



UNIVERZITET U NOVOM SADU
MEDICINSKI FAKULTET

Nemanja Kovačev

**POREĐENJE REZULTATA
PRIMARNE I PONOVNE REKONSTRUKCIJE
PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA
DOKTORSKA DISERTACIJA**

Mentori:

Prof. dr Milan Stanković

Prof. dr Zoran Milojević

Novi Sad, 2016. godine

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
MEDICINSKI FAKULTET**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Nemanja Kovačev
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Milan Stanković Prof. dr Zoran Milojević
Naslov rada: NR	Poređenje rezultata primarne i ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena
Jezik publikacije: JP	srpski
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Vojvodina
Godina: GO	2016.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	21 000 Novi Sad, Hajduk Veljkova 3

Fizički opis rada: FO	(broj poglavlja 7/ stranica 164 / slika 43/ tabela 12/ grafikona 34/ referenci 310/ priloga 5)
Naučna oblast: NO	Medicina
Naučna disciplina: ND	Ortopedija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	artroplastika kolena; rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta; patelarni ligament; neuspeh terapije; procena ishoda lečenja; rekonstruktivne hirurške metode; reoperacija; algoritmi; robotika
UDK	616.728.3-089.28-036.8
Čuva se: ČU	U biblioteci Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Hajduk Veljkova 3
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	<p>Studija se sastojala od dva dela – eksperimentalnog i kliničkog. Eksperimentalni deo je sproveden na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Departmanu za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo. Trideset dve zglobne površine gornjeg okrajka golenjače sa pripojem prednje ukrštene veze je uzeto tokom totalne aloartroplastike kolena kod trideset dva pacijenta kod kojih je preoperativno načinjena AP i profilna radiografija sa standardnim uvećanjem u cilju merenja veličine kolena a uz prethodno potpisanu saglasnost pacijenata. Zatim je načinjeno trodimenzionalno skeniranje prostorne površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači u odnosu na ravan zglobne površine golenjače heptičkim uređajem „Phantom Omni[®]“ radi utvrđivanja korelacije između površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači i veličine platoa golenjače. U eksperimentalni deo su bili uključeni pacijenti oba pola metodom slučajnog izbora kod kojih je ugrađivana totalna proteza kolena a koji su prethodno potpisali informisani pristanak pacijenta na operativni zahvat na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine. Klinički deo studije je bio retrospektivno-prospektivnog karaktera i obuhvatio je ukupno 60 pacijenata izabranih metodom slučajnog izbora od kojih je ispitivanu grupu činilo 30 pacijenata u kojih je došlo do ponovne rupture prednje ukrštene veze levog ili desnog kolena nakon urađene primarne rekonstrukcije te je načinjena ponovna rekonstrukcija veze, i kontrolnu grupu koju je činilo 30 pacijenata u kojih je zbog ruptur</p>

	<p>prednje ukrštene veze načinjena primarna rekonstrukcija nakon koje nije došlo do ponovne rupture. Kod svih pacijenata je rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena rađena kalemom kost-tetiva-kost. Ishod rekonstrukcije je procenjivan na osnovu Tegner bodovne skale, Lysholm i IKDC bodovne skale za koleno, artrometrijskog merenja Lachman testa, Pivot shift testa, položaja kalema i urađeno je poređenje dobijenih rezultata u ispitivanoj (revizionoj) i kontrolnoj grupi. U klinički deo istraživanja su bili uključeni pacijenti oba pola, životne dobi od 18 do 40 godina koji su operisani na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu a koji su dali informisani pristanak za uključivanje. Kriterijumi za isključivanje pacijenata iz kliničkog dela istraživanja su bili životna dob manja od 18 i veća od 40 godina, pojava težih opšte-hirurških komplikacija i prestanak želje pacijenta da dalje učestvuje u ovom istraživanju. Nakon sveobuhvatne analize dobijenih rezultata istraživanja, zaključeno je da postoji korelacija između površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači i veličine platoa golenjače. Formula, načinjena matematičko-statističkim metodama za ovo istraživanje, adekvatna je i praktično primenljiva za predikciju površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači u velikom procentu slučajeva a na osnovu samo dva radiografska parametra izmerenih preoperativno – prednje-zadnjeg i unutrašnje-spoljašnjeg dijametra platoa golenjače. Korišćenje ove formule može da doprinese poboljšanju rezultata hirurškog lečenja pacijenata sa pokidanom prednjom ukrštenom vezom kolena. Takođe, zaključeno je da je uzrok neuspeha primarne rekonstrukcije multifaktorijalan kao i da nema statistički značajne razlike u ishodu između ispitanika sa dobrom i ispitanika sa lošom pozicijom kalema. Potvrđena je pretpostavka da je ishod ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena slabiji u odnosu na ishod primarne.</p>
Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	25.03.2014.
Datum odbrane: DO	

