

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

KLEMEN BIBIČ

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

**RAZLIKE IZOKINETIČNIH MERITEV PO REHABILITACIJI SPREDNJE
KRIŽNE VEZI GLEDE NA SPOL IN STOPNJO TRENIRANOSTI**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Vedran Hadžić, doctor medicine

RECENZENT:

prof.dr. Damir Karpljuk, prof. šp. vzg.

Avtor dela:
KLEMEN BIBIČ

Ljubljana, 2015

ZAHVALA

Na začetku bi se želel zahvaliti svojemu mentorju, dr. Vedranu Hadžiču, za vso pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge.

Prav tako se za pomoč in usmerjanje zahvaljujem g. Khalidu Nasifu ter vsem sodelavcem iz zdravstvenega centra Terme Čatež, kjer sem pridobil prve praktične izkušnje iz sveta rehabilitacije.

Posebna zahvala pa gre seveda staršem, sestri Lučki in bratu Joštu, ki so me ves čas podpirali in strpno dočakali konec moje študentske poti. Hvala.

Maruša, hvala ker me razumeš in podpiraš v vseh pogledih in dejanjih.

Sedaj pa novim izzivom naproti.

Čas je za spremembe!

Ključne besede: rehabilitacija, sprednja križna vez, izokinetično testiranje, stopnja treniranosti, spol

RAZLIKE IZOKINETIČNIH MERITEV PO REHABILITACIJI SPREDNJE KRIŽNE VEZI GLEDE NA SPOL IN STOPNJO TRENIRANOSTI

Klemen Bibič
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2015

Slik 8, tabel 5, virov 25

POVZETEK:

V diplomskem delu smo primerjali razlike izokinetičnih meritev po rehabilitaciji sprednje križne vezi pri osebah različnega spola in treniranosti. Meritve so bile opravljene z izokinetičnim dinamometrom v zdravstvenem centru Terme Čatež. Treniranost merjencev smo opredelili kot netrenirane, rekreativne in vrhunske športnike. Vse osebe so zaključile enak program rehabilitacije v zdravilišču, izvajale enak program vadbe še dva meseca po rehabilitaciji ter prišle na izokinetične meritve. V diplomskem delu smo na kratko predstavili anatomijo ter biomehaniko kolenskega sklepa, rehabilitacijo po rekonstrukciji sprednje križne vezi ter predstavili cilje programa rehabilitacije v zdravilišču. Z retrospektivno analizo podatkov izokinetičnih meritev pridobljenih na vzorcu 100-ih pacientov, smo podatke statistično urejali in obdelovali. Z raziskavo smo potrdili zastavljene ničelne hipoteze, ki se nanašajo na korelacijo med stopnjo napredka pri rehabilitaciji glede na spol in treniranost. Diplomsko delo je namenjeno vsem športnim delavcem, kot tudi vsem tistim, ki so povezani z rehabilitacijo, vadbo po poškodbah v zdraviliščih ali drugih zdravstvenih ustanovah.

Keywords: rehabilitation, anterior cruciate ligament, isokinetic testing, level of athletic performance, gender differences

DIFFERENCES OF ISOKINETIC TESTING AFTER THE REHABILITATION OF ACL ACCORDING TO GENDER AND THE LEVEL OF ATHLETIC PERFORMANCE

Klemen Bibič

University of Ljubljana, Faculty of sports, 2015

Pictures 8, table 5, sources 25

SUMMARY:

In this thesis, we compared the differences of isokinetic measurements after the rehabilitation of the ACL in people of different gender and athletic performance. Measurements were performed on an isokinetic dynamometer in the health center Terme Čatež. Athletic performance was defined as untrained, recreational and athletes. All subjects completed the same rehabilitation program at the health center, conducted the same exercise program two months after rehabilitation, and then come to the isokinetic measurements. In this thesis, we briefly introduce the anatomy and biomechanics of the knee joint, rehabilitation after reconstruction of the ACL and present the objectives of the program of rehabilitation in the health center. The retrospective analysis of the isokinetic measurement data obtained on pattern of 100 patients, the data were statistically edited and processed. The research confirmed our null hypothesis based on the correlations between the level of progress in the rehabilitation regardless on gender and athletic performance.

The thesis is devoted to all sports professionals, as well as all those who are associated with rehabilitation training after injuries in health centers and other health care facilities.

KAZALO VSEBINE

1	Uvod	9
1.1	Anatomija kolenskega sklepa	9
1.2	Poškodba sprednje križne vezi	13
1.3	Rehabilitacija po poškodbi sprednje križne vezi	14
1.3.1	Faze po operaciji	14
1.3.2	Rehabilitacijski protokol po rekonstrukciji sprednje križne vezi	15
1.4	Izokinetično testiranje	16
1.4.1	Kaj je izokinetično testiranje in kako deluje	16
1.4.2	Moč	16
1.4.3	Cilji vadbe za moč v procesu rehabilitacije	17
1.4.4	Metode za razvoj moči	17
1.5	Rehabilitacijski program v zdravilišču	18
1.6	Problemi in dosedanje raziskave	19
1.7	Cilji in hipoteze	19
2	Metode dela	20
2.1	Preizkušanci	20
2.2	Pripomočki	21
2.3	Postopek	21
3	Rezultati in razprava	22
3.1	Jakost upogibalk in iztegovalk zdrave in operirane noge glede na spol in treniranost	23
3.2	Razlike v jakosti zdrave in operirane noge glede na spol in treniranost	24
3.3	Razmerje (HQR) mišic upogibalk in iztegovalk kolena zdrave in operirane noge glede na spol in treniranost	25
3.4	Razlike v razmerju med operirano in zdravo nogo glede na treniranost in spol	26
3.5	Postavljene hipoteze	26
4	SKLEP	28
5	VIRI	29

KAZALO SLIK

<i>Slika 1.</i>	Kolenski sklep in strukture	10
<i>Slika 2.</i>	Mišice kolenskega sklepa	13
<i>Slika 3.</i>	Spol merjencev	20
<i>Slika 4.</i>	Treniranost merjencev	20
<i>Slika 5.</i>	Graf treniranosti v odvisnosti od mišične jakosti pri moških	23
<i>Slika 6.</i>	Graf treniranosti v odvisnosti od mišične jakosti pri ženskah	24
<i>Slika 7.</i>	Graf treniranosti moških v odvisnosti od medmišičnega razmerja	25
<i>Slika 8.</i>	Graf treniranosti žensk v odvisnosti od medmišičnega razmerja	26

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1.</i>	Rehabilitacijski protokol po rekonstrukciji sprednje križne vezi	15
<i>Tabela 2.</i>	Metode za razvoj moči v rehabilitaciji	17

<i>Tabela 3. Metode ponovljenih submaksimalnih naprezanj v rehabilitaciji.</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 4. Metode vzdržljivosti v moči v rehabilitaciji.</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 5. Jakost iztegovalk in upogibalk kolena ter medmišično razmerje jakosti pri pacientih in pacientkah 3 mesece po rekonstrukciji sprednje križne vezi.</i>	<i>22</i>

1 Uvod

V življenju nas čaka mnogo nalog, ki so neizogibne. Je gibanje naša naloga ali način življenja? Gibanje je življenje ... in življenje je gibanje!

Kot sestavni del kineziologije, kinezioterapija (iz grških besed kinesis - gibanje in therapio - terapija) v neposrednem prevodu pomeni zdravljenje z gibanjem in telesno vadbo, v katerem je osnovno sredstvo delovanja kinezioterapije gib (Mraković, 1997).

Cilj kinezioterapije je doseganje optimalne rehabilitacije po poškodbi ali bolezni do takšnega stanja, kateri omogoča ljudem funkcionalen in naraven način življenja (Ciliga, 1995). Kineziološki programi se uporabljajo v praksi pri osebah, katere imajo težave pri razvoju, degenerativne spremembe lokomotorne sistema, kardiovaskularna obolenja ter pri vseh ostalih patoloških stanjih za katere je dokazano pozitivno delovanje določenega sistema vadbe, predvsem pri nosečnicah, starostnikih, otrocih, osebami z revmatskimi obolenji ter živčno mišičnimi težavami (Ciliga, 1995).

