta in iz gibanja (Markovič in Bradič, 2008).

Hitrost je zelo visoko prirojena gibalna sposobnost (več kot 90 %), vendar lahko na njen delež s pravilnim treningom vseeno vplivamo. Namreč, delež ki ni prirojen lahko v zgodnjem otroštvu med sedmim in devetim letom starosti izboljšamo (neposredno prek hitrih tekov ali posredno, preko izboljšanja tehnike, moči, gibljivosti in koordinacije) (Badžim, 2010).

Vrste hitrosti:

- hitrost odziva (reakcije) – reagiranje na signal z ustreznim gibanjem;
- hitrost posamičnega giba;
- hitrost najvišje frekvence gibov – število gibov v časovni enoti (taping z nogo,...). Odvisna je od sposobnosti živčnih centrov, ki upravljajo antagonistične mišice, katere omogočajo hiter prehod iz stanja vključevanja (vzdraženje) v stanje izključevanja (zaviranje). Hitra moč, biokemične lastnosti mišic in živčno – mišična koordinacija veliko pripomorejo pri izvajanju hitrih enostavnih ponavljajočih se gibanj (Čoh in Hofman, 2003);
- štartna hitrost – sposobnost najhitrejšega pospeševanja iz mirovanja do najvišje hitrosti gibanja. Nogometaši v igri redko izvedejo šprint iz popolnega mirovanja. Velikokrat oziroma večino časa je šprint izveden po neki drugi motorični aktivnosti,

kot so hoja, tek, zaustavljanje, obrat ali doskok. Predvsem so tukaj pomembni prvi 3 – 4 koraki;

- najvišja hitrost – gibanje v cikličnih gibanjih, ki traja dovolj dolgo časa, da se najvišja hitrost razvije (3 – 6 sekund).

1.2.3 Moč

Moč definiramo kot sposobnost učinkovitega izkoriščanja sile mišic za premagovanje odpora ali zunanjih sil (Ušaj, 2003). Proti odporu lahko delujemo na različne načine:

- z zadrževanjem položaja – statična moč;
- s ponavljajočim delovanjem – repetitivna ali dinamična moč;
- z bliskovitim premikom – eksplozivna moč (hitre spremembe smeri in hitro zaustavljanje, prehod v hiter tek) ali z elastično močjo (odrivna moč, skoki).

Moč pa lahko razdelimo tudi v tri kategorije in sicer: glede na vidik deleža telesa (mišične mase – splošna ali lokalna) s katerim premagujemo obremenitev, vidik tipa mišičnega krčenja (statična, dinamična) in vidik silovitosti (največja moč, hitra moč in vzdržljivost v moči), vendar je potrebno ločiti tudi silovitost od moči, saj je pri slednji namreč izjemnega pomena tudi sama hitrost izvedbe giba pri premagovanju bremena (Ušaj, 2003).

Pri nogometu je zelo pomembna moč celega telesa. Kot smo že omenili je sodoben nogomet groba in agresivna igra kjer prihaja do veliko "duelov", štartov in prerivanj, prisotni so številni skoki, streli, obrati ki so siloviti in eksplozivni. S treningom največje moči lahko vplivamo na nogometno igro, višji skok, hitrejši šprint in vzdržljivost v moči. V nogometu so pomembne vse naštete pojavne oblike moči (eksplozivna, odrivna in repetitivna moč), zato je treba vaditi vse te oblike. Pomembno je izboljševanje eksplozivne moči in hitrosti igralcev ter izboljševanje sposobnosti mišice, da lahko proizvaja silo čim dlje časa. Trening moči je tudi zelo pomemben za preventivo pred poškodbami.

1.2.4 Koordinacija

Izredno pomembna gibalna sposobnost za nogometaša. Koordinacija je človekova sposobnost kar najbolj usklajenega gibanja nasploh, posebej pa v ne naučenih, nepredvidljivih in zahtevnih motoričnih nalogah. Je postopek, pri katerem s pomočjo navodil, demonstracije ter predvsem lastnih izkušenj iz uspešnih in neuspešnih poskusov izpopolnjujemo posamezne gibe ali njihovo zaporedje s ciljem, da bi jih opravili s čim manjšim številom napak (Ušaj, 2003). Je izredno kompleksna gibalna sposobnost, ki je odvisna od sprejema in obdelave informacij iz okolja, delovanja receptorjev in najvišjih mehanizmov v centralnem živčnem sistemu. S pravilnim in zadostnim treningom lahko zelo vplivamo na njo (predvsem v otroštvu), čeprav je visoko prirojena.

Vrste koordinacije:

- sposobnost hitrega opravljanja zapletenih in ne naučenih motoričnih nalog;
- sposobnost opravljanja ritmičnih motoričnih nalog (varanje z in brez žoge, sprememba ritma);
- sposobnost pravočasne izvedbe motoričnih nalog (timing);
- sposobnost reševanja motoričnih nalog z ne dominantnimi okončinami - lateralnost (uporaba obeh nog);
- sposobnost usklajenega gibanja zgornjih in spodnjih udov (varanje, vodenje);
- sposobnost hitrega spreminjanja smeri gibanja – agilnost (nenadna sprememba smeri gibanja).

Igralci pri nogometu ves čas spreminjajo smer teka z žogo ali brez nje. Zato je potrebna visoka raven koordinacije, da lahko igralec kar najhitreje spremeni smer svojega gibanja, z žogo ali brez nje. V nogometu poznamo specialno (specifično nogometno) in osnovno koordinacijo (Pocrnjič, 2001). Specialna nogometna koordinacije se kaže predvsem v zelo hitro izvedenih, tekočih, lahkotnih in natančnih gibanjih nogometašev.

