

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Mojca Drevenšek

**ANALIZA MIŠIČNIH NESORAZMERIJ
PRI KEGLJAČIH**

Diplomska naloga

Koper, julij 2015

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Smer študija

APLIKATIVNA KINEZILOGIJA

**ANALIZA MIŠIČNIH NESORAZMERIJ
PRI KEGLJAČIH**

Diplomska naloga

MENTOR

Izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

Avtorica

MOJCA DREVENŠEK

Koper, julij 2015

Ime in PRIIMEK: Mojca DREVENŠEK

Naslov diplomske naloge: Analiza mišičnih nesorazmerij pri kegljačih

Kraj: Koper

Leto: 2015

Število listov: 43 Število slik: 15 Število tabel: 14

Število prilog: 0 Št. strani prilog: 0

Število referenc: 18

Mentor: Izr. prof. dr. Boštjan Šimunič

Somentor: /

UDK:

Ključne besede: kegljanje, kontraktilne lastnosti skeletnih mišic, največja hotena moč, največja hotena sila, asimetrije, bilateralni deficit

Povzetek:

Znano je, da pri določenih asimetričnih športih prihaja do večjih lateralnih asimetrij telesa ter bilateralnega deficita, kjer je predvsem lateralna asimetrija nezaželena v smislu športnega treniranja. Namen diplomske naloge je bil ovrednotiti lateralne asimetrije in bilateralni deficit pri kegljačih in jih obrazložiti z biomehaniko kegljanja ter njihovo poškodbeno statistiko. Za opravljanje meritev smo iz mladinske nacionalne reprezentančne vrste izbrali 8 kegljačev (4 moške in 4 ženske). Iz vrst študentov aplikativne kineziologije smo izbrali njim primerno kontrolno skupino osmih preiskovancev (4 moške in 4 ženske). Meritve so bile opravljene na spodnjih okončinah preiskovancev. Izmerili smo jim obsege stegen in meč, največjo hoteno silo stegenskih mišic in eksplozivno moč med navpičnim odzivom ter kontraktilne lastnosti izbranih skeletnih mišic nog z tenziomiografijo. Med skupinama nismo mogli potrditi lateralnih asimetrij v obsegih, sili in eksplozivni moči, kot tudi nismo potrdili razlik v lateralni asimetriji ter bilateralnemu deficitu. Vendar smo ugotovili lateralne asimetrije v kontraktilnih lastnostih mišic, kjer imajo kegljači višje lateralne asimetrije mišic vastus lateralis (kegljači: $80,8 \pm 5,68$ %; kontrolna skupina: $93,8 \pm 2,81$ %; $P < 0,001$) in vastus medialis (kegljači: $85,0 \pm 7,79$ %; kontrolna skupina: $94,0 \pm 2,84$ %; $P = 0,013$). Zaključimo lahko, da imajo mladinski reprezentanti v kegljanju lateralno asimetrijo v kontraktilnih lastnostih stegenskih mišic, a le-te najverjetneje še niso opazne na anatomske in funkcionalni ravni.

Name and SURNAME: Mojca DREVENŠEK

Title of bachelor thesis: Muscle asymmetry in bowlers

Place: Koper

Year: 2015

Number of pages: 43 Number of pictures: 15 Number of tables: 14

Number of enclosures: 0 Number of enclosure pages: 0

Number of references: 18

Mentor: Izr. prof. dr., Boštjan Šimunič

Co-mentor: /

UDK:

Key words: bowling, contractile properties of skeletal muscles, maximum intentional power, maximum intentional force, asymmetry, bilateral deficit

Abstract:

It is known that it comes to significant lateral asymmetries of the body and also to bilateral deficit in certain asymmetric sports. Whereas lateral asymmetry is undesirable in terms of sports training. The purpose of this diploma thesis was to evaluate the lateral asymmetries and bilateral deficit at bowlers and explain that with the biomechanics of bowling and their injury statistics. We selected 8 bowlers (4 men and 4 women) from the youth national team to perform the measurements. From students of Applied kinesiology we chose a comparable control group of eight examinees (4 men and 4 women). The measurements were performed on the lower limbs of the examinees. We measured the ranges of their thighs and calves, maximum intentional force of the thigh muscles and explosive power between the vertical push off and contractile properties of selected skeletal muscles of legs with tensiomyography. We were unable to confirm the lateral asymmetries in ranges, force and explosive power among the groups, as well as we did not confirm the differences in lateral asymmetry and bilateral deficit. However, we found out lateral asymmetries in the contractile properties of muscles where the bowlers have higher lateral asymmetries of the muscles vastus lateralis (bowlers: $80.8 \pm 5.68 \%$; control group: $93.8 \pm 2.81 \%$; $P < 0.001$) and vastus medialis (bowlers: $85.0 \pm 7.79\%$; control group: $94.0 \pm 2.84 \%$; $P = 0.013$). We can conclude that the youth national team players in bowling have lateral asymmetry in the contractile properties of the leg muscles, but the latter are probably not yet visible at the anatomical and functional level.



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

Podpisana Mojca Drevenšek, študentka dodiplomskega študijskega programa 1. stopnje
Aplikativna kineziologija,

izjavljam,

da je diplomska naloga z naslovom Analiza mišičnih nesorazmerij pri kegljačih

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

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

Podpis študent/ke:

V Kopru, dne 1. 7. 2015

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, prof.dr. Boštjanu Šimuniču za koristne napotke in vso pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala vsem preiskovancem, ki so si vzeli čas za meritve.

Hvala tudi moji družini za vso podporo v času študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Asimetrični športi in njihova značilna gibanja	2
1.2	Biomehanika kegljaškega meta	3
1.3	Problematika treningov kegljačev	5
1.4	Epidemiologija poškodb pri kegljačih.....	6
1.5	Antropološke posebnosti vrhunskih kegljačev.....	6
1.6	Pojav lateralne asimetrije in bilateralnega deficita	7
1.7	Cilji in hipoteze	8
2	METODE DELA	9
2.1	Preiskovanci	9
2.2	Raziskovalni načrt	9
2.3	Metode merjenja	9
2.3.1	Merjenje telesne višine, telesne mase in obsegov posameznih mišic nog.....	10
2.3.2	Merjenje kontraktilnih lastnosti mišic	10
2.3.3	Ogrevanje	11
2.3.4	Merjenje največje proizvedene sile mišic nog	11
2.3.5	Merjenje največje eksplozivne moči mišic nog.....	12
2.4	Statistika.....	13
3	REZULTATI.....	14
3.1	Obsegi stegna in meč.....	14
3.2	Največja hotena sila	15
3.3	Največja hotena moč	16
3.4	Kontraktilne lastnosti skeletnih mišic	18
3.4.1	Mišica vastus lateralis	18
3.4.2	Mišica vastus medialis.....	19
3.4.3	Mišica biceps femoris	20
3.4.4	Mišica gastrocnemius medialis	21
3.4.5	Simetrija kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic	23
4	DISKUSIJA	24
4.1	Obsegi stegen in meč.....	24
4.2	Največja hotena sila	25
4.3	Največja hotena moč	25
4.4	Bilateralni deficit in lateralne simetrije	26
4.5	Kontraktilne lastnosti mišic	27
4.6	Predvidena vadba za kegljače	27
4.6.1	Krepilne vaje	28
4.6.2	Raztezne vaje	31
4.7	Sklep	32
5	LITERATURA.....	33

KAZALO TABEL

Tabela 1: Osnovni podatki raziskave	14
Tabela 2: Obsegi mišic na stegnih in mečih na dominantni in nedominantni nogi ..	15
Tabela 3: Največja hotena sila iztegovalk in upogibalk kolena	15
Tabela 4: Največja hotena moč posameznih nog ter največja hotena moč obeh nog skupaj	16
Tabela 5: Bilateralni deficit in lateralne simetrije preiskovancev	17
Tabela 6: Kontraktilne lastnosti mišice vastus lateralis na nedominantni strani.	18
Tabela 7: Kontraktilne lastnosti mišice vastus lateralis na dominantni strani.	18
Tabela 8: Kontraktilne lastnosti mišice biceps femoris na nedominantni strani.	20
Tabela 9: Kontraktilne lastnosti mišice biceps femoris na dominantni strani.	21
Tabela 10: Kontraktilne lastnosti mišice gastrocnemius na nedominantni strani.	21
Tabela 11: Kontraktilne lastnosti mišice gastrocnemius na dominantni strani.	22
Tabela 12: Kontraktilne lastnosti mišice vastus medialis na nedominantni strani.	19
Tabela 13: Kontraktilne lastnosti mišice vastus medialis na dominantni strani.	20
Tabela 14: Lateralna simetrija kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic.	23