<p>Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO</p>	<p>predsednik: član: član: član:</p>
---	--

University of Novi Sad
ACIMSI
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Nemanja Kovačev
Mentor: MN	Prof. dr Milan Stanković Prof. dr Zoran Milojević
Title: TI	Comparison Between The Primary And The Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2016.
Publisher: PU	Author`s reprint
Publication place: PP	21 000 Novi Sad, Serbia, Hajduk Veljka 3

Physical description: PD	(number of chapters 7/ pages 164 / pictures 43/ tables 12/graphs 34/ citations 310 / supplements 5)
Scientific field SF	Medicine
Scientific discipline SD	Orthopedic surgery
Subject, Key words SKW	Arthroplasty, Replacement, Knee; Anterior Cruciate Ligament Reconstruction; Patellar Ligament; Treatment Failure; Patient Outcome Assessment; Reconstructive Surgical Procedures; Reoperation; Algorithms; Robotics
UC	616.728.3-089.28-036.8
Holding data: HD	Library of Medical Faculty Novi Sad, Hajduk Veljkova 3
Note: N	
Abstract: AB	<p>This study consisted of two parts – experimental and clinical. Experimental part was conducted at the Department of Mechanization and Design Engineering of The Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. Thirty two proximal tibial articular surfaces together with the anterior cruciate ligament insertion of thirty two patients were harvested during total knee arthroplasty. All patients had standard preoperative AP and profile radiographs with standard magnification in order to acquire the knee measurements. All patients previously signed the informed consent. The harvested proximal tibial articular surfaces were 3D scanned by a haptic device called „Phantom Omni[®]“ in order to determine the correlation between the size of the anterior cruciate ligament insertion site and the size of the tibial plateau. Thirty two randomly chosen patients of both sexes which had a knee arthroplasty were included in the experimental part of this study. All of the patients signed the informed consent at The Clinic for Orthopedic Surgery and Traumatology of The Clinical Centre of Vojvodina. The clinical part was a retrospective-prospective study. This part included 60 randomly chosen patients divided into two groups. The test group consisted of 30 patients who had undergone a revision anterior cruciate ligament reconstruction. The control group consisted</p>