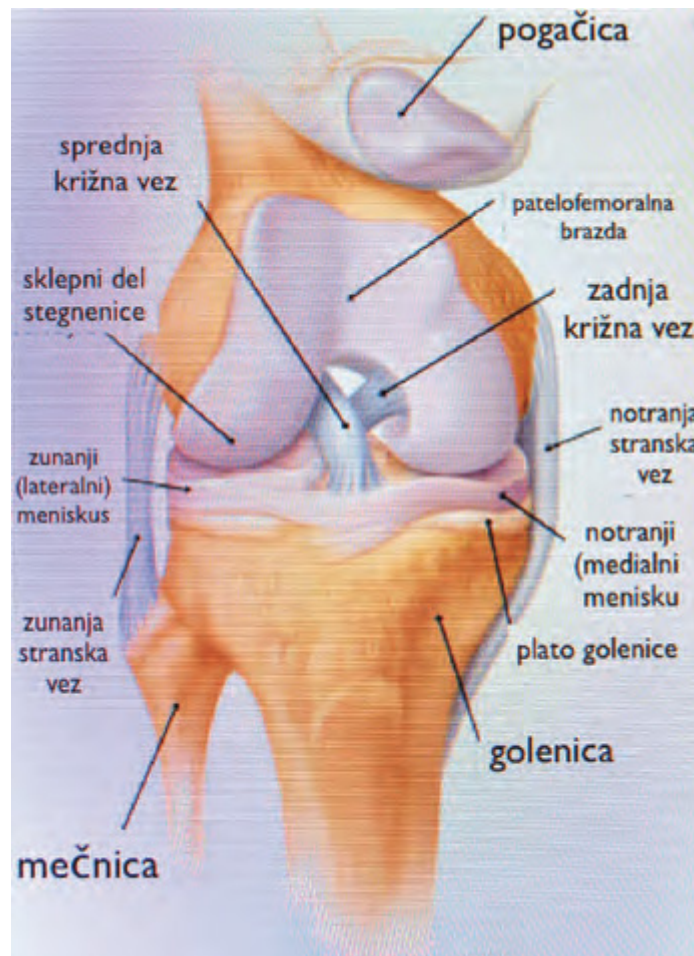
Najbolj razvita panoga kineziologije je t.i. ortopedska kinezioterapija. Ta se osredotoča na različne deformacije gibalnega sistema in na metode korekcije le teh (Dubravčić, Šimunjak, 2004). V zadnjem času se pogosto pojavlja tudi veja kineziologije, kjer se proučuje specifično rehabilitacijo športnih poškodb. Prav na tem področju se uporablja izokinetična diagnostika oz. izokinetično testiranje, in igra veliko vlogo pri napredku kinezioloških programov (Zakas, 2006).

Izokinetična diagnostika zato velja za enega izmed najnaprednejših postopkov za ugotavljanje relevantnih parametrov mišično - skeletnega sistema (Zakas, 2006).

V diplomskem delu smo primerjali rezultate izokinetičnih testiranj pri osebah različnega spola in stopnje telesne pripravljenosti. Vse osebe so zaključile enak program rehabilitacije (po operaciji križne vezi) v zdravilišču, izvajale enak program vadbe še dva meseca po zaključeni rehabilitaciji ter nato prišle na izokinetične meritve. Hipoteze, ki smo jih testirali se nanašajo na korelacijo med stopnjo napredka pri rehabilitaciji glede na spol in treniranost.

1.1 Anatomija kolenskega sklepa

Kolenski sklep je največji sklep v telesu, ki biomehansko deluje kot tečajast in čepast sklep s prečno in vzdolžno ležečima osema. Sklep lahko upogibamo in iztezamo, rotiramo pa le, kadar je delno upognjen in sta obe stranski vezi sproščeni (Dahmane, 2005).



Slika 1. Kolenski sklep in strukture.

(Pridobljeno 22.12.2015 iz http://www.doktor24.si/images/DR24_SYS/Revija/dr05/tema-1-dr05.jpg)

Na sliki 1 so prikazane kosti in strukture znotraj kolenskega sklepa.

Travnik in Košar (2004) razdelita kolenski sklep na naslednje sestavne dele: kostne strukture, strukture zunaj sklepa ter strukture znotraj sklepa.

Kolenski sklep povezuje kondili stegenice ter plato golenice in pogačice. Sklepne površine so oblikovane tako, da sta za stabilnost nujno potrebna ligamentarni in mišično-tetivni aparat (Košak in Travnik, 2001).

Pogačica je največja sezamoidna kost v telesu, ki je širša na proksimalnem polu in je vpeta v distalni del kite m.quadriceps. Na površini je zaradi vlaken tetive hrapava, pod vlakni pa se razkriva gladka ovalna sklepna struktura, pretežno iz hialinskega hrustanca (Shelbourne, 1992). Medialno se nanjo pripenja vastus medialis, lateralno pa vastus lateralis. Distalno iz nje izhaja patelarna vez, ki se pripenja na golenico. Pogačica povečuje razdaljo od centra rotacij do kite štiriglave stegenske mišice in s tem tudi moč te mišice (Košak in Travnik, 2001), ščiti strukture znotraj sklepa, varuje kito štiriglave stegenske mišice pred pretiranimi silami in omogoča dodatno stabilnost kolenskega sklepa (Shelbourne, 1992).

Med stegnenico ter golenico se nahajata dva meniskusa v obliki črke C, ki delujeta kot blažilec trenja med stegnenico in golenico. V večini sta sestavljena iz vode in kolagena, ki je primarno odgovoren za njuno natezno trdnost. Medialni meniskus je v neposredni povezavi s sklepno ovojnico in medialnim kolateralnim ligamentom. Lateralni meniskus je priraščen le deloma na sklepno ovojnico, zato je bolj ohlapen in zaradi večje mobilnosti redkeje poškodovan. Meniska prenašata asimetrijo v sklepu, ki nastane na površini stegnjeničnih in goleničnih kondilov ter sodelujeta pri lumbrikaciji sklepa, pri razporejanju pritiskov v sklepu, povečujeta stabilnost ter elastičnost sklepa (Zupanc in Šarabon, 2002).

V notranjosti sklepa se nahajata dve kratki, močni križni vezi. Razpeti sta od interkondilarne kotanje na stegnenici do golenice. Med seboj se križata, vsaka pa je zavita tudi okoli svoje osi. Zaradi dvojnega križanja, vezi zagotavljata stalen stik sklepnih površin v vsakem položaju sklepa, ker je del vezi vedno napet (Hlebš, 2014).

Sprednja križna vez (ACL) se pritrjuje anteriorno na tibio ter posteriorno na lateralni kondil stegnenice. Usmerjena je navzpred, navzdol in rahlo medialno. Sestavljena je iz treh snopov gostih kolagenskih vlaken, ki so med seboj prepleteni in pri različnih kotih različno napeti. Ima izredno pomembno stabilizacijsko funkcijo kolena, saj preprečuje drsenje golenice naprej in preveliko zunanjo rotacijo. Po čvrstosti je enaka medialni stranski vezi, vendar je za polovico manj čvrsta kot zadnja križna vez. Prav tako ACL omejuje notranjo rotacijo golenice, deluje proti preveliki varusni ali valgusni preobremenitvi, preprečuje pretirano iztegnitev in skupaj z zadnjim križnim ligamentom nevtralizira delovanje strižnih sil (Košak in Travnik, 2001).

Zadnja križna vez (PCL) se pritrjuje posteriorno na tibio in anteriorno na medialni epikondil stegnenice ter je močnejša od sprednje križne vezi. Sestavljena je iz dveh snopov, ki sta med seboj prepletena in pri različnih kotih različno napeta. Anterolateralni snop je napet med upogibom, posteromedialni snop pa je napet v iztegnitvi. PCL preprečuje zdrs golenici nazaj in preprečuje preveliko notranjo rotacijo golenice glede na stegnenico (Košak in Travnik, 2001). ACL in PCL medsebojno delujeta zelo celovito. Pri polni iztegnitvi kolenskega sklepa je napeta ACL, medtem ko je PCL sorazmerno sploščena. Tedaj je sklep stabilen, potrebno je le majhno delovanje mišičevja.

Stranske križne vezi se nahajajo na notranjem in zunanjem delu sklepa in predstavljajo glavne statično stabilizirajoče strukture kolena (Podobnik, 2002). Medialna križna vez je trikotne oblike ter povezuje medialni kondil stegnenice z medialnim kondilom golenice. Medialni obstranski vezi funkcionalno pomagajo kite mišic sartorius, gracilis, semimembranosus ter semitendinosus (Hlebš, 2014).

Lateralna križna vez izhaja iz lateralnega kondila stegnenice z zunanjim kondilom mečnice. Dolga je 5-6 cm in okrogle oblike. Vsebuje globji del, ki je povezan s podkolensko mišico in površinski del, ki je popolnoma ločen od sklepne ovojnice (Hlebš, 2014).