KAZALO SLIK

Slika 1: 8-stezno kegljišče pripravljeno za svetovno prvenstvo.	2
Slika 2: Začetni položaji telesa.	3
Slika 3: Korak z levo naprej.	4
Slika 4: Izmet krogle in desna noga naprej.	5
Slika 5: Merjenje obsegov posameznih mišic.	10
Slika 6: Tenziomiografija.	11
Slika 7: Merjenje največje proizvedene sile mišic nog.	12
Slika 8: Skok z nasprotnim gibanjem z eno nogo.	12
Slika 9: Osnovni počep z drogom.	28
Slika 10: Izteg kolen na trenažerju.	29
Slika 11: Krepilna vadba za zadnje stegenske mišice.	29
Slika 12: Upogib kolenskega sklepa.	30
Slika 13: Vaja na drogu.	30
Slika 14: Raztezna vaja za sprednje stegenske mišice.	31
Slika 15: Raztezna vaja za zadnje stegenske mišice.	31

1 UVOD

Kegljanje (nine-pin bowling) so opisali (Čuk, Likovnik, Pintarič, Tušak, Belcijan in Kugovnik, 2000) kot športno panogo, ki se odvija na kegljaških stezah, v dvoranah, imenovanih kegljišča. Tekmovanja lahko potekajo le na standardiziranih kegljiščih. Kegljiska so sestavljena iz štirih ali več stez. Posamezno stezo sestavljajo zaletišče, položnica, kegeljni križ, zaščitna obloga, krogolovka, kroglovod in komandni pult. Dimenzije posameznega dela kegljišča so natančno določene. Poznamo dvoje oblik kegljanja. Prvo je kegljanje na devet kegljev, ki je razširjeno predvsem v državah srednje Evrope. Drugo je kegljanje na deset kegljev, tako imenovani bowling, ki ga poznajo tudi drugod po svetu, predvsem v Aziji in Ameriki. Že samo ime pove, v čem je glavna razlika med vrstama - v številu kegljev. Prav tako ima vsaka vrsta svoja pravila in statute. Pripadniki obeh vrst kegljanja prirejajo tekmovanja na državnem in svetovnem rangu (povzeto po Čuk idr., 2000).

V svoji diplomski nalogi se bom osredotočila na kegljanje na devet kegljev. Kegljanje na devet kegljev (v nadaljevanju kegljanje) je igra, katere cilj je s kroglo podreti čim več kegljev. Tekmovalec ima na voljo 120 metov, ki so razdeljeni po štirih stezah. Tekmovalec na vsaki stezi vrže 30 metov (1 set), ki so razdeljeni na 15 metov na vse postavljene keglje (na polno) in 15 metov na ostale keglje (na čiščenje). Na voljo ima 12 minut časa. Ko odmeče 30 metov, ob sodniškem znaku zamenja stezo in to ponovi še trikrat. Njegov cilj na vsaki stezi je premagati nasprotnika v vseh setih ter podrtih kegljih.

Mednarodna kegljaška zveza (FIQ) s pomočjo posameznih državnih kegljaških zvez prireja uradna mednarodna tekmovanja ter uradna klubska tekmovanja. Najpomembnejše tekmovanje je svetovno prvenstvo, ki se odvija vsaki dve leti. Najpogostejše tekmovanje je državna liga, ki je razdeljena po odličnosti klubov. Državna liga se odvija vsak teden, največkrat ob sobotah. Državna tekmovanja in državno ligo organizira Kegljaska zveza Slovenije.

Slika 1: 8-stezno kegljišče, pripravljeno za svetovno prvenstvo



Foto: Mojca Drevenšek

1.1 Asimetrični športi in njihova značilna gibanja

Zaradi modernega načina življenja, ki nas zelo ozavešča o zdravem načinu življenja, se mnogo otrok, mladostnikov ter starejših ljudi začne ukvarjati z določenim športom. Športnih panog je na voljo vedno več. Vsaka od njih vključuje določeno obliko gibanja, določen gibalni vzorec, tehniko, ki mora biti kar se da pravilno izvedena. Veliko športov vsebuje tehniko gibanja, ki na dolgi rok ni prijazna telesu vadečega. Pri tenisu, kriketu, sabljanju, torej pri športih, v katerih je pri določeni akciji pomembna ena stran ali del telesa, se lahko pojavijo težave, kot so asimetričnost telesa, pojav bilateralnega deficita in določenih poškodb. Grobbelaar in Hons (2003) sta raziskovala pojavnost in stopnjo morfološke asimetrije med udeleženci v izbranih asimetričnih in simetričnih športih (kriket in plavanje) ter sedečo populacijo. Ugotovila sta, da je raziskovanje asimetričnosti pomembno zaradi pojavljanja negativnih vplivov asimetričnih obremenitev na telo posameznika, ki se ukvarja s tovrstnim športom. Tako so Chandler idr. (1990) ugotovili, da je notranja rotacija rame tenisačev na dominantni strani bistveno manjša kot na nedominantni strani. Starosta (1989) je navedel, da morfološka asimetrija lahko vodi do zmanjšanja gibljivosti določenih sklepov športnikov. Torej, dokazano je, da morfološka asimetrija obstaja pri posameznikih, ki se ukvarjajo z asimetričnimi športi in pri nekaterih predstavlja tveganje za določene poškodbe.

Sama se ukvarjam s kegljanjem in ugotavljam, da pri tehniki kegljaškega meta pride v poštev prav tako le ena - dominantna stran telesa. Predvsem opažam, da je v začetnem položaju, ko v dominantni roki držimo kroglo, ta stran bolj obremenjena. Prav tako je obremenjena v končnem položaju, ko se ustavimo in ustvarimo velik pritisk na dominantno nogo, da ne prestopimo končne črte

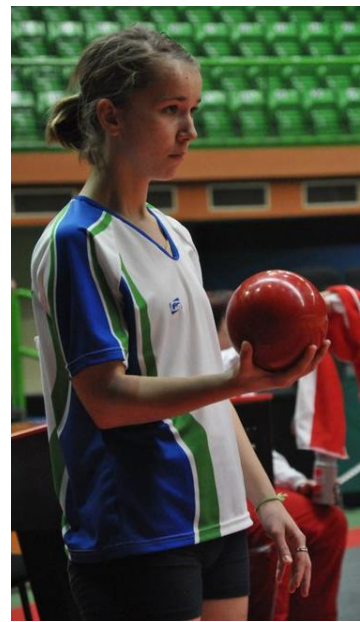
položnice. Zato se bomo v diplomski nalogi osredotočili na problem asimetričnosti telesa pri izbranem športu – kegljanju. Raziskali bomo, če se pri kegljačih pojavijo morebitni bilateralni deficit in lateralne asimetrije.

1.2 Biomehanika kegljaškega meta

Čuk idr. (2000) so kegljaški met razdelili na pet osnovnih faz:

- začetni položaj kegljača s kroglo je odvisen od vsakega posameznika, saj zahteva posebno telesno pripravo, ki si jo posameznik priredi tako, da mu to ustreza pri nadaljnjih fazah. Nekateri imajo roko v priročanju, ravno z upognjeno dlanjo, nekateri imajo roko upognjeno v komolcu in je krogla v višini brade, spet drugi imajo roko pol skrčeno;

Slika 2: Začetni položaji telesa



Vir: http://www.siol.net/sportal/drugi_sporti/bowling-kegljanje/

- gibanje kegljača in krogle sestavlja korak z levo nogo naprej in izteg desne roke pri desničarjih, pri levičarjih ravno obratno. Nato napravi korak z desno nogo naprej, roka s kroglo pa potuje po krožnici s polmerom, ki ga določa dolžina roke. Krogla prehaja iz stanja mirovanja v pospešeno gibanje, ki je posledica delovanja mišic iztegovalk roke. V tej fazi kegljač prične izvajati

zalet, ki je v smeri proti kegljem. V zaletu se v zadnjih dveh korakih hitro izmenjata leva in desna - pristajalna noga. Glavna funkcija zaleta je doseči primerno hitrost, ki bo ob sočasnem gibanju roke omogočila optimalen prenos energije na kroglo ob izmetu. Krogla ima v najvišji točki zaročenja najvišjo potencialno energijo, zaradi hitrosti zaleta kegljača pa ima tudi že določeno kinetično energijo;

Slika 3: Korak z levo naprej



Vir: http://www.siol.net/sportal/drugi_sporti/bowling-kegljanje/

- izmet krogle je ključna faza kegljaškega meta, saj po koncu te faze kegljač na kroglo ne more več vplivati. V trenutku izmeta ima krogla največjo kinetično energijo, kateri je potrebno dati optimalno smer, da bo izpolnila cilj, ki si ga je zadal kegljač. Idealni met je, če kegljač kroglo položi na sredino položnice v trenutku, ko je roka navpično nad tlemi, saj so takrat energijske izgube najmanjše. Krogla na položnici začne drseti. Drsenje zavira dinamična torna sila, ki sočasno vrtil kroglo. Od te faze je odvisna naslednja faza;
- gibanje krogle po stezi predstavlja prehod v kotaljenje. Hitrost translacije postane enaka hitrosti rotacije;
- gibanje krogle med keglji je faza, ko pride krogla med keglje, med katerimi se zgodi vrsta neprožnih trkov. Energije se izmenjajo od krogle do keglja, od keglja do keglja ali pa je energija tako nizka, da kegelj ne pade in se samo zamaje. Zelo pomembno je, da ima krogla, ki pripotuje do kegljev, primerno kinetično energijo in pravo smer.