	<p>of 30 patients who had undergone only primary anterior cruciate ligament reconstruction. A bone-tendon-bone graft was used for the reconstruction in all cases. The outcome was assessed by using Tegner activity scale, Lysholm knee scoring scale, IKDC score, arthrometric evaluation, Pivot shift test and the position of the graft. The results were compared between the test group and the control group. The clinical part of the study included 60 patients of both sexes, age 18-40 which were operated at The Clinic for Orthopedic Surgery and Traumatology of The Clinical Centre of Vojvodina. All of the patients signed the informed consent for participation in this study. The exclusion criteria were age under 18 and above 40, occurrence of severe general surgical complications and a patient wish to be excluded from further investigation. After a thorough analysis of the results, we concluded that the correlation between the size of the anterior cruciate ligament tibial insertion site and the size of the tibial plateau exists. Formula which was created for this study by using mathematical and statistical methods, is adequate and practically applicable for the prediction of size of the anterior cruciate ligament tibial insertion site in the majority of cases based on just two preoperative radiographic parameters – AP and profile diameter of the tibial plateau. The use of this formula may improve the outcome of the anterior cruciate ligament reconstruction. We also concluded that the cause of the primary anterior cruciate ligament reconstruction failure is multifactorial as well as that there is no statistically significant difference between the patients with good and the patients with poor graft position. We confirmed the assumption that the outcome of the revision anterior cruciate ligament reconstruction is poorer than the outcome of the primary anterior cruciate ligament reconstruction.</p>
<p>Accepted on Scientific Board on: AS</p>	<p>March 25th 2014</p>
<p>Defended: DE</p>	

Thesis Defend Board:
DB

president:
member:
member:
member:
member:

Zahvaljujem se svojim mentorima, prof. dr Milanu Stankoviću i prof. dr Zoranu Milojeviću, na pomoći i podršci koju su mi pružili tokom izrade doktorske disertacije.

Posebnu zahvalnost dugujem profesoru Miroslavu Milankovu na izuzetnoj pomoći, velikom razumevanju i neumornom bodrenju da završim ovaj rad.

Zahvaljujem se kolegama i instrumentarkama Klinike za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine koji su mi pomogli prilikom sakupljanja materijala za ovo istraživanje.

Zahvaljujem se i svima onima koji su na bilo koji način doprineli da rad na ovom istraživanju privedem kraju.

Beskrajno se zahvaljujem mojoj porodici na podršci i strpljenju.

Ovaj rad posvećujem mojoj majci

i naravno, mojoj supruzi Staši i mom sinu Luki

Autor

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. ZNAČAJ POVREDE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA I OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. ISTORIJAT.....	2
1.3. ANATOMIJA.....	7
1.3.1. DESKRIPTIVNA ANATOMIJA.....	7
1.3.2. HISTOLOŠKA GRAĐA.....	14
1.3.3. EMBRIONALNI RAZVOJ.....	16
1.4. BIOMEHANIKA ZGLOBA KOLENA.....	16
1.5. POVREDE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA.....	18
1.5.1. MEHANIZAM NASTANKA POVREDE.....	20
1.5.2. UZROCI POVREDA I FAKTORI RIZIKA ZA NASTANAK POVREDA.....	23
1.5.3. DIJAGNOSTIKA POVREDA PREDNJE UKRŠTENE VEZE.....	23
1.5.4. DOPUNSKA DIJAGNOSTIKA POVREDA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA.....	29
1.5.5. LEČENJE POVREDA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA.....	34
1.5.5.1. REKONSTRUKCIJA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA.....	34
1.5.5.2. PROCENA USPEŠNOSTI OPERATIVNOG LEČENJA.....	40
2. MATERIJAL I METODE.....	41
2.1. MATERIJAL.....	41
2.2. METODE.....	42
2.2.1. KLINIČKI DEO ISTRAŽIVANJA.....	42
2.2.1.1. OPERATIVNI ZAHVAT I POSTOPERATIVNA REHABILITACIJA.....	42
2.2.1.2. KLINIČKI PREGLED.....	45