1.2.5 Natančnost

Vse zgoraj naštetih sposobnosti ne pomenijo nič, če nismo pri nogometu natančni. Natančnost se pri nogometu izraža pri strelu na gol ter točnosti podaje, tako dolge kot kratke, pri metanju avta, vračanju žoge v igro,.... Natančnost je sposobnost določitve prave smeri in intenzivnosti pri zadevanju ali gibanju v prostoru. Poznamo tri vrste

natančnosti in sicer natančnost zadevanja cilja z vodenim predmetom, natančnost zadevanja cilja z vrženim predmetom (nogomet) in natančnost izvajanja gibanja v prostorskih omejitvah. Je v tesni povezavi z mnogimi drugimi gibalnimi sposobnostmi in eden od temeljnih vidikov koordinacije gibanja.

1.3 Poškodbe v nogometu

Poškodbe v športu so nekaj vsakdanjega in tudi nogomet ni nobena izjema. Zaradi moderne, ostre in agresivne igre (kdaj tudi brutalne), prihaja do veliko medsebojnih stikov, kontaktov in drsečih "štartov". Tako lahko rečemo, da so poškodbe v nogometu kar pogoste. Najbolj pogoste so poškodbe spodnjih okončin (najbolj pogoste so poškodbe stegna, gležnja in prepone; Elsner, 2010). Mnogo študij v preteklosti je dokazalo, da je pri nogometaših pogosto prisotno neravnovesje med kvadricepsom – sprednjo štiriglavo stegensko mišico in zadnjimi stegenskimi mišicami – biceps femoris. Skoraj vedno v smislu nezadostne moči zadnjih stegenskih mišic. Večina trenerjev se osredotoča na razvoj sprednjih stegenskih mišic, ne da bi se pri tem zamislili in zavedali, kakšne so posledice neravnovesja med tema dvema mišičnima skupinama. Zadnje stegenske mišice zagotavljajo mnogo funkcij, predvsem so pomembne pri ustavljanju in stabilnosti kolenskega sklepa. Prav pogostost poškodb, ki jih nogometaši doživijo na tej mišični skupini nam pokažejo, kako pomemben je istočasni razvoj vseh stegenskih mišic (Elsner, 2010).

V preteklosti so bile izvedene raziskave, ki so zajemale sedemnajst klubov iz elitne lige prvakov (pet sezon od 2001 do 2006) in štirinajst klubov iz prve Švedske lige (sezoni 2001 in 2002). Skupaj je bilo v 800.000 urah merjenja aktivnosti (sem spadajo tekme in treningi) zabeleženo 6300 poškodb. Rezultati so pokazali, da je pojavnost poškodb v vrhunskem nogometu 6 - 9 poškodb/ 1000 ur aktivnosti (3 -5 poškodb/ 1000 ur treninga in 24 – 30 poškodb/ 1000 ur tekem). Ugotovili so, da ekipa s petindvajsetimi igralci lahko v eni sezoni pričakuje 40 – 50 poškodb na sezono. Polovica teh poškodb naj bi bila lažjih in bi zahtevala odsotnost z igrišč manj kot en teden, medtem ko naj bi bilo težjih poškodb nekje od šest do devet, in bi zahtevale odsotnost z igrišč več kot en mesec. Najpogostejše naj bi bile poškodbe stegna (ekipa lahko pričakuje deset takih poškodb na sezono). Poškodbe gležnja (predvsem zvini) so zaradi preventive in pravilne oskrbe, kar za 50 % manj verjetne in prisotne kot v preteklosti. Predvsem je to bolj opazno v najelitnejših in vrhunskih klubih. Pomembno je omeniti, da kljub temu, da je sodoben

nogomet hitrejši in intenzivnejši, se nevarnost za nastanek poškodb ni povečala, ampak je možnost za nastanek poškodbe že pet let ista oziroma konstantna (Ekstrand, 2008). Najbolj so bile pogoste poškodbe spodnjih okončin (80 – 90 %). Najbolj ogroženi deli telesa so stegno (23 % poškodb), sledijo koleno (20 % poškodb), gleženj (13 % poškodb), prepone (12 % poškodb), meča ter poškodbe hrbta in stopala. Največ poškodb je nastalo zaradi preobremenjenosti mišic (kar tretjino), potem pa so bili prisotni še zvini in nategi mišic. Verjetnost, da bo prišlo do poškodbe stegenske mišice je kar 1,6/1000 ur aktivnosti, kar pomeni da lahko ekipa 25 igralcev pričakuje vsaj 10 takšnih poškodb na sezono. Večinoma naj bi se pojavile pri eksplozivnih gibanjih in hitrih pospeševanjih igralcev. Za poškodbe gležnja so ugotovili, da se je verjetnost zvina gležnja v primerjavi z meritvami, ki so bile izvedene leta 1982 (Švedska prva liga) do danes zmanjšala za kar 50 %. Takrat je bila verjetnost, da bo prišlo do zvina ali poškodbe gležnja 1,6/1000 ur aktivnosti (10 poškodb na leto), medtem ko lahko danes pričakujemo okrog 5 poškodb na leto (Ekstrand, 2008).

Kot odlična preventiva proti poškodbam, nam lahko služi kondicijska priprava. Kot primer lahko izpostavimo optimalno moč trebušne stene (preventiva proti poškodbam prepone), hrbtnih mišic (varujejo hrbtenico) in moč nožne muskulature (preventiva proti poškodbam kolena in gležnja). Dokazano je, da so pri nogometaših od mišic najbolj obremenjene iztegovalke in primikalke stegna ter upogibalke in iztegovalke goleni/gležnja. Od sklepov pa so najbolj ogroženi kolenski sklep, gleženj in vratna hrbtenica. Zato je pomembno, da tem kritičnim oziroma najbolj ogroženim telesnim predelom namenimo posebno pozornost in tako dodatno razvijamo moč in stabilizacijo (Marković in Bradić, 2008).