Slika 4: Izmet krogle in desna noga naprej



Vir: http://www.siol.net/sportal/drugi_sporti/bowling-kegljanje/

1.3 Problematika treningov kegljačev

Čuk idr. (2000) so zapisali, da imajo telesna priprava in treningi pri kegljanju dvojni učinek. Prvi je ta, da mora biti tekmovalac tako dobro pripravljen, da bo brez težav opravil svoj nastop v energetskega smislu. Drugi pa je, da mora trening tekmovalcu odstranjevati negativne učinke enostranske obremenitve, ki nastajajo pri kegljanju. Kegljanje je izrazito aerobna dejavnost, saj ima kegljač na tekmovalstvu vedno dovolj časa, da si obnovi energetske zaloge. Glavna izhodišča pri pripravi programa telesne priprave kegljača so biomehanske zahteve meta, funkcionalno anatomsko analiza meta ter energetske zahteve celotnega tekmovalnega nastopa.

Glavno načelo prvoligaškega kegljača pa je ravno naravnost treninga v sam rezultat podrtih kegljev, tako na treningu kot tudi na tekmi. To načelo se nam zdi problematično glede na drugi učinek treninga kegljačev, saj se ob njem pogosto pozablja na uvedbo drugih oblik treninga.

Trener naj bi bil oseba, ki načrtno vzgaja in pripravlja tekmovalca na tekmovalstvo. Zadolžen je za planiranje treningov, določanje stanja tekmovalcev, za nadziranje ter pripravo plana treningov, ki se jih morajo tekmovalci držati (povzeto po Čuk idr., 2000).

Večina kegljačev ima kegljaški trening 2 krat do 3 krat tedensko, sledi še tekma. Povprečni trening traja od 50 do 130 minut, največ jih trenira 60 oz. 90 minut. Ogrevanje, ki je zelo splošno, traja od 0 do 30 minut. Največ pa jih ogrevanje opravi v 10 do 15 minutah. Takšni treningi predstavljajo neupoštevanje načela osnov športne vadbe in so veliko tveganje za pojav bilateralnega deficita in

lateralne asimetrije. Posledično lahko pride do poškodb, ki bi se zmanjšale, če bi v vsakem urniku kegljača bila raznolika vadba, ki bi zmanjšala morebitno morfološko asimetrijo. Pomembno je, da se kegljač ukvarja tudi z drugimi aerobnimi dejavnostmi, kot so tek, kolesarjenje in plavanje, ki so pomembne pri razvoju splošne vzdržljivosti, prav tako pa tudi pri uravnavanju enostranske obremenitve, do katere prihaja pri kegljanju.

1.4 Epidemiologija poškodb pri kegljačih

Čuk idr. (2000) pravijo, da so poškodbe v večini posledica slabe telesne priprave. Ugotovili so, da imajo kegljači največ težav s kroničnimi poškodbami hrbtenice, kolen in ramen. Med akutnimi poškodbami se znajde največ natrganin, predvsem iztegovalk kolena. Zlomi, izpahi ali zvini pri kegljanju niso pogosti.

Navedli so pet dejavnikov poškodb, ki so:

- prekratek uvodni pripravljalni del, ker kegljači takoj pričnejo s kegljanjem;
- slaba telesna pripravljenost;
- prehitro začenjanje s treningi po nedokončani rehabilitaciji;
- neupoštevanje splošnih navodil in aktivni počitek;
- tehnika meta, ki ni prilagojena posamezniku.

1.5 Antropološke posebnosti vrhunskih kegljačev

Čuk idr. (2012) pravijo, da so kegljači višje rasti glede na ostalo populacijo. Imajo manjšo telesno maso ter manj podkožnega maščevja. Tekmovalci imajo nekoliko daljše prste, kar ugodno vpliva na prijem krogle. Primerjave med spoloma govorijo, da so ženske širše v bokih in ožje v ramenih, kar slabo vpliva na kegljaški met. V tem primeru roka nima prosto visečega nihaja in so potrebne korekcije meta. Pomembno je, da kegljač nima valgusa ali varusa v kolenih, saj bi lahko aberacije vplivale na kontrolo zaletnih korakov. V tem primeru je potrebno popravljati tehniko meta ali z vajami poskusiti odpraviti nepravilnosti. Za uspešen met mora imeti vrhunski kegljač razvite določene gibalne sposobnosti. Pomembno je izpostaviti vzdržljivost. Tekmovalni nastop kegljača traja 4 krat 12 minut. Kegljjač ima za posamezni met, ki traja približno 5 sekund, 24 sekund. Torej ima 19 sekund, da se pripravi na naslednji met, kar je štirikratni čas napram aktivnosti. Kegljanje je torej izrazito aerobna aktivnost. Povprečna frekvenca srčnega utripa kegljača med

aktivnostjo je med 120 in 140 udarcev/minuto. Potrebna je dobra gibljivost trupa, ramenskega ter medeničnega obroča. Trup, medenični obroč in predkorak morajo biti primerno razviti, da kegljač lahko kroglo položi na tla. Koordinacija je razdeljena na več motoričnih elementov, najpomembnejši med njimi je realizacija ritmičnih struktur. Ta element ima veliko prediktivno vrednost v mnogih športih, kjer je pomembno izvesti določeno gibanje v točno določenem časovnem zaporedju. Met mora biti tehnično dovršen, izveden elegantno z optimalnimi amplitudami, brez sunkovitih gibanj celega telesa ali posameznih delov. Ravnotežje pri kegljačih je zelo pomembna gibalna sposobnost, saj je težišče telesa pri kegljačih zaradi krogle pomaknjeno na stran dominantne roke. Prav tako je zelo pomembno pri izmetu, ko se kegljač na hitro ustavi in pazi, da ne prestopi na stezo. Tukaj je predvsem zelo pomembna moč iztegovalk nog in trupa. Povprečna hitrost kegljačev je 3 m/s. Hitrost ni pomembna sposobnost, saj preveliko povečevanje hitrosti ni smiselno, saj imata telo in krogla preveliko vztrajnost, ki jo je težko nadzirati. S tem ima kegljač slabe možnosti za izvedbo optimalnega meta. Zmage pri kegljanju v državni ligi in prav tako na svetovni ravni se dobivajo pri "čiščenju". To je del igre, ko mora tekmovalec zadeti vse keglje, ki so mu ostali od prejšnjega meta. Na vsaki stezi ima na razpolago 15 metrov za čiščenje, ki jih mora čim boljše izkoristiti in podreti čim več kegljev. Torej je preciznost, sposobnost zadevanja ali ciljanja pri kegljanju najpomembnejša gibalna sposobnost. Čuk idr. (2005) so izvedli meritve gibalnih sposobnosti slovenske moške reprezentance. Rezultati kažejo, da so kegljači v vseh sposobnostih nadpovprečni glede na ostalo populacijo. V moči (eksplozivna, repetitivna) dosegajo najboljše rezultate. Na testu koordinacije so uvrščeni v 84. percentilni rang. Pri tapingu imajo slabše rezultate, saj je pri kegljanju osnovno gibanje iz predročenja v zaročenje, ne pa od predročenja ven do predročenja noter, ki se izvaja pri tapingu. Pri teku na 2400 metrov (Cooperjev test) so glede na svojo starostno normo vsi dosegli najvišjo oceno 5 točk. Le v gibljivosti so dosegli povprečne rezultate, ki zadoščajo za kegljanje. Z vidika preprečevanja poškodb pa bi bila zaželjena nekoliko večja mera gibljivosti.

1.6 Pojav lateralne asimetrije in bilateralnega deficita

Znano je, da se pri asimetričnih športih pogosto pojavljajo telesne asimetrije, ki so najverjetneje posledica dolgoročne izvedbe unilateralnega gibalnega vzorca pri določenem športu. Z večletnim treniranjem se na telesu vadečega asimetrije

odražajo z različnimi bolečinami, neučinkovitim gibanjem ter zmanjšano telesno zmogljivostjo. V hujšem primeru privedejo do telesne okvare ali poškodb.