2.2.1.3.	RADIOLOŠKI PREGLED.....	46
2.2.1.4.	ARTROMETRIJSKA MERENJA.....	46
2.2.2.	EKSPERIMENTALNI DEO ISTRAŽIVANJA.....	47
2.2.2.1.	RADIOLOŠKI PREGLED.....	48
2.2.2.2.	UREĐAJ ZA TRODIMENZIONALNO SKENIRANJE POVRŠINE I RAZVIJENI RAČUNARSKI PROGRAM.....	49
2.2.2.2.1.	Karakteristike PHANToM Omni uređaja.....	49
2.2.2.2.2.	Princip generisanja površine tibijalnog pripoja.....	51
2.2.3.	STATISTIČKA OBRADA PODATAKA.....	54
2.2.4.	CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA.....	56
2.2.4.1.	CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	56
2.2.4.2.	HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA.....	56
3.	REZULTATI.....	57
3.1.	REZULTATI KLINIČKOG DELA ISTRAŽIVANJA.....	57
3.1.1.	NEKE KLINIČKE KARAKTERISTIKE ISPITANIKA.....	57
3.1.1.1.	STAROST ISPITANIKA.....	57
3.1.1.2.	POL ISPITANIKA.....	58
3.1.1.3.	UHRANJENOST ISPITANIKA.....	59
3.1.2.	ANALIZA OBELEŽJA SA MOGUĆIM UTICAJEM NA POVREDU PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA.....	61
3.1.2.1.	VRSTA SPORTA.....	61
3.1.2.2.	AKTIVNOST PRE POVREDE.....	62
3.1.2.3.	AKTIVNOST NAKON POVREDE A PRE OPERACIJE.....	63
3.1.2.4.	STRANA POVREDE.....	64
3.1.2.5.	UZROK POVREDE.....	65
3.1.2.6.	PRIDRUŽENA POVREDA.....	66
3.1.3.	ANALIZA PROCENE ISHODA PRIMARNE I PONOVLJENE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA.....	69
3.1.3.1.	IKDC.....	69
3.1.3.2.	ARTROMETRIJSKO MERENJE.....	71
3.1.3.3.	LYSHOLM SKOR.....	72

3.1.3.4.	TEGNER SKOR.....	73
3.1.3.5.	VREME OD OPERACIJE DO POČETKA TRENIRANJA.....	74
3.1.3.6.	AKTIVNOST POSLE OPERACIJE.....	75
3.1.3.7.	ANALIZA TEMATSKE CELINE KOJA SE ODNOSI NA PROCENU USPEŠNOSTI OPERATIVNOG LEČENJA.....	75
3.1.3.8.	PROCENA USPEŠNOSTI PONOVLJENE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA U ZAVISNOSTI OD VREMENA NASTANKA PONOVNE POVREDE ILI NESTABILNOSTI.....	79
3.1.3.9.	ISHOD PONOVLJENE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA U ODNOSU NA POLOŽAJ KALEMA NAKON PRIMARNE REKONSTRUKCIJE.....	86
3.2.	REZULTATI EKSPERIMENTALNOG DELA ISTRAŽIVANJA.....	92
4.	DISKUSIJA.....	105
5.	ZAKLJUČCI.....	120
6.	PRILOZI	121
7.	LITERATURA	129