V primeru poškodbe, sta identifikacija in opisovanje mehanizma prvi korak pri preprečitvi poškodb. Po Van Mechelen-ovem modelu je preventiva pri športnih poškodbah sestavljena iz štirih zaporednih korakov:

- ogleda se obseg poškodbe;
- določijo se dejavniki škode ter mehanizmi poškodb;
- na podlagi pridobljenih podatkov se pripravi preventivno strategijo;
- pripravi se preventivne naloge in se jih upošteva v prvi točki.

Za kvalitetno preventivo pred poškodbami je izrednega pomena epidemiološko spremljanje poškodb.

1.4 Opis tenziomiografske metode

Tenziomiografska metoda (TMG) je ena izmed diagnostičnih metod, ki se danes redno uporablja za testiranje slovenskih in tujih nogometnih reprezentanc vseh starosti (Šimunič idr, 2002). Med drugimi jo uporabljajo tudi najelitnejši nogometni klubi kot je FC Barcelona že od leta 2002, drugo generacijo metode pa od leta 2013.

dr. Ricardo Pruna, glavni zdravnik FC Barcelone: »Tensiomyography is used for follow-up the functional recovery of muscle and to help decide return to play.«

dr. Lluís Til, zdravnik FC Barcelone (odgovoren za merjenje TMG): »We use the Tensiomyography (TMG) in the medical department of FC Barcelona for about three years now and we believe that this technique is very useful in the evaluation of the mechanical properties of the muscles during training. We use TMG in the recovery process of muscle injuries where it helps us to make right decisions on the performance improvement in the regeneration process after muscle injury. These measurements taken during the healing process of muscle injuries help us to bring injured muscles in the normal state as fast as possible.«

Metoda TMG omogoča merjenje biomehanskih lastnosti vseh pomembnih skeletnih mišic, ki so ključne za učinkovito nogometno igro. Običajno se z njo meri 8-10 skeletnih mišic (na stegnu, mečih in trupu). Mi smo za potrebe naše diplomske naloge izmerili tri mišice, in sicer rectus femoris, biceps femoris in semitendinosus, na obeh straneh telesa.

Uporaba metode TMG je popolnoma neboleča in ne zahteva nobenega navora od merjenca (je od njegovega trenutnega počutja neodvisna). Metoda spada med objektivne metode z visoko ponovljivostjo (Šimunič, 2012) ter je enostavna za uporabo. Za merjenje enega merjenca smo porabili 5 minut. Metoda TMG se uporablja v različne diagnostične namene in sicer jo lahko uporabljamo za spremljanje akutnih in kroničnih odzivov na vadbo, v funkcionalne namene spremljanja med-mišične koordinacije, poškodb in v sklopu preventivnih pregledov. Na zelo preprost način nam ponudi veliko koristnih informacij o nogometašu, kar nam omogoča preventivno delovanje, korekcije koordinacije gibanja in vpogled v izkoriščenost mišičnega potenciala. Pri tem sta pomembna funkcionalna simetrija (simetričnost glede na agoniste in antagoniste) in lateralna simetrija (simetričnost glede na lateralno stran telesa (Badžim, 2010).

1.5 Predmet, problem, cilji in hipoteze

Čeprav so bile v preteklosti podobne raziskave že izvedene tudi pri nas (Inštitut za kineziološke raziskave UP ZRS), podatkov na to temo še vedno primanjkuje.

Namen diplomske naloge je prikaz lastnosti in simetrije mišic igralcev iz treh klubov prve slovenske nogometne lige ter primerjava teh istih mišic glede na igralno mesto igralcev (vratarji, obrambni igralci, zvezni igralci in napadalci).

Cilji:

C1: Ugotoviti razlike v kontraktilnih lastnostih skeletnih mišic nogometašev različnih igralnih mest.

C2: Ugotoviti razlike kontraktilnih lastnosti poškodovanih in zdravih nogometašev.

Hipoteze:

H1.1: Kontraktilne lastnosti mišic se razlikujejo glede na igralno mesto nogometašev;

H1.2: Izmed vseh igralnih mest imajo napadalci največ hitrih mišičnih vlaken;

H1.3: Igralci iz bolj uspešnih klubov (vrh lestvice) imajo drugačne kontraktilne lastnosti mišic kot igralci iz manj uspešnih klubov (dno lestvice);

H2.1: Poškodovani igralci imajo drugačne kontraktilne lastnosti mišic kot zdravi igralci na istem igralnem mestu.

2 METODE DELA

2.1 Preiskovanci

V našo raziskavo smo vključili tri članske ekipe iz prve slovenske nogometne lige. Meritve vsakega kluba so zajemale med 26 in 29 igralcev različne starosti (od 17 do 32 let). Osnovni morfološki podatki so prikazani v Tabeli 1.

Tabela 1: Morfološki podatki igralcev iz vseh treh klubov.

	Klub 1	Klub 2	Klub 3
N	29	26	28
Starost (leta)	21,7 ± 3,5	24,1 ± 4,9	21,8 ± 3,6
Telesna masa (kg)	74,1 ± 6,0	80,5 ± 5,4	75,1 ± 7,6
Telesna višina (cm)	179,8 ± 5,2	183,8 ± 5,8	180,3 ± 7,5

Vir: Anže Vrh, podatki pridobljeni na meritvah. N – število preiskovancev.

Z vsakim klubom smo se predhodno dogovorili o samem poteku raziskave, ter nato meritve izvedli v njihovih klubskih prostorih. Meritve so trajale nekje od štiri do pet ur in sicer smo za enega merjenca povprečno porabili pet minut. Vse podatke smo zbrali v skladu z zahtevami Zakona o varovanju osebnih podatkov (Uradni list RS, št. 59/1999).