Bilateralni deficit se odraža kot odstotek manjše sonožne maksimalne sile oz. moči napram vsoti sil oz. moči obeh posameznih nog in znaša med 0 do 25 % (Koh idr., 1993; Van Dieen idr., 2003; Jakobi idr., 1998; Sahaly idr., 2001). Vzrokov za njegov pojav je veliko, npr. Buckthore idr. (2013) navajajo za razlog manjšo aktivacijo agonistov, ko je gib izveden bilateralno, to Bobbert idr. (2005) potrjujejo, ko dokažejo, da je mehanizem ravno v manjši aktivaciji tako hitrih kot tudi počasnih mišičnih vlaken. Zanimivo pa je, da Rejc idr. (2015) niso potrdili sprememb bilateralnega deficita po 35 dnevni gibalni neaktivnosti. Howard in Enoka (1991) sta ugotovila, da je bilateralni deficit opazen pri krčenju majhnih in večjih mišičnih skupin ter tudi pri različnih gibalnih nalogah. Zanimivo pa je, da še niso raziskali velikosti bilateralnega deficita pri asimetričnih športih.

1.7 Cilji in hipoteze

Cilji diplomske naloge:

Cilj 1: Ugotoviti, ali se pri kegljačih pojavljajo lateralne asimetrije.

Cilj 2: Ugotoviti, ali se pri kegljačih pojavlja bilateralni deficit.

Hipoteze diplomske naloge:

H1.1: Kegljiači imajo večje lateralne asimetrije v sili maksimalnega hotenega naprežanja kot kontrolna skupina.

H1.2: Kegljiači imajo večje lateralne asimetrije v maksimalni eksplozivni moči kot kontrolna skupina.

H1.3: Kegljiači imajo večje lateralne asimetrije v kontraktilnih lastnostih mišice kot kontrolna skupina.

H2.1: Kegljiači imajo večji bilateralni deficit v sili maksimalnega hotenega naprežanja kot kontrolna skupina.

H2.2: Kegljiači imajo večji bilateralni deficit v maksimalni eksplozivni moči kot kontrolna skupina.

2 METODE DELA

2.1 Preiskovanci

Preiskovanci v eksperimentalni skupini so bili izbrani iz kegljaške reprezentančne vrste mladincev (kegljači) in študentov aplikativne kineziologije (kontrolna skupina). V eksperimentalno skupino so bili izbrani po kriteriju, da kegljanje trenirajo več kot 5 let. Vključila sem 4 moške in 4 ženske (starost $20,0 \pm 2,39$ let, telesna višina $175 \pm 7,84$ cm, telesna masa $69,1 \pm 11,1$ kg). Vsi preiskovanci tekmujejo v državni ligi in so kandidati za izbor v reprezentančno skupino. V primerljivo kontrolno skupino, kjer so bili 4 študenti in 3 študentke aplikativne kineziologije (starost $20,4 \pm 1,62$ let, telesna višina $178 \pm 7,49$ cm, telesna masa $74,9 \pm 9,37$ kg), smo kot pogoj za vključitev navedli, da se študenti ne ukvarjajo s športno dejavnostjo, ki bi povzročala morebitne telesne asimetrije in bilateralni deficit.

2.2 Raziskovalni načrt

Raziskava je bila presečna. Vsebovala je odvisne in neodvisne spremenljivke.

Odvisne spremenljivke:

- obsegi delov nog;
- največja hotena sila mišic iztegovalk kolena (unilateralno in bilateralno);
- največja hotena eksplozivna moč (unilateralno in bilateralno);
- kontraktilne lastnosti mišic.

Neodvisne spremenljivke:

- skupina (kegljači in kontrolna).

2.3 Metode merjenja

V nadaljevanju bomo prikazali opis vseh merilnih metod, po vrstnem redu, kot smo jih tudi izvedli. Opravili smo meritve maksimalnega hotenega naprežanja mišic kolenskega sklepa in maksimalne eksplozivne moči mišic nog. Obe meritvi so preiskovanci izvedli sonožno in unilateralno. Izvedli smo tudi tenziomiografsko meritev mišic nog.

2.3.1 Merjenje telesne višine, telesne mase in obsegov posameznih mišic nog

Na začetku smo preiskovancem izmerili telesno višino, telesno maso ter obsege posameznih mišic nog. Izmerili smo jim obsege stegen in meč v ležečem položaju. Ob merjenju smo poskrbeli za sproščenost mišic.

Slika 5: Merjenje obsegov posameznih mišic



Foto: Mojca Drevenšek

2.3.2 Merjenje kontraktilnih lastnosti mišic

Nato smo kontraktilne lastnosti izmerili s tenziomiografijo. Tenziomiografija je neinvazivna metoda, ki meri kontraktilne lastnosti skeletnih mišic (Valenčič, 1990; Šimunič idr., 2011 in 2012). Vsakemu preiskovancu smo izmerili kontraktilne lastnosti krčenja štirih skeletnih mišic, in sicer: vastus lateralis, biceps femoris, gastrocnemius in vastus medialis. Vse meritve smo izvedli na dominantni in na nedominantni nogi.

Slika 6: Tenziomiografija

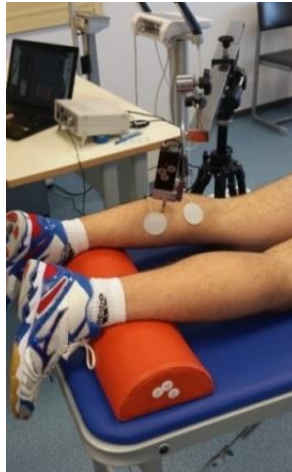


Foto: Mojca Drevenšek

2.3.3 Ogrevanje

Vsi preiskovanci so se ogreli na isti način. Pet minut so se ogrevali s pomočjo step-ogrevanja. Poleg tega, so vsi izvedli deset poskokov, deset počepov ter raztegnili mišice nog.

2.3.4 Merjenje največje proizvedene sile mišic nog

S tretjo metodo smo preiskovancem izmerili največjo proizvedeno silo mišic nog. Vsak preiskovanec se je udobno namestil na poseben stol in poskusil odriniti fiksno opornico z največjo silo. V prvem poskusu je opornico odrinil z dominantno nogo, v drugem z nedominantno ter v tretjem z obema nogama. V zadnjem poskusu je opornico poskusil z nogami povleči h sebi. Pri tem smo izmerili največjo silo med različnimi akcijami.

Slika 7: Merjenje največje proizvedene sile mišic nog



Foto: Mojca Drevenšek

2.3.5 Merjenje največje eksplozivne moči mišic nog

Po uniformnem ogrevanju smo preiskovancem izmerili največjo eksplozivno moč mišic nog. Po poskusnih skokih je vsak preiskovanec na tenziometrijski plošči izvedel šest skokov z nasprotnim gibanjem, dva z obema nogama, dva z nedominantno nogo ter dva z dominantno nogo.

Slika 8: Skok z nasprotnim gibanjem z eno nogo



Foto: Mojca Drevenšek

2.4 Statistika

Podatke smo statistično obdelali v programu Microsoft Excel. Podatkom smo izračunali osnovne statistične parametre: aritmetično sredino in standardni odklon. Statistično značilnost razlik med dvema skupinama (kegljači in kontrolna) smo testirali s T-testom za neodvisne vzorce. Odločitve smo sprejemali pri stopnji tveganja 1. reda 5 %.

3 REZULTATI

V Tabeli 1 so prikazani osnovni morfološki podatki preiskovancev. Med skupinami v opazovanih morfoloških parametrih nismo ugotovili statističnih razlik.

Tabela 1: Osnovni morfološki podatki preiskovancev.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
N	15	7	8	
Spol	53 % moških	57 % moških	50 % moških	
Starost/leta	20,2 ± 2,01	20,4 ± 1,62	20,0 ± 2,39	0,348
Telesna višina/cm	177 ± 7,60	178 ± 7,49	175 ± 7,84	0,207
Telesna masa/kg	71,8 ± 10,4	74,9 ± 9,37	69,1 ± 11,1	0,147

Preiskovancem smo v vprašalniku zastavili vprašanje, kakšne poškodbe ali omejitve so imeli v zadnjih petih letih ter na kateri strani telesa. Največkrat so dopisali, da se po treningih na nedominantni strani hrbta, v kolkih ter kolenih pojavljajo bolečine. Omenili so tudi zategnjenost na nedominantni strani lopatice.