Napetost obstranskih vezi je največja med iztegom kolenskega sklepa, med upogibom pa so obstranske vezi sproščene. Prekomerno odpiranje sklepne špranje na notranji strani sklepa oziroma prekomerna abdukcija golenice povzroči pretrganje medialne vezi, medtem ko prekomerno odpiranje sklepne špranje na lateralni strani sklepa oziroma prekomerna

addukcija golenice povzroči pretrganje lateralne vezi. Stranske vezi torej preprečujejo prekomerno ekstenzijo kolenskega sklepa, kakor tudi abdukcijo in addukcijo golenice (Hlebš, 2014).

Mišice delujejo kot glavni dinamični stabilizatorji, ki prečkajo koleno in s svojo refleksno in hoteno aktivnostjo dinamično stabilizirajo sklep med gibanjem.

Štiriglava stegenska mišica (m. quadriceps femoris) je sestavljena iz štirih mišic in je edina iztegovalka kolenskega sklepa. Vključuje mišico rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis in vastus intermedialis, ki delujejo dvosklepno in so hkrati tudi upogibalke kolka pri upognjenem kolenu.

Krojaška mišica (m. sartorius) upogiba, odmika in zunanje rotira kolčni sklep ter upogiba kolenski sklep. Pri upognjenem kolenskem sklepu rotira golen navzven, pri iztegnjenem pa kolenski sklep stabilizira.

Dvoglava mečna mišica (m. gastrocnemius) izvaja plantarni upogib v zgornjem skočnem sklepu, omogoča dvig na prste in s tem dvig telesa od podlage. Poleg tega izvaja tudi upogib v kolenskem sklepu, ko je koleno iztegnjeno.

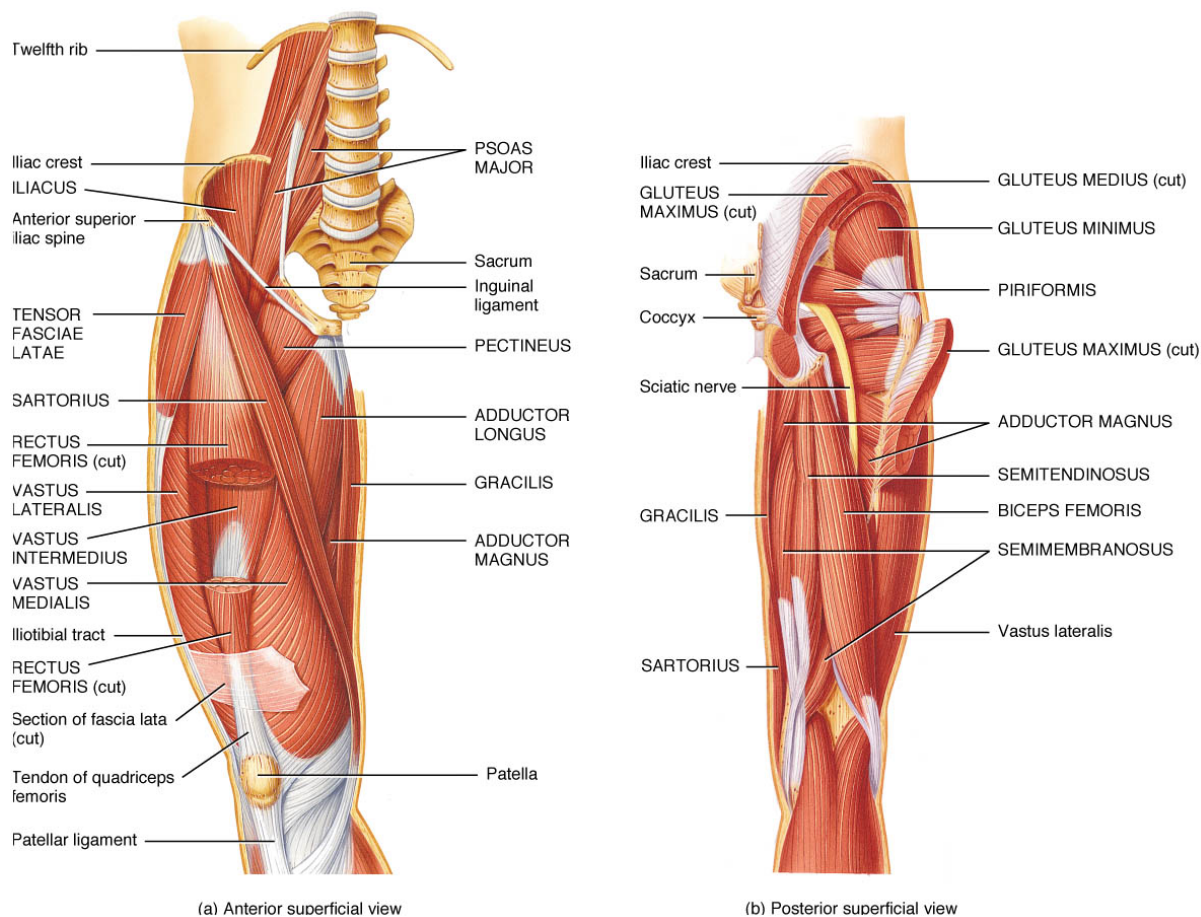
Dvoglava stegenska mišica (m. biceps femoris) je dvoglava in dvosklepna mišica. Sestavljena je iz dolge glave, ki izteza in zunanje rotira kolčni sklep. Obe skupaj pa upogibata kolenski sklep, pri pokrčenem kolenu pa rotirata golen navzven.

Polkitasta mišica (m. semitendinosus) izteza in pomožno primika kolčni sklep. Koleno upogiba in golen notranje rotira.

Polopnasta mišica (m. semimembranosus) izteza kolčni sklep. Kolenski sklep upogiba in golen notranje rotira pri pokrčenem kolenu.

Podkolenska mišica (m. popliteus) je notranji rotator in upogibalec v kolenskem sklepu.

Iliotibialna vez je čvrst vezivni trak, širine okoli 4cm, ki poteka po zunanji strani stegna. Preprečuje primik v kolčnem sklepu in pomaga pri stabilizaciji kolenskega sklepa v iztegnjenem položaju pri hoji v fazi opore ali stoji na eni nogi.



Slika 2. Mišice kolenskega sklepa.

(Pridobljeno 22.12.2015, na <http://healthfavo.com/wp-content/uploads/2013/09/knee-joint-muscles.jpg>)

Na sliki 2 so prikazane mišice kolenskega sklepa.

Gibanje v kolenskem sklepu je zapleteno, saj poleg iztega in upogiba prihaja tudi do rotacij. Sama oblika sklepa pa je taka, da bolj malo prispeva k stabilnosti. Biomehanska lastnost kolena je, da deluje v območju ohlapnosti in da mora biti istočasno stabilno. To omogočajo mišice kot aktivni stabilizatorji in pa vezi, ki predstavljajo pasivne stabilizatorje kolenskega sklepa, ki se upirajo prevelikim pomikom kolenskih struktur. Relativna ohlapnost kolenskega sklepa je posledica dejstva, da so poleg gibov v bočni ravnini (ekstenzija in fleksija), pri naravnih gibanjih kot je na primer hoja, vedno prisotne tudi rotacije v vodoravni ravnini (notranja in zunanja rotacija) ter addukcija in abdukcija v čelni ravnini. Med hojo znašata addukcija in abdukcija po 10stopinj, notranja in zunanja rotacija pa 10 do 15 stopinj. Pri fleksiji kolena so rotacije obsežnejše, pri polni ekstenziji pa jih praktično ni (Zupanc in Šarabon, 2003).

1.2 Poškodba sprednje križne vezi

Poškodba sprednje križne vezi je nočna mora mnogih rekreativnih in profesionalnih športnikov.