2.2 Merski inštrumenti

Kontraktilne lastnosti skeletnih mišic smo zajemali s tenziomiografsko metodo. Preiskovanec se je ulegel v sproščenem položaju na trebuh (za merjenje zadnjih stegenskih mišic) ali hrbet (za merjenje sprednje stegenske mišice). Metoda TMG meri mehanski odziv odebelitve trebuha mišic oz. vibracije vlaken mišice na en pravokotni električni dražljaj (trajanja 1 milisekunde). S povečevanjem amplitude električnega dražljaja smo izmerili največji odziv TMG. Iz dveh izmerjenih mehanskih odzivov, vsake mišice, smo izračunali štiri časovne kontraktilne parametre (čas zakasnitve – Td, čas krčenja – Tc, čas zadržka – Ts in čas polovičnega sproščanja – Tr) in največjo amplitudo odziva (Dm) (Valenčič in Knez, 1997).

Meritve TMG smo opravili na treh skeletnih mišicah, in sicer na obeh straneh telesa:

- srednja iztegovalka kolena (RF, rectus femoris);
- zunanja dvoglava upogibalka kolena (BF, biceps femoris);
- notranja upogibalka kolena (ST, semitendinosus).

2.3 Raziskovalni načrt

Raziskava je bila opravljena v sklopu nacionalnega projekta Napovedovanje športnih poškodb, ki ga je sofinancirala Fundacija za šport in so ga izvajale organizacije: Znanstveno raziskovalno središče Univerze na Primorskem, TMG-BMC d.o.o. in Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru. Meritve našega vzorca so potekale v mesecu juliju 2015. Najprej smo vodstvu klubu razložili namen in potek raziskave in po odobritvi smo se z njihovo medicinsko ekipo dogovorili za izvedbo meritev v njihovih prostorih.

2.4 Statistika

Vse vrednosti so prikazane s povprečno vrednostjo in standardnim odklonom. Pri vseh hipotezah smo uporabili 1 - faktorsko analizo variance, kjer smo po ugotovljenem glavnem efektu uporabili še post-hoc analizo z Bonferronijevo korekcijo. Vse odločitve smo sprejemali pri stopnji tveganja prvega reda 0,05.

3 REZULTATI

3.1 Kontraktilne lastnosti mišic

H1.1: Kontraktilne lastnosti mišic se razlikujejo glede na igralno mesto nogometašev.

Ugotovili smo značilen vpliv pozicije igranja na T_c ($P = 0,034$) in T_r ($P = 0,029$). Post hoc testi so pokazali, da imajo igralci napada za $-17,4\%$ ($P = 0,004$) krajši T_c kot vratarji in igralci sredine za $-11,1\%$ ($P = 0,039$) krajši T_c od vratarjev. S post hoc testi smo tudi ugotovili, da imajo vratarji za $55,0\%$ ($P = 0,003$) daljši T_r kot obrambni igralci, za $38,2\%$ ($P = 0,019$) daljši T_r kot igralci sredine igrišča in za $40,3\%$ ($P = 0,030$) daljši T_r kot napadalci. Za mišici BF in ST bistvenih razlik nismo opazili. S tem smo potrdili H1.1, a zgolj za mišico RF desne noge.

3.2 Hitra mišična vlakna in igralna mesta

H1.2: Izmed vseh igralnih mest imajo napadalci največ hitrih mišičnih vlaken.

Tabela 2: Kontraktilne lastnosti mišic glede na pozicijo igranja.

Mišica	Stran	Parameter	Vratar	Obramba	Sredina	Napad	P
RF	Desna	Td / ms	23,8±0,89	22,8±1,28	23,1±1,83	23,1±1,67	0,493
		Tc / ms	33,4±3,05	29,7±4,33	29,7±5,34	27,6±3,77	0,034
		Ts / ms	164,7±50,8	98,3±57,7	111,2±58,3	114,7±64,8	0,065
		Tr / ms	122,1±51,7	55,0±46,6	72,5±54	72,9±57,2	0,029
		Dm / mm	8,66±2,51	8,88±2,10	9,08±1,97	9,03±1,67	0,949
RF	Leva	Td / ms	23,1±1,07	22,7±1,75	23,3±2,19	22,5±1,02	0,414
		Tc / ms	31,3±4,70	30,1±4,07	30,2±5,18	27,4±4,11	0,112
		Ts / ms	152,1±62,2	111,9±64,3	125,7±55,2	96,8±63,1	0,136
		Tr / ms	91,0±52,8	65,4±48,7	80,5±49,8	69,3±57,5	0,350
		Dm / mm	8,50±2,35	8,62±2,00	9,35±2,18	8,73±2,07	0,516
BF	Desna	Td / ms	22,9±2,11	23±1,69	23,3±1,97	23,0±2,24	0,885
		Tc / ms	29,9±12,4	31,4±9,59	31,7±7,44	28,7±7,27	0,617
		Ts / ms	233,7±49,2	207,1±34,3	210,3±37,4	214,1±29,8	0,340
		Tr / ms	67,7±16,1	52,9±20,5	57,1±28,5	50,1±14,6	0,290
		Dm / mm	6,32±2,87	7,52±2,73	7,09±2,94	7,36±2,75	0,763
BF	Leva	Td / ms	23,1±1,98	23,1±1,99	23,7±1,75	23,5±2,02	0,713
		Tc / ms	34,4±13,0	34,1±10,2	34,7±11,6	31,6±7,83	0,786
		Ts / ms	225,3±41	203,2±35,9	201,0±22,6	201,5±30,6	0,224
		Tr / ms	66,9±24,8	55,0±16,8	52,1±21,8	49,4±15,3	0,190
		Dm / mm	5,89±2,61	8,60±3,60	7,87±3,06	8,19±3,04	0,229
ST	Desna	Td / ms	23,1±2,31	24,0±2,67	23,9±2,21	23,1±2,37	0,552
		Tc / ms	35,3±14,2	41,1±7,58	41,7±11,1	36,1±9,61	0,153
		Ts / ms	196,6±48,7	172,4±20,7	176,9±26,1	187,1±22,8	0,096
		Tr / ms	69,2±38,3	86,0±30,6	68,4±29,4	72,5±36,2	0,238
		Dm / mm	6,67±2,86	8,40±2,76	7,60±2,51	7,96±2,59	0,411
ST	Leva	Td / ms	23,0±2,60	23,9±2,26	23,8±2,65	23,1±2,31	0,670
		Tc / ms	37,4±11,9	39,4±9,64	39,0±12,4	41,4±10,7	0,834
		Ts / ms	199,9±33,8	172,9±30,0	178,0±28,0	183,3±50,2	0,298
		Tr / ms	69,8±24,5	69,6±28,2	66,5±30,5	72,2±33,3	0,928
		Dm / mm	6,76±2,58	8,30±3,01	7,46±2,58	8,26±2,43	0,386