3.1 Obsegi stegna in meč

V tabeli 2 smo prikazali obsege stegen in meč na dominantni in nedominantni nogi. Ugotovili smo, da imajo kegljači na dominantni nogi za 7,5 % ($P = 0,043$) večji obseg stegna in da je trend k temu tudi na nedominantni nogi ($P = 0,060$). Zanimivo pa je, da obstaja trend k manjšemu obsegu meč kegljačev na obeh nogah.

Tabela 2: Obsegi stegen in meč na dominantni in nedominantni nogi.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Obseg stegna				
Nedominantna noga/cm	55,1 ± 4,98	52,9 ± 4,27	57,0 ± 5,03	0,060
Dominantna noga/cm	54,9 ± 4,56	52,8 ± 3,63	56,8 ± 4,63	0,043
Obseg meč				
Nedominantna noga/cm	36,8 ± 2,60	37,8 ± 2,14	35,9 ± 2,78	0,087
Dominantna noga/cm	36,7 ± 2,85	37,6 ± 2,76	35,9 ± 2,83	0,119

3.2 Največja hotena sila

V tabeli 3 smo prikazali rezultate največje hotene sile iztegovalk in upogibalke kolena. Ugotovili smo, da obstaja trend manjše sile iztegovalk kolena obeh nog pri kegljačih, a jih statistično nismo mogli potrditi.

Tabela 3: Največja hotena sila iztegovalk in upogibalke kolena.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Iztegovalke kolena				
Nedominantna noga/Nm	122 ± 32,6	136 ± 28,1	109 ± 32,8	0,060
Dominantna noga/Nm	126 ± 31,7	138 ± 29,3	115 ± 31,3	0,080
Obe nogi/Nm	255 ± 65,7	275 ± 50,9	238 ± 75,2	0,143
Upogibalke kolena				
Obe nogi/Nm	134 ± 39,7	142 ± 37,9	127 ± 42,6	0,252

3.3 Največja hotena moč

V tabeli 4 smo prikazali največjo hoteno moč posameznih nog ter največjo hoteno moč obeh nog skupaj. Ugotovili smo, da med skupinami ni statističnih razlik. Lahko pa opazimo trend k višji povprečni relativni moči kegljačev ($P = 0,100$).

Tabela 4: Največja hotena moč posameznih nog ter največja hotena moč obeh nog skupaj.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
<i>Nedominantna noga</i>				
Višina skoka/cm	12,4 ± 4,12	12,3 ± 5,16	12,5 ± 3,32	0,462
Povprečna relativna moč/W/kg	0,490 ± 0,366	0,391 ± 0,234	0,577 ± 0,450	0,173
Največja relativna moč/W/kg	38,9 ± 9,29	37,9 ± 9,91	39,8 ± 9,31	0,353
<i>Dominantna noga</i>				
Višina skoka/cm	12,2 ± 4,13	11,8 ± 5,14	12,6 ± 3,35	0,372
Povprečna relativna moč/W/kg	0,524 ± 0,380	0,386 ± 0,212	0,645 ± 0,464	0,100
Največja relativna moč/W/kg	38,8 ± 7,93	37,4 ± 8,96	40,0 ± 7,32	0,274
<i>Obe nogi</i>				
Višina skoka/cm	26,9 ± 8,42	25,9 ± 9,49	27,8 ± 7,92	0,343
Povprečna relativna moč/W/kg	0,865 ± 1,30	0,467 ± 0,491	1,21 ± 1,70	0,141
Največja relativna moč/W/kg	67,0 ± 17,3	63,5 ± 17,9	70,0 ± 17,2	0,246

Ugotovili smo tudi, da med skupinama ni razlik v bilateralnem deficitu niti ne v lateralnih simetrijah (Tabela 5). Edini trend opazimo v odstopanjih v lateralni simetriji največje sile iztegovalk kolena, ki je nekoliko nižja pri kegljačih ($P = 0,067$).

Tabela 5: Bilateralni deficit in lateralne simetrije preiskovancev.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Bilateralni deficit				
Povprečna relativna moč/%	19,5 ± 86,3	19,3 ± 126	19,7 ± 36,3	0,497
Največja relativna moč/%	14,2 ± 9,13	15,9 ± 9,63	12,7 ± 9,04	0,259
Največja sila iztegovalk kolena/%	2,40 ± 10,5	0,325 ± 9,56	4,22 ± 11,5	0,246
Lateralne simetrije				
Višina skoka/%	90,6 ± 4,41	90,4 ± 4,19	90,7 ± 4,89	0,457
Povprečna relativna moč/%	80,7 ± 14,7	80,1 ± 16,1	81,2 ± 14,5	0,444
Največja relativna moč/%	94,1 ± 4,23	92,9 ± 4,26	95,2 ± 4,18	0,154
Obseg stegen/%	98,7 ± 1,15	98,6 ± 1,26	98,9 ± 1,11	0,322
Največja sila iztegovalk kolena/%	93,0 ± 5,69	95,4 ± 3,37	90,9 ± 6,66	0,067

3.4 Kontraktilne lastnosti skeletnih mišic

3.4.1 Mišica vastus lateralis

V tabeli 6 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice vastus lateralis na nedominantni nogi. Ugotovili smo, da ni razlik med skupinama v vseh štirih opazovanih kontraktilnih parametrih mišice.

Tabela 6: Kontraktilne lastnosti mišice vastus lateralis na nedominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	21,2 ± 1,9	21,8 ± 1,87	20,6 ± 1,90	0,273
Čas krčenja/ms	22,8 ± 3,88	23,8 ± 3,04	22,0 ± 4,53	0,397
Čas zadržka/ms	103 ± 45,9	91,6 ± 37,3	113 ± 52,9	0,395
Polovični čas sproščanja/ms	62,4 ± 40,8	51,8 ± 22,4	71,7 ± 51,8	0,366
Radialni odmik mišice/mm	5,09 ± 1,72	4,68 ± 1,00	5,45 ± 2,18	0,409

V tabeli 7 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice vastus lateralis na dominantni nogi. Ugotovili smo, da ni razlik med skupinama v vseh štirih opazovanih kontraktilnih parametrih mišice.

Tabela 7: Kontraktilne lastnosti mišice vastus lateralis na dominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	21,7 ± 1,46	21,8 ± 1,07	21,7 ± 1,81	0,874
Čas krčenja/ms	24,8 ± 4,11	23,8 ± 3,04	25,8 ± 4,87	0,370
Čas zadržka/ms	102 ± 36,2	91,6 ± 37,3	112 ± 34,8	0,303
Polovični čas sproščanja/ms	60,1 ± 23,0	51,8 ± 22,4	67,3 ± 22,4	0,205
Radialni odmik mišice/mm	5,15 ± 1,21	4,68 ± 1,00	5,56 ± 1,28	0,170

3.4.2 Mišica vastus medialis

V tabeli 12 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice vastus medialis na nedominantni nogi. Ugotovili smo, da ni razlik med skupinama v vseh štirih opazovanih kontraktilnih parametrih mišice.

Tabela 8: Kontraktilne lastnosti mišice vastus medialis na nedominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	22,3 ± 1,22	22,4 ± 1,26	22,3 ± 1,28	0,908
Čas krčenja/ms	27,2 ± 11,0	24,6 ± 3,63	29,5 ± 14,7	0,408
Čas zadržka/ms	201 ± 22,4	198 ± 25,3	204 ± 20,9	0,642
Polovični čas sproščanja/ms	71,4 ± 59,2	77,1 ± 66,1	66,4 ± 56,7	0,742
Radialni odmik mišice/mm	7,28 ± 1,85	7,10 ± 1,05	7,44 ± 2,42	0,740

V tabeli 13 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice vastus medialis na dominantni strani. Ugotovili smo, da ni razlik med skupinama v vseh štirih opazovanih kontraktilnih parametrih mišice.

Tabela 9: Kontraktilne lastnosti mišice vastus medialis na dominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	22,8 ± 3,01	24,0 ± 3,95	21,7 ± 1,41	0,146
Čas krčenja/ms	24,7 ± 3,11	23,9 ± 2,82	25,5 ± 3,35	0,351
Čas zadržka/ms	196 ± 27,3	185 ± 24,9	206 ± 27,0	0,150
Polovični čas sproščanja/ms	55,9 ± 45,0	74,7 ± 62,1	39,5 ± 9,51	0,136
Radialni odmik mišice/mm	6,46 ± 1,65	6,89 ± 1,11	6,08 ± 2,01	0,358

3.4.3 Mišica biceps femoris

V tabeli 8 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice biceps femoris na nedominantni nogi. Ugotovili smo, da ni razlik med skupinama v vseh štirih opazovanih kontraktilnih parametrih mišice.