1. UVOD

1.1. ZNAČAJ POVREDE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA I OPRAVDANOST ISTRAŽIVANJA

Prednja ukrštena veza kolena (LCA - *Ligamentum Cruciatum Anterius*) je jedna od četiri najvažnije veze koje su odgovorne za stabilnost kolena. Ova veza sprečava prednje pomeranje golenjače u odnosu na butnu kost a učestvuje i u omogućavanju fiziološke pokretljivosti kolena^{1,2}. Povreda prednje ukrštene veze kolena najčešće nastaje za vreme sportskih aktivnosti³. Nakon povrede ove veze postoji veća verovatnoća zadobijanja dodatnih povreda mekotkivnih i koštanih struktura kolena te sledstveno brži razvoj sekundarnih degenerativnih promena. Broj rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena je iz godine u godinu u stalnom porastu te postoji sve veće interesovanje ortopedskih hirurga za što uspešnijim rešavanjem problema prednje nestabilnosti kolena. U skladu sa porastom primarnih rekonstrukcija ove veze povećava se i broj revizionih operacija. Osnovni cilj rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena je dobijanje pune stabilnosti kolena u celom obimu pokreta. Bez obzira na razvoj operativne tehnike i rehabilitacije, i dalje postoji jedan broj pacijenata koji nije u potpunosti zadovoljan rezultatom rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena te je potrebno izvršiti ponovnu operaciju. Razlozi za neuspelu primarnu rekonstrukciju prednje ukrštene veze su brojni. Najčešći uzroci ponovne nestabilnosti kolena su greške u hirurškoj tehnici, problemi u vezi sa korišćenim kalemom i neotkrivene nestabilnosti kolena. Ne postoje univerzalno prihvaćeni kriterijumi za kvantifikaciju nezadovoljavajućeg rezultata rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena te se stoga smatra da ako postoji ponovna nestabilnost kolena, ili je koleno stabilno sa ograničenim pokretima, bolom i oticanjem, rekonstrukcija prednje ukrštene veze je neuspešna. Pronalaženje uzroka odgovornih za loš rezultat rekonstrukcije je važno kako bi načinili adekvatnu preoperativnu pripremu revizione operacije a samim tim i broj komplikacija primarnih rekonstrukcija sveli na minimum. Loša pozicija kalema, kako u golenjači tako i u butnoj kosti, može biti velik problem kod revizionih operacija ovih pacijenata. Objektivno loš rezultat se definiše kao povećanje prednjeg pomeranja

golenjače, mereno artrometrom, veće od 6mm, upoređeno sa drugim kolenom i pozitivnim testom subluksacije kolena (Pivot shift test). Rezultati revizionih procedura su manje uspešni u odnosu na primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena te je cilj ovog rada da izvrši analizu faktora koji dovode do ponovne nestabilnosti kao i rezultate ponovnih rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena na našem bolesničkom materijalu. Dok se veliki broj literaturnih podataka odnosi na značaj pripoja prednje ukrštene veze na butnoj kosti veoma mali broj radova se bavi značajem pripoja ove veze na golenjači. Ovo istraživanje treba da doprinese boljem sagledavanju ove problematike.

Klinički i ekonomski značaj adekvatnog operativnog rešavanja povreda prednje ukrštene veze kolena, čija učestalost poslednjih decenija raste, je nesumnjiv. Ova učestalost je povezana sa povećanjem obima saobraćaja i sve većim brojem ljudi koji se rekreativno i profesionalno bave sportskim aktivnostima. Resocijalizacija i povratak poslu i sportskim aktivnostima na nivo pre povrede u što kraćem vremenu, kao i činjenica da se najčešće radi o mlađoj populaciji čine ovo istraživanje društveno opravdanim. Uspešna rekonstrukcija prednje ukrštene veze artroskopskim putem smanjuje ukupne troškove lečenja, skraćuje dužinu trajanja rehabilitacije i daje brži povratak pacijenta svakodnevnim životnim i radnim aktivnostima.

Sagledavanje problema u smislu opredeljivanja za najefikasniju, najmanje invazivnu tehniku operativnog lečenja povreda prednje ukrštene veze kolena, koja će ujedno rešavati i sve prisutnije probleme koji se odnose na revizionu hirurgiju ove regije, daju i naučnu opravdanost predloženom ispitivanju. U prilog ide i činjenica da do sada nije objavljeno merenje trodimenzionalne površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači ovom metodom. Takođe, ukoliko se ovim istraživanjem eksperimentalno dokaže veza između površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači i veličine platoa golenjače na standardnim radiogramima, to će stvoriti mogućnost određivanja ugla bušenja platoa golenjače samo na osnovu dva, preoperativno načinjena, standardna radiograma.