Sprednja križna vez je veliko bolj čvrsta na goleničnem kot na stegneničnem oprijemu. Pri prepognjenem kolenu se anteromedialni del vezi zateguje, medtem ko je posterolateralni del ohlapan. Pri iztegnjenem kolenu je celotna vez enako zategnjena ter služi kot vodič rotaciji femoralnih čvršev in omejuje sprednjo translacijo pogačice preko stegenice. Ko sestavljene sile rotacije in oprijema prečkajo prag vzdržljivosti vezi, prihaja do rupture. Poškodbe z abdukcijo in rotacijo v kolenu povzročajo sestavljene poškodbe medialne kolateralne vezi, sprednje križne vezi in medialnega meniska, kar je imenovano "nesrečna triada" kolena. Včasih ostane akutna poškodba sprednje križne vezi spregledana in se pacienti pojavijo v ambulantni zaradi težav s stabilnostjo kolena kar nekaj časa po nastanku poškodbe. Dobra anamneza, ki obravnava tudi mehanizem poškodbe, iz katerega se da sklepati o poškodovanih sklepni strukturah ob uporabi MR in eksplorativne artroskopije kolena zagotavljajo zgodnjo in ustrezno diagnozo in zdravljenje (Pečina M., 2004). Alternativa rekonstrukciji je povečanje moči skeletnih mišic okoli kolenskega sklepa ter na ta način nudenje opore sklepu. Bistven problem zdravljenja in rehabilitacije bolnika s poškodovanim kolonom je mišična atrofija mišic okoli kolenskega sklepa, predvsem mišic iztegovalk kolena. Imobilizacija povzroči selektivno atrofijo, ki je najbolj izrazita pri mišicah iztegovalk kolena, medtem ko so spremembe upogibalk manjše. Zaradi tega koleno sili v pokrčen položaj, katerega iztegnitev predstavlja bistveni problem rehabilitacije po poškodbah in rekonstrukcijskih posegih na tem sklepu. Za nemoteno funkcijo kolena predvsem pri hoji je potrebna zmožnost popolne iztegnitve sklepa (Kavšek, 2002). Poleg omenjenega prihaja tudi do poškodbe proprioceptivne funkcije kolenskega sklepa. Poleg oslabljenega pretoka stimulusov na alfa-motonevron, je oslavljen tudi dotok na gama-motonevron, ki oživčuje mišično vreteno, kar je bistveno za dobro propriocepcijo kolenskega sklepa (Antolič, Pompe in Stražar, 2001). Kot preventiva pred poškodbo sprednje križne vezi je priporočljivo redno izvajanje vaj za moč mišic ter razteznih vaj, pravilno ogrevanje in postopnost pri dvigu intenzivnosti vadbe.

1.3 Rehabilitacija po poškodbi sprednje križne vezi

Celotna rehabilitacija traja približno 6 mesecev, njena dolžina pa je odvisna od treniranosti posameznika ter od kakovosti rehabilitacije.

1.3.1 Faze po operaciji

Prva zaščitna faza poteka od 0 do 6 tednov po operaciji. V tej fazi moramo biti pozorni na pooperativne bolečine in edeme. Tu kotot pripomočke uporabljamo led, drenaže ter tenseslektrostimulacijo. Potrebna je redna kontrola preprečevanja kontraktur, obsega gibljivosti, preprečevanje mišične atrofije ter mobilizacija pogačice.

V fazi od 6 - 12 tedna po operaciji nadaljujemo z vajami za povečanje mišične moči, gibljivosti sklepa ter dodamo vaje z odprto kinetično verigo.

Nato sledi faza od 12-20 tedna po operaciji, imenovana tudi minimalno zaščitna faza, katera pa nam narekuje doseg maksimalne napetosti, moči, vzdržljivosti mišice ter propriocepcije.

Ko mišica doseže 65% moči zdrave mišice lahko začnemo s tekom, ko doseže 85% pa z športnimi aktivnostmi.

1.3.2 Rehabilitacijski protokol po rekonstrukciji sprednje križne vezi

Rehabilitacijski protokol prikazuje tabela 1.

Tabela 1. Rehabilitacijski protokol po rekonstrukciji sprednje križne vezi.

FAZE	AKTIVNOST
Osmi do štirinajsti pooperativni dan (8-14):	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja po ravnem • Kinetek (obseg giba od 0 - 90 stopinj fleksije) • mobilizacija pogačice • raztezne vaje za stegenske mišice in mišice goleni • Propriocepcija (bilateralno ter kasneje unilateralno) • Prilagojeno upogibanje kolen stoje bilateralno z lastno težo, z dodatno kontrolo mišice iztegovalke kolena. • Vaje za mišice kolka z iztegnjenim kolenom v vse smeri z obema nogami. Ko ima pacient dobro kontrolo mišice iztegovalke kolena lahko dodamo zunanji upor ter potiskanje z iztegovanjem kolenskega sklepa (10% - 30% telesne teže)
Tretji do peti teden (3-5)	<ul style="list-style-type: none"> • Nadaljevanje prej opisanih aktivnosti, sobno kolo • Kinetek (obseg giba od 0 - 135 stopinj fleksije) • Prilagojeno unilateralno upogibanje kolena od 0 do 45 stopinj fleksije • Stopanje na stopničko z lastno težo (bolečina je kontraindicirana) • Zamah nazaj 0 do 45 stopinj • Propriocepcija (ravnotežna blazina z rahlo pokrčenimi nogami in uporabo rok) • Plavanje (hrbno in kravl) • Vaje proti upor za ostale mišične skupine
Šesti do osmi teden (6 - 10)	<ul style="list-style-type: none"> • Nadaljevanje prej opisanih aktivnosti • Nadaljevanje z ekstenzijo kolena proti upor glede na zmožnosti posameznika • Dodajanje upora na kolesu • Veslanje
Deseti do dvanajsti teden (10-12)	<ul style="list-style-type: none"> • Nadaljevanje prej opisanih aktivnosti • Vaje na ravnotežni blazini s kombinacijo rok, odprtih/zaprtih oči ter podajanjem žoge • Dodajanje upora na kolesu • Vaje za krepitev mišic iztegovalk in upogibalk kolena ter kolka na trenažerjih • Polčep s palico na vodilih (do 90 stopinj upogiba s podloženo peto) • Izpadni korak s palico na vodilih (do 90 stopinj upogiba kolena). • Koordinacijska lestev z zahtevnejšimi koordinacijskimi vzorci

Dvanajsti do dvajseti teden (12 - 20)	<ul style="list-style-type: none"> • Nadaljevanje prej opisanih aktivnosti • Povečevanje upora, količine ter intenzivnosti • Začetek normalnega teka ter krajših/nižjih odzivov in doskokov (16.teden).
--	---

Tabela 1 prikazuje naloge in cilje rehabilitacije po rekonstrukciji križne vezi v različnih obdobjih.

1.4 Izokinetično testiranje

1.4.1 Kaj je izokinetično testiranje in kako deluje

Izokinetično testiranje je sodobna in po vsem svetu uveljavljena standardna metoda za ocenjevanje mišične jakosti in moči dinamičnih stabilizatorjev kolena. Zlasti uporabno je pri enostranskih poškodbah kolena, pri katerih nepoškodovana stran predstavlja referenčno vrednost, s katero primerjamo vrednost poškodovane strani. Večkratno testiranje pacienta omogoča časovno spremljanje poteka kliničnega zdravljenja in rehabilitacije pacienta. Omogoča tudi objektivno spremljanje izboljšanja mišičnih zmogljivosti poškodovane strani ter nadaljnji napredek v rehabilitacijskem procesu vse do popolne, predvsem pa varne vrnitve k vsakodnevnim aktivnostim (Dervišević in Hadžić, 2009).

Pri zdravih ljudeh znašajo razlike v jakosti štiriglave stegenske mišice in zadnje lože stegna med obema stranema pod 10%. Velike razlike v jakosti teh mišičnih skupin med obema stranema, zlasti pa štiriglave stegenske mišice so dejavnik tveganja za poškodbe spodnjega uda (Dervišević in Hadžić, 2009).

1.4.2 Moč

Moč lahko opredelimo kot delo opravljeno v nekem času in jo obravnavamo z različnih vidikov. Slovenska literatura deli moč glede na manifestni, topološki ter akcijski kriterij (Strojnik, 2010). Bolj smiseln je funkcionalen pristop, ki izhaja iz osnovnih mehanizmov neke manifestacije. Tako bo na primer vadba moči bolj osredotočena na sredstva za razvoj mišične aktivacije, medmišične koordinacije in povečevanje mišične mase, funkcionalna anatomija pa bo temelj izbora vaj.

Pri vadbi za moč prihaja do prilagoditev mišic, glede na obremenitve. Rezultat vadbe moči se odraža v povečanju največje mišične moči, prirastku sile, povečani mišični vzdržljivosti pri velikih silah, povečanju anaerobne kapacitete, mehanske učinkovitosti ter hitrosti šprintanja. Vadba za moč z ustrezno prehrano (beljakovine) je tako rekoč najučinkovitejši način za povečanje mišične mase. Sestavni del mišic so mišična vlakna, ki se na vadbo moči prilagodijo skozi povečanje velikosti mišičnih vlaken, zmanjšanjem gostote mitohondrijev, povečanjem količine ATP, CP, količine glikogena, deleža hitrih mišičnih vlaken ter encimske aktivnosti. Največja mišična sila posameznika je odvisna od več dejavnikov in sicer mišičnih, med katere sodi prečni presek mišice in razmerje v strukturi mišičnih vlaken (hitra in počasna

vlakna) ter živčnih, ki se nanašajo na mehanizme mišične aktivacije (znotrajmišična in medmišična koordinacija). S fiziološkega vidika sta torej za razlike v izraznosti mišic odgovorna predvsem dva dejavnika (Zatsiorsky, 1995):

- sposobnost mišice za razvoj največje sile (periferni mišični dejavniki) in
- uravnavanje mišične aktivnosti s strani centralnega živčnega sistema (centralni živčni dejavniki: znotrajmišična koordinacija in medmišična koordinacija).