Tabela 10: Kontraktilne lastnosti mišice biceps femoris na nedominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	25,2 ± 3,64	25,9 ± 5,10	24,6 ± 1,77	0,488
Čas krčenja/ms	36,8 ± 12,7	40,2 ± 16,6	33,8 ± 8,05	0,348
Čas zadržka/ms	193 ± 29,1	186 ± 36,4	199 ± 21,7	0,416
Polovični čas sproščanja/ms	64,2 ± 25,3	67,5 ± 28,1	61,4 ± 24,2	0,658
Radialni odmik mišice/mm	6,86 ± 2,61	7,58 ± 2,88	6,22 ± 2,36	0,333

V tabeli 9 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice biceps femoris na dominantni nogi. Ugotovili smo, da ni razlik med skupinama v vseh štirih opazovanih kontraktilnih parametrih mišice.

Tabela 11: Kontraktilne lastnosti mišice biceps femoris na dominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	25,0 ± 3,32	25,5 ± 4,29	24,7 ± 2,43	0,648
Čas krčenja/ms	39,1 ± 13,4	41,7 ± 15,9	36,9 ± 11,3	0,505
Čas zadržka/ms	196 ± 27,4	195 ± 40,1	197 ± 10,8	0,875
Polovični čas sproščanja/ms	59,2 ± 23,0	66,4 ± 28,9	52,9 ± 15,8	0,272
Radialni odmik mišice/mm	6,74 ± 2,36	7,48 ± 2,92	6,08 ± 1,65	0,266

3.4.4 Mišica gastrocnemius medialis

V tabeli 10 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice gastrocnemius medialis na nedominantni nogi. Ugotovili smo, da imajo kegljači krajši čas krčenja mišice gastrocnemius medialis na nedominantni nogi za -15,5 % (P = 0,003). Obstaja tudi trend krajšemu času zakasnitve pri kegljačih nedominantne noge za -9,5 % (P = 0,083).

Tabela 12: Kontraktilne lastnosti mišice gastrocnemius medialis na nedominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	20,9 ± 2,34	22,1 ± 2,78	20,0 ± 1,42	0,083
Čas krčenja/ms	23,1 ± 2,80	25,2 ± 2,53	21,3 ± 1,48	0,003
Čas zadržka/ms	165 ± 67,3	186 ± 33,0	148 ± 85,9	0,296
Polovični čas sproščanja/ms	52,3 ± 47,0	49,1 ± 22,8	55,1 ± 62,8	0,816
Radialni odmik mišice/mm	2,93 ± 0,728	3,10 ± 0,881	2,78 ± 0,582	0,417

V tabeli 11 smo prikazali kontraktilne lastnosti mišice gastrocnemius medialis na dominantni nogi. Ugotovili smo, da imajo kegljači krajši čas krčenja za -14,1 % (P = 0,005) in tudi čas zakasnitve za -9,3 % (P = 0,046) mišice gastrocnemius medialis na dominantni nogi.

Tabela 13: Kontraktilne lastnosti mišice gastrocnemius medialis na dominantni strani.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Čas zakasnitve/ms	20,5 ± 2,00	21,5 ± 1,99	19,5 ± 1,56	0,046
Čas krčenja/ms	22,9 ± 2,59	24,8 ± 1,35	21,3 ± 2,35	0,005
Čas zadržka/ms	184 ± 55,2	189 ± 20,0	180 ± 75,5	0,771
Polovični čas sproščanja/ms	55,8 ± 38,5	63,0 ± 49,4	49,5 ± 27,8	0,518
Radialni odmik mišice/mm	2,94 ± 0,740	3,14 ± 0,701	2,76 ± 0,772	0,334

3.4.5 Simetrija kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic

V tabeli 14 smo prikazali lateralno simetrijo kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic. Ugotovili smo, da obstaja trend nižje lateralne simetrije kontraktilnih lastnosti vseh štirih opazovanih mišic, a značilno je nižja na mišici vastus lateralis za -9 % ($P = 0,001$) in vastus medialis za -13 % ($P < 0,013$).

Tabela 14: Lateralna simetrija kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic.

	Vsi	Kontrolna skupina	Kegljači	P
Vastus lateralis/%	86,8 ± 8,03	93,8 ± 2,81	80,8 ± 5,68	<0,001
Biceps femoris/%	91,4 ± 4,32	92,3 ± 2,42	90,7 ± 5,54	0,476
Gastrocnemius medialis/%	90,6 ± 6,27	92,2 ± 2,59	89,3 ± 8,27	0,389
Vastus medialis/%	89,2 ± 7,45	94,0 ± 2,84	85,0 ± 7,79	0,013

4 DISKUSIJA

Pred meritvami so merjenci odgovorili na kratek vprašalnik o svojih treningih in morebitnih poškodbah v svoji športni karieri. Glede problematike treningov smo ugotovili, da pri kegljanju prihaja do kršenja načel osnov športne vadbe. Kegljjači so na meritvah na vprašanje, kako in koliko trenirajo, večinoma odgovorili 2-3 krat tedensko zgolj kegljanje. Le štirje preiskovanci so dopisali, da občasno hodijo v hribe, fitnes ali kolesarijo.

Čuk idr. (2005) so ugotavljali, kakšne poškodbe so imeli kegljači prve slovenske lige. Ugotovili so, da imajo največ težav s kroničnimi poškodbami hrbtenice, kolen in ramen. Med akutnimi poškodbami je največ natrganin, predvsem iztegovalk kolena. Ugotovili so tudi, da so z vidika moči med drugim najbolj obremenjene in hkrati najbolj izpostavljene poškodbam iztegovalke trupa in kolen. Naši preiskovanci so imeli primerljive poškodbe. En preiskovanec je imel natrganine obeh zadnjih lož, drugi je izpostavil bolečine v kolenu po treningu. Dva preiskovanca sta omenila, da se občasno po treningu pojavljajo bolečine v levem predelu hrbta. Iz tega lahko sklepamo, da je naš vzorec kegljačev reprezentativen in primerljiv kegljačem prve slovenske lige tudi v poškodbah.

4.1 Obsegi stegen in meč

Pri merjenju obsegov smo ugotovili, da imajo kegljači za 7,5 % ($P = 0,043$) večji obseg stegna na dominantni nogi kot kontrolna skupina in da je trend k temu tudi na nedominantni nogi, kjer imajo obseg stegna večji za 7,7 % ($P = 0,060$). Zanimivo pa je, da obstaja trend k manjšemu obsegu meč kegljačev na obeh nogah kot ga imajo v kontrolni skupini. Značilnih razlik med dominantno in nedominantno nogo ni.

Stegna imajo pomembno funkcijo pri ustavitvi in stabilizaciji kegljača med samim metom. Na meča večjega stresa med kegljanjem ni. Pri tem je pomembno tudi ravnotežje, ki ga mora kegljač vzpostavljati skozi celotno izvedbo korakov po zaletišču, še posebej na koncu, ko se mora ustaviti (Čuk idr., 2005). Zato so tudi meritve, ki smo jih opravili na stegnih kegljačev in kontrolne skupine, pokazale, da imajo kegljači večji obseg stegen in manjši obseg meč kot primerljiva kontrolna skupina.

4.2 Največja hotena sila

Pri meritvah največje hotene sile iztegovalk in upogibalk kolena smo v H1.1. predpostavili, da imajo kegljači večje lateralne asimetrije v sili maksimalnega hotenega naprežanja kot kontrolna skupina. Ugotovili smo, da obstaja trend manjše sile iztegovalk kolena obeh nog pri kegljačih. Podobno obstaja tudi trend k višji lateralni asimetriji največje sile iztegovalk kolena kegljačev, in sicer za -4,5 % ($P = 0,067$).

Asimetrija je neenakomernost v gibalni učinkovitosti. Opisuje strukturalne in funkcijske težave. Strukturalne so: neskladje v dolžini mišic, spremembe v ukrivljenosti hrbtenice ter travmatske in anatomske spremembe. Funkcijske težave pa se nanašajo na spremenjene gibalne sposobnosti med levo in desno stranjo telesa (Cook, 2010). Pri kegljanju se pojavlja funkcijska asimetrija, do katere pripelje pretirana obremenjenost ene okončine. Na meritvah smo ugotovili, da pri kegljačih ne glede na to, da ne moremo potrditi razlik v obsegu stegen med obema nogama, obstajajo razlike v sili. Kegljjači imajo trend manjše sile iztegovalk kolena na obeh nogah. Mišična sila je odvisna od mehanskih in arhitekturnih lastnosti mišice. Prav tako je odvisna od stopnje zavestne aktivacije posameznih mišičnih vlaken – znotraj mišične koordinacije. Poleg tega je pomembna aktivacija in usklajeno delovanje več mišic oziroma mišičnih skupin – medmišična koordinacija (Zatsiorsky, 1995).