1.2. ISTORIJAT

Anatomija ukrštenih veza kolena je prvi put opisana 3000. godine pre nove ere u čuvenom Smitovom papirusu (Smith Papyrus). Hipokrat je takođe opisivao subluksaciju kolena sa

patologijom ligamenata ali je prvi Klaudius Galen opisao tačnu prirodu prednje ukrštene veze⁴ kao strukturu koja učestvuje u stabilnosti i sprečava patološko pomeranje zgloba kolena iako nije njihovu funkciju opisao detaljno. Sve do Galena se mislilo da su ukrštene veze kolena deo nervnog sistema⁵.

Anatomija i uloga prednje ukrštene veze kolena su tačno definisane tokom prve polovine 19. veka.

Prvu rekonstrukciju ukrštenih veza kolena je uradio Mayo Robson⁶ 1895. godine u Velikoj Britaniji tako što je prednju i zadnju ukrštenu vezu prišio na mesto njihovih anatomskih pripoja na butnoj kosti. Hey Groves⁷ je 1917. godine načinio rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena tako što je iskoristio bedreno-golenjačnu traku kao kalem. Italijanski ortoped Ricardo Galeazzi⁸ (Slika 1) je 1934. godine je prvi opisao tehniku rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena pomoću autografta načinjenog od tetive m. semitendinosusa (polutetivnog mišića).



Slika 1. Ricardo Galeazzi (preuzeto sa <http://www.handsurgery.sg/g---l.html>)

Campbell⁹ (Slika 2) je 1935. godine objavio svoju tehniku u kojoj koristi kalem od srednje trećine ligamenta čašice, prepatelarnog retinakuluma i dela tetive četvoroglavog mišića buta (*m. quadriceps*) sa bazom na golenjači.

Naredne, 1939. godine je Macey¹⁰ opisao tehniku u kojoj se kao kalem koristi tetiva polutetivnog mišića (*m. semitendinosus*). Dugo se smatralo da je Macey bio prvi koji je koristio tetive hamstringa za rekonstrukciju prednje ukrštene veze što je, ustvari, pet godina pre njega uradio Galeazi ali naučna zajednica nije registrovala Galeazi-ovu publikaciju.

Godine 1960. je Ritchey¹¹ objavio rezultate testa ispitivanja prednje nestabilnosti kolena pri skoro punoj ekstenziji kolena koji će šesnaest godina kasnije postati poznat kao Lachman test.

Godine 1968. su Donald Slocum i Robert Larson¹² predstavili pojam rotatorne nestabilnosti kolena kod povrede unutrašnjih kapsulo-ligamentarnih struktura tako što su vršili forsiranu spoljašnju rotaciju golenjače uz istovremeno pravljenje testa prednje fioke sa kolenom savijenim pod uglom od 90 stepeni. Konstatovali su da je test pozitivniji u slučaju udružene povrede prednje ukrštene veze kolena.



Slika 2. Willis Cohoon Campbell (preuzeto sa <http://jbjs.org/content/23/3/716>)

Franke¹³ je godinu dana kasnije upotrebio slobodni koštano-tetivno-koštani (BTB – Bone-Tendon-Bone) kalem od četvrtine ligamenta čašice sa pripadajućim koštanim pripojima koji je fiksirao implantiranjem koštanih pripoja u plato golenjače i kondil butne kosti a svoje rezultate je prikazao 1976. godine.

Galway i MacIntosh¹⁴ su 1972. godine fenomen, koji je opisao Hey Groves još 1920, nazvali „Pivot shift test“.

Godine 1976. su Torg i saradnici¹⁵ opisali test kojim se utvrđuje prekid prednje ukrštene veze kolena, a kojeg su opisali ranije Noulis, Trillat i Ritchey, i nazvali ga „Lachman test“ u čast svog profesora.