RF...rectus femoris; BF...biceps femoris; ST...semitendinosus

V Tabeli 2 smo prikazali analizo kontraktilnih lastnosti izbranih skeletnih mišic glede na mesto igranja. Tc je povezan z deležem počasnih mišičnih vlaken mišice (Šimunič,

2011). Ugotovili smo, da imajo napadalci najkrajši Tc za RF ($27,6 \pm 3,77$ ms za desno, $P = 0,034$ in $27,4 \pm 4,11$ ms za levo nogo, $P = 0,112$) in BF ($28,7 \pm 7,27$ ms za desno, $P = 0,617$ in $31,6 \pm 7,83$ ms za levo nogo, $P = 0,786$), medtem ko imajo najkrajši Tc pri ST vratarji ($35,3 \pm 14,2$ ms za desno, $P = 0,153$ in $37,4 \pm 11,9$ ms za levo nogo, $P = 0,834$). Ker vse razlike niso značilne, lahko H1.2 potrdimo ampak le za Tc RF desne noge. Kljub vsemu obstaja trend k krajšemu Tc mišic RF in BF pri napadalcih.

3.3 Kontraktilne lastnosti mišic in klubi

H1.3: Igralci iz bolj uspešnih klubov (vrh lestvice) imajo drugačne kontraktilne lastnosti mišic kot igralci iz manj uspešnih klubov (dno lestvice).

Tabela 3: Kontraktilne lastnosti mišic glede na klub.

Mišica	Stran	Parameter	Najboljši klub	Slabši klub 1	Slabši klub 2	P
RF	Desna	Td / ms	$23,1 \pm 1,49$	$23,9 \pm 1,68$	$22,2 \pm 1,48^{\$}$	0,001
		Tc / ms	$28,0 \pm 3,90$	$31,6 \pm 4,59$	$29,4 \pm 5,15$	0,017
		Ts / ms	$84,7 \pm 56,4$	$153,3 \pm 51,1^*$	$107,1 \pm 54,9^{\$}$	<0,001
		Tr / ms	$49,9 \pm 50,9$	$107,0 \pm 49,6$	$64,6 \pm 48,8^{\$}$	<0,001
		Dm / mm	$9,24 \pm 1,79$	$9,87 \pm 1,86$	$7,87 \pm 1,75^{\$}$	<0,001
RF	Leva	Td / ms	$22,7 \pm 1,25$	$23,4 \pm 2,48$	$22,7 \pm 1,40$	0,270
		Tc / ms	$28,2 \pm 3,46$	$30,4 \pm 5,66$	$30,4 \pm 4,72$	0,138
		Ts / ms	$94,3 \pm 60,2$	$142,2 \pm 62,9^*$	$120,1 \pm 52,5$	0,013
		Tr / ms	$58,9 \pm 57,1$	$88,4 \pm 50,7$	$73,0 \pm 43,8$	0,107
		Dm / mm	$9,13 \pm 1,89$	$9,50 \pm 2,40$	$8,20 \pm 1,91$	0,063
BF	Desna	Td / ms	$23,1 \pm 1,81$	$22,9 \pm 2,02$	$23,4 \pm 2,06$	0,633
		Tc / ms	$32,0 \pm 9,08$	$27,7 \pm 6,00$	$32,4 \pm 9,30$	0,080
		Ts / ms	$207,0 \pm 32,8$	$231,0 \pm 32,8^*$	$201,2 \pm 37,4^{\$}$	0,005
		Tr / ms	$56,4 \pm 22,9$	$59,0 \pm 20,8$	$51,0 \pm 25,0$	0,429
		Dm / mm	$8,70 \pm 3,15$	$5,68 \pm 1,80^*$	$7,04 \pm 2,44^*$	<0,001
BF	Leva	Td / ms	$23,8 \pm 1,88$	$22,8 \pm 1,85$	$23,6 \pm 1,83$	0,141
		Tc / ms	$36,5 \pm 9,83$	$27,1 \pm 5,52^*$	$37,1 \pm 11,9$	<0,001
		Ts / ms	$199,8 \pm 28,6$	$227,1 \pm 30,8^*$	$186,7 \pm 16,5^{\$}$	<0,001
		Tr / ms	$61,5 \pm 24,3$	$55,1 \pm 16,5$	$44,3 \pm 12,5^{\$}$	0,003
		Dm / mm	$9,58 \pm 3,59$	$6,03 \pm 2,14^*$	$8,03 \pm 2,67^{\$}$	<0,001
ST	Desna	Td / ms	$24,3 \pm 1,81$	$22,7 \pm 2,96^*$	$23,8 \pm 2,02$	0,025
		Tc / ms	$42,0 \pm 5,08$	$35,8 \pm 15,4$	$40,6 \pm 7,97$	0,072
		Ts / ms	$169,9 \pm 21,8$	$196,8 \pm 32,0^*$	$174,7 \pm 21,3^{\$}$	<0,001
		Tr / ms	$87,7 \pm 33,6$	$70,8 \pm 34,4^*$	$63,0 \pm 24,4^*$	0,012