Vzorok za neznačilno manjšo silo iztegovalk in tudi upogibalk kolena navkljub večjemu obsegu stegen lahko pripišemo arhitekturi mišic, kjer imajo najverjetneje kegljači večji kot penacije mišičnih vlaken in dobro stabilizacijsko funkcijo sklepa. Dobro bi bilo razmisliti tudi o razlikah v nivoju mišične aktivacije, ki pri kegljačih še niso bile raziskane.

4.3 Največja hotena moč

V H1.2 smo predpostavili, da imajo kegljači večje lateralne asimetrije v največji hoteni moči kot kontrolna skupina. Pri merjenju smo analizirali tri parametre največje eksplozivne moči: višino skoka, povprečno relativno moč in največjo relativno moč. Ugotovili smo, da ni statističnih razlik vseh treh opazovanih parametrov največje eksplozivne moči na enonožnih poskokih obeh nog kot tudi ne na sonožnih poskokih. Edino največja relativna moč dominantne noge ima trend k višji eksplozivni moči pri kegljačih za 67,1 % ($P = 0,100$).

Z vidika moči so pri kegljanju med drugimi mišičnimi skupinami najbolj obremenjene tudi iztegovalke nog (Čuk idr., 2005). Glavna iztegovalka noge v kolenskem sklepu je mišica quadriceps femoris. Ta mišica ima med kegljanjem vlogo zaviralne funkcije, ki je zelo vidna pri zaustavljanju telesa in hitrih spremembah smeri (Floyd R. T. idr., 1998). Pri kegljanju ima mišica quadriceps femoris dvojno funkcijo. Prva je ta, da kegljača ustavi pred koncem zaletišča. Druga pa je stabiliziranje celotnega telesa pri zaletnih korakih, ki naj bi bili čim bolj ravni in umirjeni. Glede na te podatke lahko sklepamo, da je trend pri kegljačih, da imajo neznačilno višjo eksplozivno moč dominantne noge kot kontrolna skupina.

Razlaga tega je težja, saj imajo kegljači večji obseg stegen, manjši silo mišic stegna in zopet višjo eksplozivno moč. Res je, da so te razlike večinoma neznačilne, a lahko predpostavimo, da mehanizem izhaja iz specifičnega treninga, ki izboljša motorično kontrolo, ki ima veliko funkcijo pri eksplozivni moči.

4.4 Bilateralni deficit in lateralne simetrije

V H2.1 smo predpostavili, da imajo kegljači višji bilateralni deficit največje hotene sile od kontrolne skupine. Ugotovili smo, da se bilateralni deficit največje hotene sile mišic iztegovalk kolena med kegljači in kontrolno skupino ne razlikuje. Pri največji hoteni sili iztegovalk kolena je cilj doseči največjo aktivacijo agonistov in sinergistov in pri tem najmanjšo aktivacijo antagonistov. Kot kaže, obe skupini obremenjujeta svoje mišice enako pogosto v bilateralnem kot tudi unilateralnem načinu. Potemtakem teh razlik nismo ugotovili.

V H2.2 smo predpostavili, da imajo kegljači višji bilateralni deficit največje eksplozivne moči kot kontrolna skupina. Tudi tu smo ugotovili, da se bilateralni deficit največje eksplozivne moči med kegljači in kontrolno skupino ne razlikuje. Pri maksimalni eksplozivni moči se ne moremo izogniti tudi znatni aktivaciji antagonistov, ki pri izvedbi giba varujejo sklep oziroma mišice pred poškodbami. Kot je znano, specifični trening lahko zmanjša aktivacijo antagonistov, a je takega treninga pri kegljačih premalo, da bi to dosegli. Potemtakem nismo ugotovili vpliva na bilateralni deficit.

Na meritvah smo kegljačem zastavili tudi vprašanje, kako trenirajo. Večina je na to vprašanje odgovorila, da zgolj kegljajo. Le dva merjenca sta napisala poleg

kegljanja še fitness in en kolesarjenje. V teh treningih niso omenjali skokov/odskokov v višino, daljino ali karkoli podobnega. Poleg tega iz lastnih izkušenj vem, da pri kegljaških treningih manjka te raznolikosti vadbe.

4.5 Kontraktilne lastnosti mišic

V H1.3 smo predpostavili, da imajo kegljači višje asimetrije kontraktilnih lastnosti mišice kot kontrolna skupina. Ugotovili smo, da imajo kegljači nižjo lateralno simetrijo mišic iztegovalk kolena vastus lateralis -13 % ($P < 0,001$) in vastus medialis -9 % ($P = 0,013$). Na drugih mišicah (gastrocnemius medialis in biceps femoris) razlik v lateralni simetriji nismo ugotovili.

Analiza tabel 6-11 pokaže, da le pri mišici gastrocnemius medialis obstajajo statistične pomembne razlike med kegljači in kontrolno skupino. Ugotovili smo, da imajo kegljači krajši čas krčenja za -14,1 % ($P = 0,005$) in tudi čas zakasnitve za -9,3 % ($P = 0,046$) mišice gastrocnemius medialis na dominantni nogi. Čeprav se ne izkazujejo razlike med obema skupinama, pa smo ugotovili značilno nižjo lateralno simetrijo kontraktilnih lastnosti skeletnih mišic vastus lateralis za -9% ($P = 0,001$) in vastus medialis za -13% ($P < 0,013$). To potrjuje, da je največji stres pri kegljačih na stegenskih mišicah napram mišicam meč, in potemtakem je to najverjetnejši vzrok za nastanek lateralnih simetrij.

4.6 Predvidena vadba za kegljače

Po rezultatih sodeč, kegljanje ni kritično asimetričen šport, bi pa vseeno omenili vadbo, ki naj bo zgolj preventivne narave. Sicer je znano, da pri kegljanju nastajajo negativne enostranske obremenitve, ampak pri naših merjencih te obremenitve ne generirajo kritičnih posledic. Merjenci so bili mladinci, njihova povprečna starost je bila 20 let, s kegljanjem pa se povprečno ukvarjajo 5 let. Zelo možno je, da se v teh letih negativni dejavniki enostranske obremenitve še ne pojavljajo. Priporočali bi, da se kegljači poleg kegljanja ukvarjajo vsaj z eno aerobno dejavnostjo, kot je tek, plavanje, kolesarjenje ali pohodništvo. Zaželen je občasni obisk fitnesa, v katerem naj izvajajo vaje, ki bi pripomogle uravnavanju enostranske obremenitve. Osredotočijo se naj na vaje zgornjih okončin, glave in hrbta. Glede na to, da jim noge služijo za stabilizacijo in so velikokrat izpostavljene velikim silam, priporočamo, da izvajajo raztezne in sprostilne vaje. Prav tako je priporočljivo

okrepiti kolenski sklep, ki je tudi eden izmed številčnejših poškodb pri kegljanju (Čuk idr., 2012).

4.6.1 Krepilne vaje

- Krepilna vadba za sprednje stegenske mišice (iztegovalke)
- Osnovni počep z drogom. Osnovna postavitev nog je v širini ramen, s stopali obrnjenimi rahlo navzven. Drog je naložen na ramenih. Gibanje prično izvajati v kolenih proti tlam, kolikor zmoremo nizko. Ohranjamo ledveno krivino in kontroliramo, da teža droga ostane nad gležnji.

Slika 9: Osnovni počep z drogom



Vir: <http://www.maxximumportal.com/Vadba/Vadba%20z%20obremenitvijo/3/8/505/3/vaje>

- Izteg kolen na trenažerju. Udobno se namestimo na trenažerju za izteg kolena. Stopala postavimo pod spodnji valj, tako da se valj dotika sprednjega dela stopala nad gležnji. Primemo ročki na obeh straneh in izvedemo izteg v kolenskem sklepu.

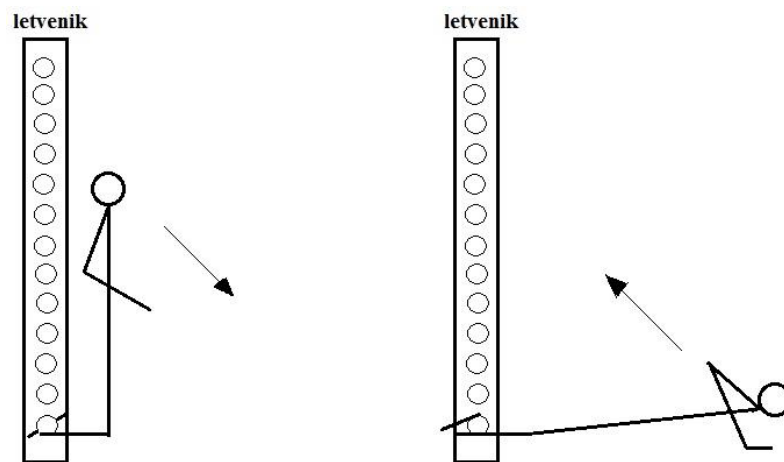
Slika 10: Izteg kolen na trenažerju



Vir: <http://www.maxximportal.com/Vadba/Vadba%20z%20obremenitvijo/3/8/505/3/vaje>

- Krepilna vadba za zadnje stegenske mišice (upogibalke)
- Vaja se prične izvajati kleče s petami pod lestvino letvenika. Spustimo se proti tlu in se brez rok poskusimo dvigniti v osnovni položaj.