Tokom sedamdesetih godina prošlog veka došlo je do razvoja sintetičkih ligamenata pa su tako Rubin i saradnici¹⁶ 1975. godine napravili eksperimentalni model prednje ukrštene veze kolena načinjene od Dakrona a tokom osamdesetih godina prošlog veka su razvijeni sintetički

modeli ove veze ojačani ugljeničnim vlaknima. Tokom osamdesetih godina prošlog veka se takođe razvija i artroskopija kao hirurška tehnika. Prvi je Dandy^{17,18} 1981. godine, koristeći artroskopsku proceduru, ugradio sintetički ligament ojačan ugljeničnim vlaknima ali su depoziti ugljenika pronađeni u sinovijalnoj ovojnici i jetri te je ova tehnika odbačena. U narednim godinama je počela primena ligamenata načinjenih od Dakrona i Gorteksa ali je često dolazilo do rupture ovih ligamenata a pomenuti materijali često su uzrokovali upalu sinovijalne ovojnice te se na kraju odustalo od primene sintetičkih materijala u rekonstrukciji prednje ukrštene veze kolena.

Hirurzi koji su počeli da se bave artroskopskim procedurama ali nisu prihvatili upotrebu sintetičkih kalema su, između ostalih, bili Clancy¹⁹, Noyes²⁰, Gillquist²¹ i Rosenberg²² koji su i dalje koristili autokaleme. Iako kod artroskopske anatomske rekonstrukcije ligamenata postoji krivulja učenja²³, hirurške tehnike su se poboljšavale a sami operativni zahvati su izvođeni sve brže i preciznije.



Slika 3. William Clancy (preuzeto sa <http://www.med.wisc.edu/news-events/william-clancy-rejoins-faculty-as-sports-medicine-chair/30403>)

Tokom osamdesetih godina dvadesetog veka, procedura koja je zbog jednostavnosti i dobrih rezultata počela često da se primenjuje je Jones-ova procedura koja je podrazumevala korišćenje kalema kost-tetiva-kost dobijenog od srednje trećine ligamenta čašice. Ova procedura je, doduše, imala i postoperativne komplikacije u smislu problema sa ekstenzornim mehanizmom kolena i čestom ukočenošću kolena. Takođe, Kurosaka i saradnici²⁴ su 1987. godine objavili rad gde su pokazali da je mesto fiksacije kalema njegova slaba tačka. U daljem istraživanju je pokazano da je spongiozni zavrtanj prečnika devet milimetara najbolje rešenje fiksacije te je

počela i proizvodnja zavrtnjeva načinjenih od resorptivnih materijala kao što su poliglikolna i polilaktična kiselina.

Zbog relativno česte pojave postoperativnih komplikacija kod korišćenja srednje trećine ligamenta čašice, 1982. godine su Lipscomb i saradnici²⁵ za rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena počeli da koriste tetive hamstringa (*m. semitendinosus* i *m. gracilis*) sa pripojem na golenjači dok je Friedman²⁶ 1988. godine uveo artroskopsku tehniku u ovu proceduru. Howell²⁷, Rosenberg i Pinczewski^{28,29,30} su takođe koristili tetivu hamstringa u tri ili četiri snopa koju su fiksirali specijalnim zavrtnjima što je poznato kao „all-inside“ tehnika. Tada je Rosenberg razvio „endo-button“ model za fiksiranje kalema.

Poslednjih godina je često počela da se koristi „double-bundle“ tehnika rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena koja podrazumeva posebnu rekonstrukciju prednje-unutrašnjeg i zadnje-spoljašnjeg snopa vlakana koju su 2003. godine opisali Marcacci i saradnici³¹. Iako je Fu³² izjavio da je ova tehnika jedina anatomska rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena, ona je i dalje predmet rasprave među hirurzima.