1.4.3 Cilji vadbe za moč v procesu rehabilitacije

Cilj rehabilitacijskega programa je vrnitev osebe na nivo pred poškodbo. Rehabilitacija se začne že pred samim operativnim posegom, kjer smo pozorni na otekline in bolečine, pridobitev popolnega obsega giba, povrnitev moči in stabilizacije kolenskega sklepa ter psihično pripravo na operacijo. Po rekonstrukciji sprednje križne vezi pa izvajamo vaje za moč ter proprioceptivne vaje za kolenski sklep. Slednje so za učinkovito vračanje popolne funkcije kolenskega sklepa izjemno pomembne (Zupanc in Šarabon, 2003). Vaje proprioceptivne izboljšujejo kinestetičen občutek (kontrola za položaj sklepa v prostoru). Pri poškodbah kostno-mišičnega aparata so največkrat poškodovani tudi receptorji v mišicah, tetivah, ligamentih ali slepni ovojnici. S proprioceptivnimi vajami zmanjšamo možnost ponovne poškodbe, istočasno pa tudi zelo okrepimo paraartikularne mišice (Mesesnel, 2005).

1.4.4 Metode za razvoj moči

Poznamo metodo maksimalnih mišičnih naprežanj, ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj, mešane metode, reaktivne metode ter metode za vzdržljivost v moči. V procesu rehabilitacije se največ uporablja metoda ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj ter metoda za vzdržljivost v moči.

Tabela 2. Metode za razvoj moči v rehabilitaciji.

METODA	UČINEK
Metoda ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj	<ul style="list-style-type: none"> • Povečanje mišične sile • Izboljšanje maksimalne moči • Večja vzdržljivost v moči
Metode vzdržljivosti v moči	<ul style="list-style-type: none"> • Cilj je zakiselost • Veliko število ponovitev z manjšimi bremenami

Tabela 2 prikazuje kakšni so učinki razvoja moči glede na izbrano metodo.

Tabela 3. Metode ponovljenih submaksimalnih naprežanj v rehabilitaciji.

	STANDARD METODA 1	STANDARD METODA 2	BODYBUILDING EKSTENZIVNA	BODYBUILDING INTENZIVNA
KONTRAKCIJA	Koncentrično	Koncentrično	Koncentrično	Koncentrično
BREME	80%	70/80 /85/90	60-70%	85-95%

PONOVITVE	8-12	12/10/7/5	15-18	5-8
SERIJE	3-5	1/2/3/4	3-5	3-5

Tabela 3 prikazuje breme, število ponovitev in serij znotraj izbrane metode.

Tabela 4. Metode vzdržljivosti v moči v rehabilitaciji.

	EKSTENZIVNA	INTENZIVNA
KONTRAKCIJA	EKK in izometrično	EKK in izometrično
BREME	30 - 50 %	50 - 60 %
TRAJANJE	30-60 sekund	20-30 sekund
SERIJE	3-5	3-5

Tabela 4 prikazuje breme, število ponovitev, serij in trajanje znotraj metode za vzdržljivost v moči.

1.5 Rehabilitacijski program v zdravilišču

Pri pretrganju sprednje križne vezi kolenskega sklepa z operativno rekonstrukcijo skušajo v zdravilišču doseči takšno stanje, ki naj bi bilo v anatomskem in funkcionalnem smislu čim bolj podobno stanju gibalnega sistema z normalno funkcijo. Namen operativne oskrbe je preprečevanje sprememb biomehanike sklepa, poškodb sekundarnih struktur (meniskov, obstranskih vezi, zadnje križne vezi in sklepnega hrustanca) in zgodnjih degenerativnih sprememb kolenskega sklepa (Antolič, 1994). Rehabilitacija, ki sledi operativni rekonstrukciji SKV, je bila deležna dramatičnega razvoja zlasti v zadnjem desetletju in je bistvena za končen funkcijski izid in kakovost življenja posameznika (Shelbourne, 1990). Filozofija rehabilitacijskega procesa, ki ga uporabljamo danes, se je v svetu razvijala kar nekaj let. Rehabilitacijski program, ki temelji na sedanji filozofiji, se prilagaja trenutnim pacientovim sposobnostim v določenem rehabilitacijskem obdobju. Kljub dobri operaciji, torej dobri stabilnosti vezi, lahko nepravilnosti pri rehabilitaciji povzročijo omejeno gibljivost kolena, nestabilen sklep, bolečino v prednjem delu kolena, mišično oslabeledost in sklepno škrtanje (Shelbourne, 1990).

Cilj vsakega rehabilitacijskega programa je vrnitev poškodovanega posameznika k vsakodnevnim in športnim aktivnostim na najbolj varen in primeren način. Po operativni rekonstrukciji SKV lahko časovni okvir rehabilitacijskega programa traja od 16 tednov do 12 mesecev ali še dlje. Specifičen program rehabilitacije je oblikovan tako, da se prilagaja posamezniku. Na splošno naj bi bilo po operativni rekonstrukciji SKV glavno vodilo zgodnje varovano gibanje in obremenjevanje operiranega uda (Shelbourne, 1990). Ocena funkcije kolenskega sklepa po rekonstrukciji SKV temelji na dinamičnih in statičnih meritvah mišične moči, meritvah stabilnosti, ohlapnosti ter obsega gibljivosti sklepa, dinamične in statične meritve, med drugim tudi izokinetično testiranje.

1.6 Problemi in dosedanje raziskave

Hewett, Myer in Zazulak (2008) so raziskovali učinke spola glede na razmerje mišic upogibalk in iztegovalk kolena. Raziskava je pokazala, da pri počasnejših kotnih hitrostih ni opaziti razlik med spoloma pri razmerju mišic upogibalk in iztegovalk kolena. Vendar pa se pokaže, da se z večanjem kotnih hitrosti večja razmerje mišic upogibalk in iztegovalk pri moških v primerjavi z ženskami. Ženske z nizkim razmerjem mišic upogibalk in iztegovalk tako bolj tvegajo nastanek poškodbe sprednje križne vezi. Mišice upogibalke kolena namreč delujejo kot sinergist sprednji križni vezi in nudijo dodaten upor krčenju mišice kvadriceps med iztegovanjem kolena. Njuna relativna aktivnost se poveča, ko je ligament obremenjen s krčenjem kvadricepsa pri položaju kolena v kotu 45°.

1.7 Cilji in hipoteze

Ker rezultati izokinetičnih meritev pokažejo veliko različnih parametrov, smo se odločili, da v raziskavo vključimo samo določene. Merjenci so opravljali izokinetični test s koncentrično kontrakcijo s tremi maksimalnimi ponovitvami pri kotni hitrosti 60°/s v skupnem obsegu 60° (90-30°; zadnjih 30° ekstenzije nismo testirali).

Osredotočili se bomo na maksimalni navor pri iztegu ter upogibu kolena operirane ter zdrave noge in nato določili razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena glede na spol, s predpostavko, da naj bi upogibalke kolena pri določeni kotni hitrosti dosegale med 60 in 70% moči iztegovalk. Prav tako bomo primerjali razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge glede na treniranost merjencev, katere bomo opredelili kot netrenirane, rekreativce in vrhunske športnike.

Raziskovalna vprašanja

1. Ali se razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena poškodovane noge razlikuje glede na spol?
2. Ali se razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena poškodovane noge razlikuje glede na stopnjo treniranost (netrenirani, rekreativci, vrhunski športniki) ?

Raziskovalne hipoteze

Na podlagi zgoraj zastavljenih raziskovalnih vprašanj smo postavili naslednje ničelne **hipoteze:**

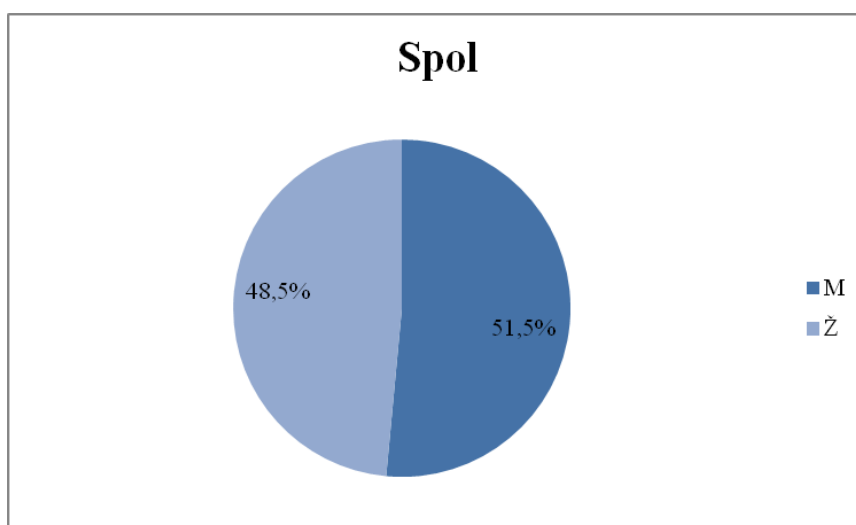
H₀₁ : Razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge se s spolom ne spreminja.