Slika 11: Krepilna vadba za zadnje stegenske mišice



Skica: Mojca Drevenšek

- Upogib kolenskega sklepa. Namestimo se na trenažer in prilagodimo sedež naši višini. Spodnji valj si namestimo na zadnjo stran gležnjev. Zgornjo blazino si namestimo na stegna. Izvedemo upogib v kolenskem sklepu.

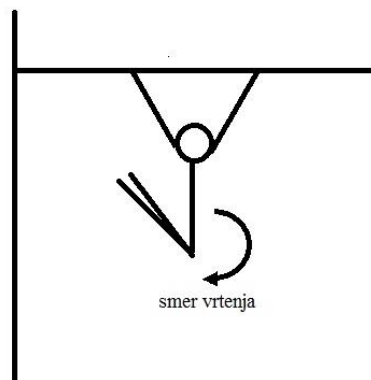
Slika 12: Upogib kolenskega sklepa



Vir: <http://www.maxximportal.com/Vadba/Vadba%20z%20obremenitvijo/3/8/505/3/vaje>

- Krepilna vadba za celo telo
- Vaja na drogu. Oprimemo se droga v širini ramen. Stopala so skupaj. Pričnemo izvajati kroženje z nogami in trupom.

Slika 13: Vaja na drogu



Skica: Mojca Drevenšek

- Aerobna vadba
- Tek ali nordijska hoja (30 minut neprekinjeno), fartlek. Primerno območje obremenitve za aerobno vadbo je 70 % do 80 % maksimalne frekvence srčnega utripa (Čuk idr., 2012).

4.6.2 Raztezne vaje

Vsem krepilnim vajam sledijo ob koncu treninga tudi raztezne vaje za obremenjene mišične skupine.

- Raztezna vaja za sprednje stegenske mišice

Stojimo ob zidu in se ga primemo z eno roko. Pokrčimo nogo v kolenskem sklepu, z isto roko primemo gleženj in potegnemo peto proti zadnjici. Trup je vzravnani, kolena blizu skupaj. Zadržimo položaj 15-20 sekund.

Slika 14: Raztezna vaja za sprednje stegenske mišice



Vir: <http://www.lek.si/si/skrb-za-zdravje/bolezni-in-simptomi/skelet-misice/kolk-koleno-bolecine/vaje-koleno/>

- Raztezna vaja za zadnje stegenske mišice

Sedemo na tla z nogami, rahlo razmaknjenimi na tleh. Stopalo ene noge počasi potegnemo proti sebi, koleno potisnemo ob tla, s trupom pa se nagnemo nad nogo. Zadržimo položaj 15-20 sekund.

Slika 15: Raztezna vaja za zadnje stegenske mišice



Vir: <http://www.lek.si/si/skrb-za-zdravje/bolezni-in-simptomi/skelet-misice/kolk-koleno-bolecine/vaje-koleno/>

4.7 Sklep

V raziskavo o mišičnih nesorazmerjih pri kegljačih smo vključili 8 kegljačev v eksperimentalno skupino ter 8 prostovoljcev v kontrolno skupino. Prostovoljci v kontrolni skupini se niso ukvarjali z nobenim športom, ki bi povzročal telesne asimetrije. Vsi so izvedli 3 meritve v istem zaporedju. Izmerili smo jim tudi obsege stegen in meč. Opravili so meritve v sili največjega hotenega naprežanja, v največji moči in na njih smo izvedli meritve kontraktilnih lastnosti določenih mišic. Ugotovili smo, da se pri kegljačih v največji mišični moči in v sili največjega hotenega naprežanja v primerjavi s kontrolno skupino ne pojavljajo razlike v lateralni asimetriji in bilateralnemu deficitu. Ugotovili pa smo, da se pri kontraktilnih lastnostih mišic kegljačev pojavljajo lateralne asimetrije pri mišicah vastus lateralis in vastus medialis. Prav tako je prišlo do statistično značilnih razlik pri mišici gastrocnemius, ki je imela znatno zmanjšan čas krčenja mišice kegljačev na dominantni in na nedominantni strani v primerjavi s kontrolno skupino. Statistično značilne razlike so se pojavile tudi ob merjenju obsegov stegen in meč. Ugotovili smo, da imajo kegljači večje anatomske preseke stegenjskih mišic na dominantni strani kot kontrolna skupina. Razmišljanje smo usmerili v arhitekturo mišic in kote penacij. Glede na to, da mišice nog pri kegljačih opravljajo stabilizacijsko vlogo, smo sklepali, da imajo kegljači večje fiziološke preseke mišic nog in posledično večje penacijske kote. Ugotovili smo, da pri merjenjih v raziskavi enostranske obremenitve še niso vidne in ne povzročajo lateralnih asimetrij ali bilateralnega deficita. Vendar smo predlagali preventivno vadbo, ki bi se je morali držati tako rekreativni kot profesionalni kegljači.

5 LITERATURA

Bobbert, M.F. & Casius, L.J.R. (2005). *Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development?* *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 208, 440-6.

Chandler, T.J., Kibler, W.B., Uhl, T.L., Wooten, B., Kiser, A. & Stone, E. (1990). *Flexibility comparisons of junior elite tennis layers to other athletes.* *American journal of sports medicine*, 18(21):134-136.

Cook, G. (2010). *Movement: Functional Movement Systems: screening, assessment and corrective strategies.* Aptos, United States.

Čuk, I., Likovnik, A., Pintarič, P., Tušak, M., Belcijan, F. & Kugovnik, O. (2000). *Kegljanje.* Ljubljana: Kegljaška zveza Slovenije.

Čuk, I., Pintarič, P., Tušak, M., Belcijan, F., Kugovnik, O., Bajec, B., Likovnik, A. & Gobec, L. (2012). *Sodobno kegljanje.* Ljubljana: Kegljaška zveza Slovenije.

Floyd, R.T. & Thompson, C.W. (1998). *Manual of structural kinesiology.* (13th ed.) Singapore: WCB / McGraw-Hill.

Grobbelaar, H.W. (2003). *Upper body anthropometrical differences amongst participants of asymmetrical (fast bowlers in cricket) and symmetrical (crawl stroke swimmers) sport and sedentary individuals in South Africa.* Potchefstroom: Potchefstroom universiteit.

Jakobi, J., Cafarelli, E. (1998). *Nuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions.* *European Journal of Applied Physiology*, 84: 200-206.

Knudson, D. (2003). *Fundamentals of biomechanics.* New York: Kluwer Academic.

Koh, T.J., Grabiner, M.D., Clough, C.A. (1993). *Bilateral deficit is larger for step than ramp isometric contractions.* *European Journal of Applied Physiology*, 74: 1200-1205.

Rejc, E., Di Prampero, P.E., Lazzer, S., Grassi, B., Simunic, B., Pisot, R., Antonutto, G., Narici, M. (2015). *A 35-day bed rest does not alter the bilateral deficit of the lower limbs during explosive efforts*. European Journal of Applied Physiology.

Sahaly, R., Vandewalle, H., Driss, T., Monod, H. (2001). *Maximal voluntary force and rate of force development in humans-importance of instruction*. European Journal of Applied Physiology. 85: 345-350.

Starosta, W. (1989). *Symmetry or asymmetry in the improvement of sports technique*. Kultura fizyczna, 43(5-6):14-16.

Šimunič, B., Degens, H., Rittweger, J., Narici, M., Mekjavić, IB., Pišot, R. (2011). *Noninvasive estimation of myosin heavy chain composition in human skeletal muscle*. Medicine and Science in Sports and Exercise. 43(9):1619-1625.

Šimunič, B. (2012). *Between-day reliability of a method for non-invasive estimation of muscle composition*. Electromyogr. Kinesiology, 22(4), 527-530.

Van Dieen, J.H., Ogita, F., De Hann, A. (2003). *Reduced neural drive in bilateral exertions: a performance-limiting factor*. Medicine and Science in Sports and Exercise. 35: 11-118.

Valenčič, V., Knez, N.(1997). *Measuring of skeletal muscles dynamic properties*. Artif. Organs., 21:240-242.

Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Pennsylvania: Pennsylvania State University.