		Dm / mm	9,44±2,08	5,47±2,07*	8,27±2,03* [§]	<0,001
ST	Leva	Td / ms	24,1±2,06	22,9±2,88	23,7±2,32	0,191
		Tc / ms	42,8±7,03	35,5±15,0*	39,9±9,35	0,049
		Ts / ms	166,6±30,2	199,4±44,8*	175,9±20,7 [§]	0,001
		Tr / ms	79,4±29,6	67,6±34,4	59,3±21,3*	0,035
		Dm / mm	9,90±2,05	5,90±2,45*	7,40±1,81* [§]	<0,001

RF...rectus femoris; BF...biceps femoris; ST...semitendinosus; *...različno od najboljšega kluba; [§]...različno od slabšega kluba 1.

Nogometne klube smo razvrstili v tabelo 3 po takšnem vrstnem redu, kot si sledijo na lestvici Prve slovenske nogometne lige, na dan merjenja. In sicer je najboljši klub na A mestu lestvice 1. SNL, slabši klub 1 in slabši klub 2 pa si delita B oziroma C mesto z istim številom točk. Na podlagi podatkov, smo ugotovili da imajo igralci najboljšega kluba:

- krajši Tc (P = 0,017) desne noge, krajši Ts obeh nog (P <0,001 desna noga in P = 0,013 leva noga) in Tr (P <0,001) desne noge mišice RF od obeh slabših klubov;
- krajši Td mišice RF desne noge (P = 0,001) od slabšega kluba 1,;
- daljši Tc mišic BF (P <0,001) in ST (P = 0,049) leve noge od slabšega kluba 1;
- krajši Ts mišice ST (P < 0,001 desna noga in P = 0,001 leva noga) obeh nog od slabšega kluba 1 in 2;
- daljši Tr mišice ST desne noge od slabšega kluba 1 in 2 (P = 0,0129), daljši Tr mišic BF leve noge (P = 0,003) in ST obeh nog od slabšega kluba 2 (P = 0,035);
- višji Dm mišic BF in ST obeh nog od slabšega kluba 1 in 2 (P < 0,001).

Glede na podatke H1.3 lahko potrdimo za našete kontraktilne lastnosti in sicer lahko smatramo kot boljše kontraktilne lastnosti, krajše Ts, Tc in Tr ter višji Dm. Medtem ko pa daljši Tc pri mišicah BF in ST nakazuje slabše rezultate.

3.4 Kontraktilne lastnosti mišic poškodovanih in zdravih igralcev

H2.1: Poškodovani igralci imajo drugačne kontraktilne lastnosti mišic kot zdravi igralci na isti poziciji.

V Tabeli 4 na naslednji strani so prikazani rezultati kontraktilnih lastnosti mišic za poškodovane in zdrave igralce.

Tabela 4: Rezultati mišic poškodovanih in zdravih igralcev.

Mišica	Stran	Parameter	Zdravi	Poškodovani	P
RF	Desna	Td / ms	23,1±1,64	22,8±1,85	0,545
		Tc / ms	30,1±4,76	27,2±4,01	0,024
		Ts / ms	115,8±60,0	104,9±64,7	0,521
		Tr / ms	77,3±56,0	117,6±51,7	0,118
		Dm / mm	9,10±1,97	8,44±1,89	0,224
RF	Leva	Td / ms	23,1±1,76	22,2±1,68	0,046
		Tc / ms	30,4±4,73	26,5±3,26	0,003
		Ts / ms	118,5±58,3	115,8±74,0	0,877
		Tr / ms	74,9±51,2	64,3±54,8	0,463
		Dm / mm	9,23±2,09	7,71±1,8	0,009
BF	Desna	Td / ms	23,4±1,96	22,0±1,53	0,011
		Tc / ms	31,8±8,93	26,6±4,45	0,027
		Ts / ms	212,3±36,2	213,8±38,0	0,880
		Tr / ms	56,2±24,2	52,2±17,3	0,533
		Dm / mm	7,32±2,85	6,67±2,65	0,414
BF	Leva	Td / ms	23,6±1,86	22,5±1,73	0,034
		Tc / ms	34,1±11,0	32,4±8,13	0,576
		Ts / ms	205,3±31,4	198,3±27,4	0,414
		Tr / ms	54,4±20,1	50,7±18,6	0,500
		Dm / mm	7,93±3,14	8,02±3,56	0,922
ST	Desna	Td / ms	23,7±2,44	23,4±2,15	0,669
		Tc / ms	40,0±11,1	38,1±7,24	0,528
		Ts / ms	180,7±29,7	176,9±16,2	0,628
		Tr / ms	71,1±30,9	86,4±37,0	0,091
		Dm / mm	7,70±2,73	8,22±2,14	0,478
ST	Leva	Td / ms	23,7±2,55	23,2±1,97	0,433
		Tc / ms	39,7±11,9	38,7±7,00	0,760
		Ts / ms	181,3±38,1	174,5±20,3	0,493
		Tr / ms	68,7±29,7	70,2±30,2	0,857
		Dm / mm	7,62±2,69	8,57±2,50	0,202

Pri poškodovanih igralcih (poškodbe stegna, zadnje lože, adduktorjev, zvini,...) smo ugotovili krajši Tc mišice RF obeh nog ($P = 0,024$ desna noga in $P = 0,003$ leva noga), krajši Td mišice RF leve noge ($P = 0,046$), krajši Td mišice BF obeh nog ($P = 0,011$ desna noga in $P = 0,034$ leva noga) ter krajši Tc mišice BF desne noge ($P = 0,027$).