H₀₂ : Razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge se ne spreminja glede na treniranost.

2 Metode dela

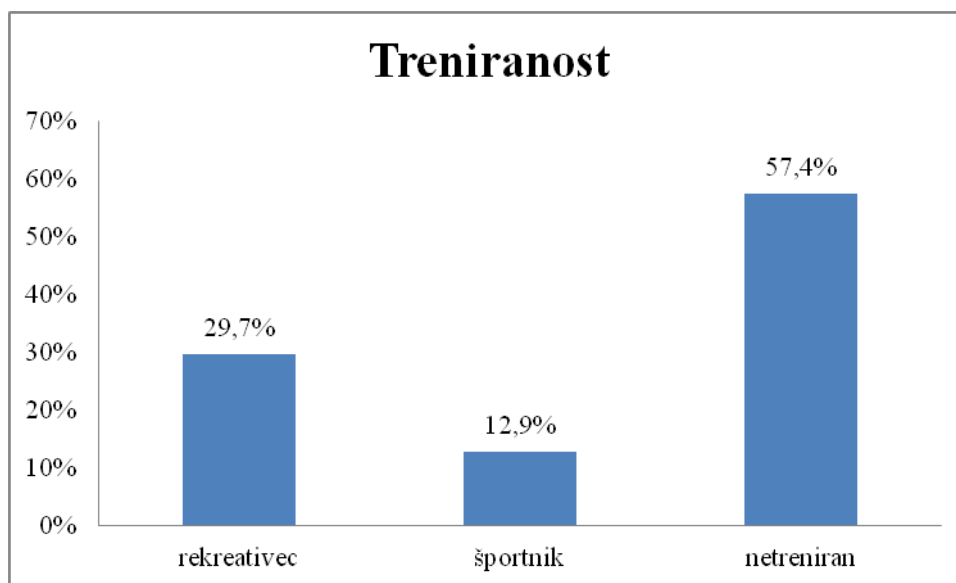
2.1 Preizkušanci

Gre za retrospektivno analizo podatkov izokinetičnih meritev pridobljenih na vzorcu pacientov z rekonstrukcijo sprednje križne vezi, v starostnem razredu (25-40 let), ki se razlikujejo glede na spol in stopnjo treniranosti. Vsi merjenci iso bili testirani s strani istega merilca, na istem izokinetičnem dinamometru v Zdravstvenem centru Terme Čatež. V raziskavi je sodeloval 101 merjenec (N=101).



Slika 3. Spol merjencev.

Slika 3 prikazuje odstotek merjencev moškega (51,5%) ter ženskega (48,5%) spola.



Slika 4. Treniranost merjencev.

Slika 4 prikazuje odstotek rekreativcev (29,7%), športnikov(12,9%) in netreniranih (57,4%) merjencev.

2.2 Pripomočki

Meritve so bile opravljene na izokinetičnem dinamometru Biodex system 3 PRO (Biodex Medical Systems Inc., Shirley, ZDA). Rezultate smo ovrednotili na podlagi poročila izokinetičnih meritev iztegovalk in upogibalk kolena, dva meseca po zaključeni rehabilitaciji v zdravilišču.

Moč mišic kolena smo merili koncentrično pri izokinetični hitrosti 60°/sec in v obsegu gibanja od 90° - 30°

2.3 Postopek

Za primerjave in analizo hipotez smo uporabili analizo variance za ponovljene vzorce. Opravili smo tri ločene analize in sicer za iztegovalke kolena, upogibalke kolena in medmišično razmerje jakosti. Rezultate smo prikazali ločeno po spolu, istočasno pa smo uporabili stopnjo treniranosti kot dejavnik. Vse teste smo sprejemali s 5% tveganjem.

3 Rezultati in razprava

Rezultate naših analiz prikazuje tabela 5.

Tabela 5. Jakost iztegovalk in upogibalk kolena ter medmišično razmerje jakosti pri pacientih in pacientkah 3 mesece po rekonstrukciji sprednje križne vezi.

Spol	Treniranost	Mišica	Operirana	Zdrava	F	p	Odstotna razlika
Moški	rekreativci (n=24)	Ext	206,13 (52,26)	255,29 (27,69)	28,68	0,00002*	19%
		Flx	126,79 (25,44)	142,50 (22,11)	21,58	0,001*	11%
		HQR	0,67 (0,29)	0,56 (0,07)	4,01	0,057	-20%
	športniki (n=10)	Ext	225,70 (42,41)	261,50 (44,95)	2,51	0,15	14%
		Flx	136,10 (25,69)	153,20 (14,25)	8,34	0,02*	11%
		HQR	0,63 (0,18)	0,60 (0,11)	0,11	0,75	-4%
	netrenirani (n=18)	Ext	175,39 (45,29)	221,00 (23,14)	20,59	0,0003*	21%
		Flx	115,06 (18,42)	125,11 (18,39)	7,39	0,01*	8%
		HQR	0,68 (0,14)	0,57 (0,06)	9,16	0,008*	-20%
Ženske	rekreativke (n=6)	Ext	156,00 (42,51)	197,67 (38,21)	34,24	0,002*	21%
		Flx	85,00 (22,65)	101,67 (23,12)	11,43	0,02*	16%
		HQR	0,55 (0,07)	0,51 (0,04)	0,92	0,38	-7%
	športnice (n=3)	Ext	142,67 (26,50)	203,67 (59,94)	1,92	0,29	30%
		Flx	98,00 (7,00)	120,00 (26,91)	3,08	0,22	18%
		HQR	0,70 (0,12)	0,60 (0,04)	1,23	0,38	-17%
	netrenirane (n=40)	Ext	138,93 (41,76)	164,93 (28,47)	12,64	0,001*	16%
		Flx	79,55 (16,74)	84,80 (14,17)	6,55	0,01*	6%
		HQR	0,62 (0,22)	0,52 (0,07)	10,19	0,003*	-20%

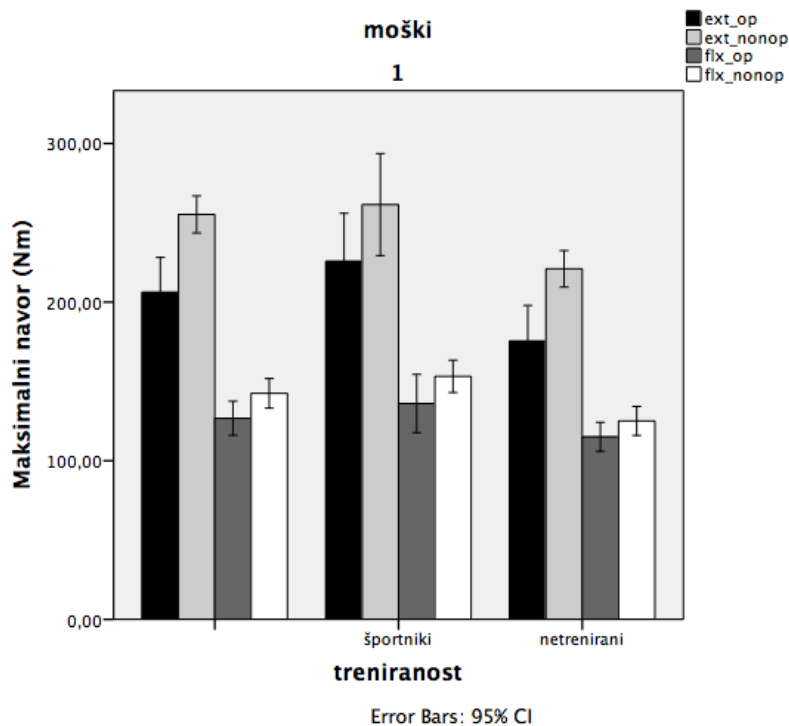
Legenda: Ext – izteg; Flx – upogib; HQR – razmerje jakosti zadnja loža/kvadriiceps; vrednosti v oklepajih predstavljajo standardni odklon

Tabela 5 prikazuje jakost mišic iztegovalk in upogibalk kolena ter medmišično razmerje glede na spol in stopnjo treniranosti.