Za omenjene mišice lahko potrdimo H2.1, predvsem lahko zaključimo, da je pričakovati krajše čase Td in Tc.

4 DISKUSIJA

4.1 Kontraktilne lastnosti mišic

V naši raziskavi smo s pomočjo metode TMG ugotovili, da imajo igralci na različnih igralnih mestih tudi različne kontraktilne lastnosti mišice RF desne noge. Ugotovili smo, da imajo napadalci najkrajši Tc RF desne noge ($P = 0,034$), medtem ko imajo vratarji najdaljši Tc mišice RF desne noge ($P = 0,029$) med vsemi igralci.

Glede na različne zahteve in karakteristike vsakega igralnega mesta smo to tudi pričakovali. Namreč, kot smo že omenili, napadalci na tekmo opravijo največ hitrih šprintov (Bangsbo, Mohr in Krusturp, 2003). Vemo pa, da mišica RF zelo vpliva na hitrost šprinta in aktivno sodeluje pri udarcih žoge, zato je tudi pričakovano in smiselno, da imajo napadalci najkrajši Tc, ki sicer nakazuje najmanj počasnih mišičnih vlaken. Večina naših merjencev ima dominantno desno nogo (68,7 %) zato so bile razlike v kontraktilnih lastnosti mišice RF značilne le za desno in ne za obe nogi.

Na drugi strani pa imajo vratarji pričakovano najdaljši Tc, saj jim v primerjavi z napadalci in drugimi igralnimi mesti ni potrebno izvesti hitrih šprintov, sploh pa ne takih, ki so izvedeni v pravilnem telesnem položaju, ko je aktivacija RF največja.

Za mišice BF in ST bistvenih razlik med igralnimi mesti nismo ugotovili. Temu se pridružujejo tudi Rey, Lago-Penas in Lago-Ballesteros (2012), ki so v raziskavi z metodo TMG izvedli meritve 83 španskih nogometašev ter prišli do podobnih zaključkov. Razlike glede na igralno mesto so obstajale samo pri RF, ne pa tudi pri BF.

4.2 Hitra mišična vlakna in igralna mesta

Kot smo že predhodno ugotovili in razložili, obstaja trend k temu, da imajo napadalci največ hitrih mišičnih vlaken mišic RF in BF. Napadalci pretežno veljajo za najhitrejše igralce svoje ekipe, zato velja da hitrejši kot so, krajši imajo Tc omenjenih mišic (Bangsbo, Mohr in Krusturp, 2003). To smo lahko z našimi ugotovitvami tudi potrdili, vendar le za Tc RF desne noge.

Zanimiva je ugotovitev, da imajo najkrajši Tc mišice ST vratarji. Glede na to, da imajo le-ti specifičen položaj preže iz katerega potem hitro in eksplozivno odreagirajo ter pri tem izvedejo različne raztege, skoke, doskoke in podobno, ter ker je mišica ST skupaj z BF pomemben ekstenzor kolčnega in fleksor kolenskega sklepa, je ta ugotovitev smiselna.

4.3 Kontraktilne lastnosti mišic in klubi

Nogometaši najboljšega kluba imajo v primerjavi z slabšima kluboma najkrajši Tc RF desne noge, najkrajši Ts RF obeh nog in najkrajši Tr RF desne noge. To lahko pomeni, da ima najboljši klub v svojih vrstah hitrejšo nogometaše kot preostala dva kluba. Omeniti gre, da ima najboljši klub štiri nogometaše črne rase, katerih biomehanske in anatomske lastnosti mišice in tetiv se razlikujejo od bele rase, zato razvijejo še toliko večjo hitrost v najkrajšem možnem času. Dodatno lahko opazimo nižjo starost igralcev najboljšega kluba.

Na drugi strani imajo najkrajši Tc BF leve noge in ST leve noge igralci slabšega kluba 1. BF in ST se pri nogometu največkrat uporablja pri zaviranju, maksimalnih šprintih in odzivih, kar lahko nakazuje boljšo pripravljenost v hitrosti oz. eksplozivni moči tega kluba. Najkrajši Td mišice imajo igralci slabšega kluba 1 pri mišici ST desne noge, medtem ko pa imajo pri RF desne noge najkrajši čas zakasnitve nogometaši slabšega kluba 2. Ts imajo pri vseh mišicah najdaljši igralci slabšega kluba 1, ki je začel sezono veliko prej, kot druga dva kluba zato si lahko največji Ts razlagamo kot morebitno utrujenost igralcev.

Igralci najboljšega kluba imajo v primerjavi s slabšima kluboma največji Dm mišic BF in ST, medtem ko imajo igralci slabšega kluba 1 največji Dm mišice RF. To lahko razložimo podobno kot prej, igralci najboljšega kluba so mlajši, kasneje so pričeli s sezono (imeli so tudi manj tekem kot ostala dva kluba), za regeneracijo je mogoče bolj poskrbljeno zato je nižji mišični tonus (višji Dm) pričakovan.