3.1 Jakost upogibalk in iztegovalk zdrave in operirane noge glede na spol in treniranost

Po temeljitejši analizi podatkov smo ugotovili, da moški športniki dosegajo najvišje vrednosti iztega z zdravo nogo (261,5 Nm) in z operirano nogo (225,7 Nm), prav tako pa dosegajo najvišje vrednosti pri upogibu z zdravo (153,2 Nm) ter z operirano nogo (136,1 Nm). Sledijo moški rekreativci, ki dosegajo vrednosti iztega z zdravo nogo 255,29 Nm in z operirano nogo 206,13 Nm. Pri upogibu moški rekreativci dosegajo vrednost 142,5 Nm z zdravo nogo in 126,79 Nm z operirano nogo.

Netrenirani moški dosegajo vrednosti iztega z zdravo nogo 221 Nm in z operirano nogo 175,39 Nm. Pri upogibu netrenirani moški dosegajo vrednost 125,11 Nm z zdravo nogo in 115,06 Nm z operirano nogo.



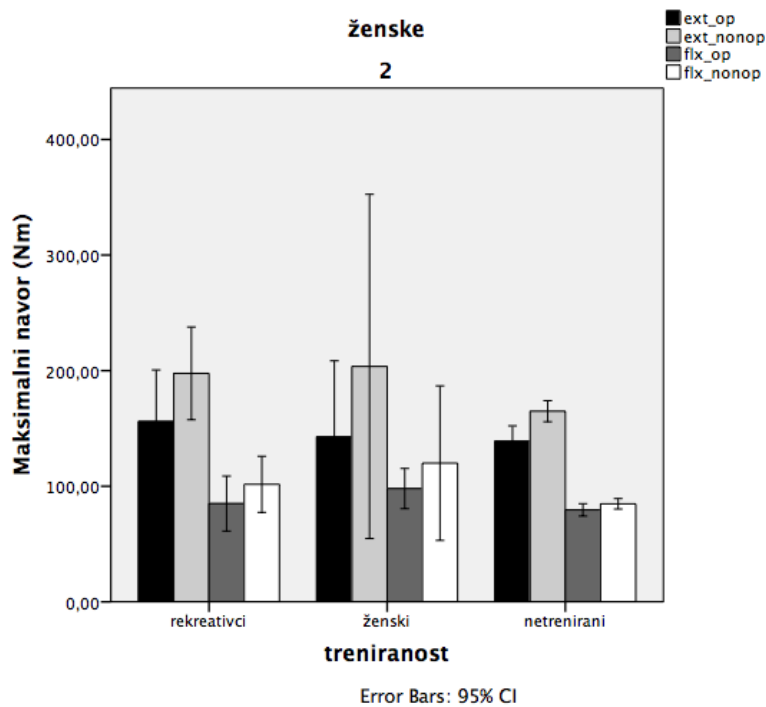
Slika 5. Graf treniranosti v odvisnosti od mišične jakosti pri moških.

Slika 5 prikazuje graf treniranosti moških v odvisnosti od mišične jakosti iztegovalk in upogibalk kolena operirane in zdrave noge.

Športnice, dosegajo vrednosti iztega z zdravo nogo 203,67 Nm in z operirano nogo 142,67 Nm. Pri upogibu športnice dosegajo vrednost 120 Nm z zdravo nogo in 98 Nm z operirano nogo.

Rekreativke, dosegajo vrednosti iztega z zdravo nogo 197,67 Nm in z operirano nogo 156,00 Nm, kar je 13,33 Nm več, kot to dosegajo športnice. Pri upogibu rekreativke dosegajo vrednost 101,67 Nm z zdravo nogo in 85 Nm z operirano nogo.

Netrenirane ženske, dosejajo vrednosti iztega z zdravo nogo 164,93 Nm in z operirano nogo 138,93 Nm. Pri upogibu pa 84,80 Nm z zdravo nogo in 79,55 Nm z operirano nogo.



Slika 6. Graf treniranosti v odvisnosti od mišične jakosti pri ženskah.

Slika 6 prikazuje graf treniranosti žensk v odvisnosti od mišične jakosti iztegovalk in upogibalk kolena operirane in zdrave noge.

Ugotovimo, da je treniranost signifikantna, če primerjamo parametre zdrave in operirane noge tako pri moških kot pri ženskah.

3.2 Razlike v jakosti zdrave in operirane noge glede na spol in treniranost

Ugotovili smo, da se največje razlike med zdravo in operirano nogo, pokažejo pri mišicah iztegovalkah in upogibalkah športnic. In sicer, 30% razlike se pokaže pri iztegu ter 18% razlike pri upogibu. Moramo pa dodati, da so v raziskavi sodelovale samo 3 športnice in zato rezultati niso pokazali statistične značilnosti.

Športnicamsledijo rekreativke z razliko 21% pri iztegu ter 16% pri upogibu. Najmanjše razlike med ženskami se pokažejo pri netreniranih ženskah saj znašajo 16% pri iztegu ter 6% pri upogibu.

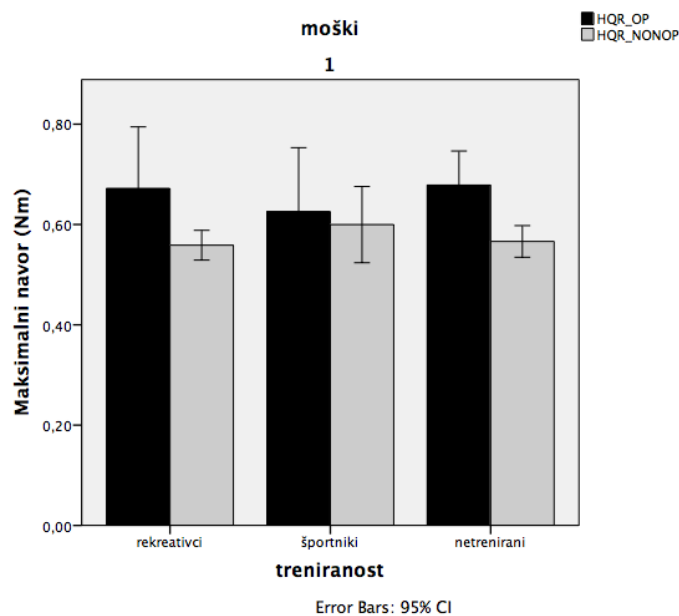
Pri moških največja razlika znaša 19% pri iztegu ter 11% pri upogibu rekreativcev. Sledijo netrenirani, z večjo razliko pri iztegu (21%), a z manjšo razliko pri upogibu (8%). Najmanjša razlika pa se pokaže pri športnikih in znaša 14% pri iztegu ter 11% pri upogibu.

Pri moških je razvidno, da stopnja treniranosti vpliva na razlike med operirano in zdravo nogo.

3.3 Razmerje (HQR) mišic upogibalk in iztegovalk kolena zdrave in operirane noge glede na spol in treniranost

Razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena, naj bi pri merjenih kotnih hitrostih znašalo med 60 in 70% moči mišic iztegovalk kolena.

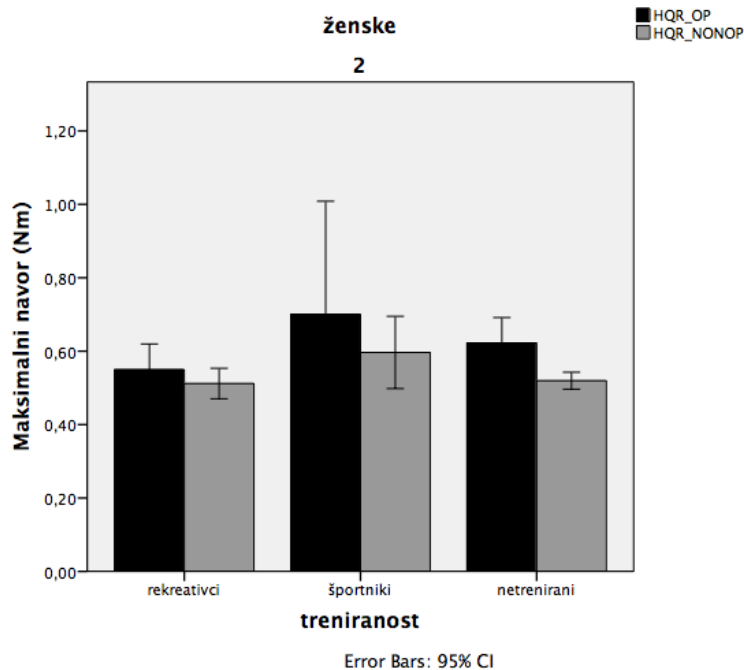
Razmerje operirane noge pri športnikih znaša 0,63, pri rekreativcih 0,67 ter pri netreniranih 0,68. Rezultati so dobri, saj se razmerja nahajajo v območju med 60 in 70 % moči mišic iztegovalk kolena. Razmerje zdrave noge pri športnikih znaša 0,60, pri rekreativcih 0,56 ter pri netreniranih 0,57, kar je po večini pod območjem med 60 in 70 % moči mišic iztegovalk kolena.