4.4 Kontraktilne lastnosti mišic poškodovanih in zdravih igralcev

Razvidno je, da imajo poškodovani igralci krajši Td in Tc, kar priča o akutni prilagoditvi mišic v smeri hitrejšega mišičnega fenotipa. Krajši Tc pri poškodovanih igralcih je logičen, saj se ob težkem treningu zavira obnova hitrih vlaken, a če temu sledi počitek (poškodba) se zgodi superkompensacija, katera vodi v krajši Tc. To so potrdili tudi v študijah kratkotrajne in dolgotrajne gibalne neaktivnosti, ko so ugotovili premik fenotipa mišice proti hitrim vlaknom (Trappe idr., 2004). Medtem pa so rezultati Dm mešani, kjer ni opaziti jasnega trenda adaptacije, navkljub manjši Dm mišice RF. Najverjetneje je potrebno iskati razlog v časovnem obdobju po nastopu poškodbe, saj je pričakovati inhibitorni odziv takoj po nastopu poškodbe, ki vodi k nižjemu Dm, in kasneje atrofijo oz. izgubo mišičnega tonusa, ki vodi k višjemu Dm (Pišot idr., 2008).

4.5 Sklep

V želji, da bi ugotovili razlike v kontraktilnih lastnostih skeletnih mišic nogometašev različnih igralnih položajev, smo v raziskavo vključili 83 nogometašev iz treh klubov prve slovenske nogometne lige. Raziskavo smo izvedli s tenziomiografsko metodo, ki temelji na merjenju biomehanskih lastnosti vseh pomembnih skeletnih mišic, ki so ključne za učinkovito nogometno igro. Za potrebe naše diplomske naloge smo izmerili tri mišice na vsaki nogi in sicer rectus femoris, biceps femoris in semitendinosus.

Ugotovili smo:

- da je odziv različen pri različnih igralnih mestih igralcev, kjer imajo napadalci krajši Tc mišic, kar nakazuje hitrejši fenotip mišice RF;
- da imajo različni klubi različne povprečne vrednosti rezultatov, kar je najverjetneje posledica specifičnega treninga ali starosti igralcev;
- da je odziv pri zdravih različen od odziva pri poškodovanih, saj se zaradi počitka po poškodbi poškodovanim igralcem zgodi superkompensacija (krajši Tc).

5 VIRI IN LITERATURA

- Badžim, V. (2010). Vloga in pomen analize biomehanskih značilnosti skeletnih mišic nogometaša. Mednarodna Diploma PRO, Nogometna zveza Slovenije, Trenerska šola prof. Branka Elsnerja.
- Bangsbo, J. (2004). Fitness training in soccer – a scientific approach. Spring City, Reedswain Publishing.
- Bangsbo, J., Mohr, M. in Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match – play in the elite football player. *Journal of Sports Science*, 24, 665 – 674.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. in Krstrup, P. (2009). High – intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27 (2), 159–168.
- Carling, C. (2010). Analysis of physical activity profiles when running with the ball in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*. 28 (3), 319–326.
- Čoh, M. Hofman, E. (2003). Razvoj hitrosti v kondicijski pripravi športnika. *Šport*, 51 (2), 53– 58.
- Ekstrand, J. (2008). Epidemiology of football injuries. *Science and Sports* 23 (2): 73–77.
- Elsner, B. (2006). Nogomet: trening mladih: Program dolgoročnega načrta procesa treninga mladih in program treningov. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Elsner, L. (2010). *Železna volja*. Ljubljana: Zavod za kulturno in publicistično ustvarjalnost Vladimira Rejc.
- Greig, M. P., McNaughton, L. R. in Lovell, R. J. (2006). Physiological and mechanical response to soccer – specific intermittent activity and steady – state activity. *Research in Sports Medicine*. 14, 29–52.
- Marković, G. in Bradić, A. (2008). Nogomet – integralni kondicijski trening. Zagreb: Udruga »Tjelesno vježbanja i zdravlje«

- Mohr, M., Krstrup, P. in Bangsbo., J. (2003). Match performance of high – standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 439– 449.
- Pišot, R., Narici, M.V., Šimunič, B., De Boer, M., Seynnes, O., Jurdana, M., Biolo, G. & Mekjavič, I.B. (2008). Whole muscle contractile parameters and thickness loss during 35 - day bed rest. *European Journal of Applied Physiology* 104 (2), 409–14.
- Pocrnjič, M. (2001). Skripta – Kondicijska priprava nogometašev. Ljubljana, Fakulteta za šport.
- Radosav, R. (2003). Teorija i metodika fudbala. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture, Centar za stručno obrazovanje i usavršavanje.
- Rey, E., Lago-Peñas, Ct. Lago-Ballesteros, J. (2012). Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*; 22 (6): 866-72.
- Šimunič, B., Degens, H., Rittweger, J., Narici, M., Mekjavič, I. B., & Pišot, R. (2011). Non invasive estimation of myosin heavy chain composition in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc*, 43 (9), 1619-1625.
- Šimunič, B. & Pišot, R. (2012). Age, eliteness and in-season dynamics affect contraction time in elite soccer players. Koper, University of Primorska, Science and Research Centre, Institute for Kinesiology Research.
- Valenčič, V. & Knez, N. (1997). Measuring of skeletal muscles dynamic properties. *Artificial Organs*, 21, 240–242.
- Trappe, S., Trappe T., Gallagher P., Harber M., Alkner B., & Tesch P. (2004). Human single muscle fibre function with 84 day bed-rest and resistance exercise. *The Journal of Physiology*, 557 (Pt 2): 501-13.
- Ušaj, A. (2003). Kratek pregled osnov športnega treniranja. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Vasle, J. (2002). Fuzbal, tango in polka: resnične nogometne zgodbe iz Južne Amerike in Slovenije.
- Verheijen, R. (1998). Conditioning for soccer. Spring City, Reedswain Publishing.