Slika 7. Graf treniranosti moških v odvisnosti od medmišičnega razmerja.

Slika 7 prikazuje graf treniranosti moških v odvisnosti od medmišičnega razmerja operirane in zdrave noge.

Pri ženskah znaša razmerje operirane noge športnic 0,70, rekreativk 0,55 ter netreniranih žensk 0,62. Pri zdravi nogi pa je razmerje športnic 0,60, rekreativk 0,51 ter netreniranih 0,52.



Slika 8. Graf treniranosti žensk v odvisnosti od medmišičnega razmerja.

Slika 8 prikazuje graf treniranosti žensk v odvisnosti od medmišičnega razmerja operirane in zdrave noge.

Ugotovimo, da ima treniranost vpliv na razmerje mišic upogibalk in iztegovalk kolena zdrave in operirane noge.

3.4 Razlike v razmerju med operirano in zdravo nogo glede na treniranost in spol

Razliko v razmerju med operirano in zdravo nogo v vrednosti 20% smo ugotovili pri netreniranih moških, rekreativcih in pri netreniranih ženskah. 17% razlika se kaže pri športnicah, 7% razlika pri rekreativkah in najmanjša 4% razlika pri športnikih.

Ugotovimo, da treniranost prav tako vpliva na razlike v razmerju med zdravo in operirano nogo.

3.5 Postavljene hipoteze

H₀₁ : Razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge se s spolom ne spreminja.

Hipotezo smo preverili z uporabo enosmerne analize variance. Doseženo razmerje jakosti operirane noge znaša 66,5 za moške oz. 61,8 za ženske ($F=1,21$; $p=0,274$).

Na podlagi tega lahko sprejmemo hipotezo H₀₁, da se razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge s spolom ne spreminja.

H₀₂ : Razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge se ne spreminja glede na treniranost.

Hipotezo smo preverili z uporabo enosmerne analize variance pri čemer nismo upoštevali spola. Razmerje jakosti znaša 64,7 za rekreativce, 64,3 za športnike ter 63,99 za netrenirane osebe ($F=0,011$; $p=0,989$).

Na podlagi tega lahko zaključimo, da se razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane noge ne spreminja glede na treniranost, torej lahko sprejmemo hipotezo H_02 .

4 SKLEP

V naši raziskavi smo ugotavljali razlike izokinetičnih meritev po rehabilitaciji sprednje križne vezi glede na spol in stopnjo treniranosti. Izokinetične meritve so bile opravljene v zdravstvenem centru Terme Čatež, kjer so vse osebe zaključile program rehabilitacije po operaciji sprednje križne veziter nato izvajale enak program vadbe še dva meseca po rehabilitaciji. Hipoteze, ki smo jih testirali se nanašajo na korelacijo med razmerjem mišic upogibalk in iztegovalk kolena glede na spol in stopnjo treniranosti.

Cilj raziskave je bil odgovoriti na sledeča vprašanja:

1. Ali se razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena poškodovane noge razlikuje glede na spol?
2. Ali se razmerje mišic iztegovalk in upogibalk kolena poškodovane noge razlikuje glede na stopnjo treniranosti (netrenirani, rekreativci, vrhunski športniki)?

Rezultati raziskave na merjencih v zdravstvenem centru Terme Čatež, so potrdili postavljene hipoteze:

1. Razmerje mišic upogibalk in iztegovalk operirane noge se s spolom ne spreminja.
2. Razmerje mišic upogibalk in iztegovalk operirane noge se ne spreminja glede na stopnjo treniranosti.

Raziskava je zasnovana na majhnem številu populacije, zato jo moramo interpretirati z določeno mero previdnosti, vendar je pokazala ujemanje rezultatov s postavljenimi hipotezami.

Ugotovili smo tudi, da je močno značilna razlika v razmerju mišic iztegovalk in upogibalk med operirano in neoperirano nogo glede na treniranost. Pri športnikih znaša 4%, pri rekreativcih in netreniranih pa je opaziti večjo razliko (20%). Prav tako smo ugotovili, da je značilna razlika v jakosti mišic iztegovalk in upogibalk kolena operirane in zdrave noge glede na spol in treniranost.

Za morebitne nadaljnje raziskave predlagamo, da se podobna raziskava opravi na večjem vzorcu merjencev z večjim številom merskih postopkov ter da se pri raziskavi upošteva še starost, telesno višino in telesno težo merjencev.

5 VIRI

- Antolič, V., Pompe, B. in Stražar, K. (2001). Propriocepcija v kolenskem sklepu. V Zbornik izbranih predavanj simpozija o poškodbah in okvarah kolena (str. 18-23). Celje: Splošna in učna bolnica Celje.
- Antolič, V. (1994). Uvod v biomehaniko kolena. V V. Pavlovič (ur.), Bolezen in poškodbe kolena. (str. 7-17). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.
- Brown L. (2000). Isokinetics in Human performance. Human Kinetics.
- Ciliga, D. (v tisku). Tjelesno vježbanje u funkciji zdravlja invalidnih osoba. *Zbornik radova 4. ljetne škole pedagoga fizičke kulture Republike Hrvatske.*
- Dahmane, R. (2005). Iustrirana anatomija. Ljubljana: Tehnološka založba Slovenije.
- Dervišević, E. in Hadžić, V. (2009). Izokinetično ocenjevanje kolena. *Rehabilitacija.*, 8(1), 48-56
- Dubravčić-Šimunjak S., Pečina M., Hašpl M., Graberski-Matasović M., Jurinić A. (2004). Izokinetički standardi funkcionalnog statusa zglobova donjih ekstremiteta (kuk, koljeno, stopalo). Zagreb: *Fizikalna medicina i rehabilitacija.*
- Enoka, R.M. (2001). Neuromechanics of human movement. USA: Human Kinetics.
- Hadžić, V. in Dervišević, E. (2005). Biomehanika kolea po poškodbi in rekonstrukciji sprednje križne vezi. *Šport.* 53(2), 16-24
- Hadžić, V. (2014). Uporabnost izokinetičnega testiranja gležnja, kolena in rame za oceno tveganja športnih poškodb pri odbojki (Doktorska disertacija). Medicinska fakulteta, Ljubljana.
- Hlebš, S. (2014). Funkcionalna anatomija spodnjega uda. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta
- Kavšek, N. (2002). Rehabilitacija poškodovanega kolena. V *Koleno* (str. 57-60). Celje: Zdravstveni dom Celje.
- Košak, R. in Travnik, R. (2001). Anatomija in stabilnost kolenskega sklepa. V ybornik izbranih predavanj simpozija o poškodbah in okvarah kolena (str. 8-17). Celje: Splošna in učna bolnica Celje.
- Majkić M. (1997). *Klinična kineziterapija (Odabrana poglavja).* Zagreb: Inmedia
- Mraković, M. (1997). *Uvod u sistematsku kineziologiju.* Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
- Mesesnel, D. (2005). Funkcionalna rehabilitacija vrhunkega športnika po težki poškodbi kolena. *Šport*, 53 (3), 27-32.
- Podobnik, J. (2002). Akutne poškodbe bočnih vezi. V V. Pavlovič, V. Vengust (ur.), *Koleno* (str. 22-26). Celje: Zdravstveni dom Celje.
- Strojnik, V. (2010). Kondicijska priprava: Vadba za moč, gibljivost in SMV –predavanja 2. Letnik. Neobjavljeno delo.
- Shelbourne KD (1990). Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports medicine*, 18, 292-299.
- Travnik, L., Košak, R. (2004). Anatomija in biomehanika kolenskega sklepa. V V. Pavlovič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena.* (str. 7-21). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

- Zakas, A. (29.03.2006). Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*, 46 (1), str. 28-35.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaigna. Human kinetics.
- Zupanc, O. (2002). Poškodbe križnih veyi. V koleno (str. 27-34). Celje: zdravstveni dom Celje.
- Zupanc, O. in Šarabon, N. (2003). Poškodbe prednje križne vezi. *Šport*, 51(4), 29-37.
- Timothy E. Hewett, Gregory D. Myer, Bohdanna T.Zazulak (2008) Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *Journal of science and sports medicine*. Pridobljeno iy spletne strain PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17875402>