Slika 4. Maurilio Marcacci (preuzeto sa <https://www.linkedin.com/in/maurilio-marcacci-14184618>)

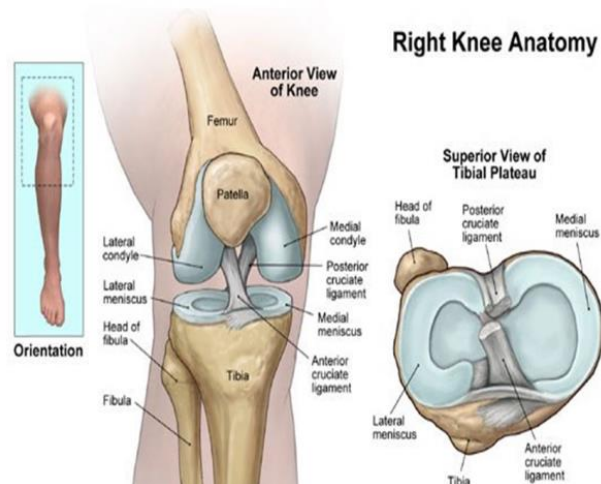
Sasvim je izvesno da je budućnost rekonstrukcije ligamenata u primeni bioimplantata načinjenih od kultura ćelija i tkiva na šta ukazuje broj istraživanja koja se trenutno sprovode^{33,34,35}.

Na ovim prostorima je razvoj hirurgije prednje ukrštene veze kolena počeo šesdesetih godina dvadesetog veka³⁶ dok su u Novom Sadu na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju tokom osamdesetih godina urađene mnoge eksperimentalne studije i radovi vezani za povrede ukrštenih veza kolena i meniskusa. Godine 1980. su Krajčinović i saradnici³⁷ objavili rad o rekonstrukciji prednje ukrštene veze kolena Kennet-Jones-ovom tehnikom dok su Mikić i saradnici³⁸ 1987. godine objavili eksperimentalnu studiju vezanu za vaskularizaciju ukrštenih veza i povrede meniskusa u psa. Vukadinović³⁹ je 1984. godine napisao doktorsku tezu o eksperimentalnim istraživanjima kvaliteta ligamenata, tetiva i fascija u rekonstrukciji prednje ukrštene veze u psa a Savić⁴⁰ 1999. godine o transplantaciji ukrštenih veza kolena u eksperimentalnim uslovima. Prva parcijalna meniscektomija artroskopskom tehnikom je u Novom Sadu urađena 1992. godine. Prvu artroskopski asistiranu ligamentoplastiku prednje ukrštene veze kolena u Novom Sadu na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju je uradio Milankov⁴¹ 1998. godine a sedam godina kasnije je implantiran prvi alokalem. Do danas je na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu urađeno 3500 rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena.

1.3. ANATOMIJA

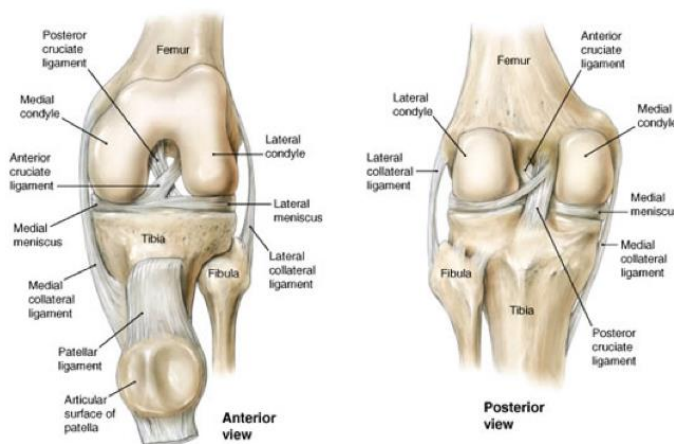
1.3.1. DESKRIPTIVNA ANATOMIJA

Prednja i zadnja ukrštena veza kolena (*Ligamenta cruciata genus*) su snažne, kratke i međusobno ukrštene stukture koje ispunjavaju prostor između kondila butne kosti. One daju najveći doprinos prednje-zadnjoj, bočnoj i rotatornoj stabilnosti kolena^{42,43}. Ne postoje razlike u stabilnosti kolena u odnosu na stranu, pol i uzrast^{37,39,44}.



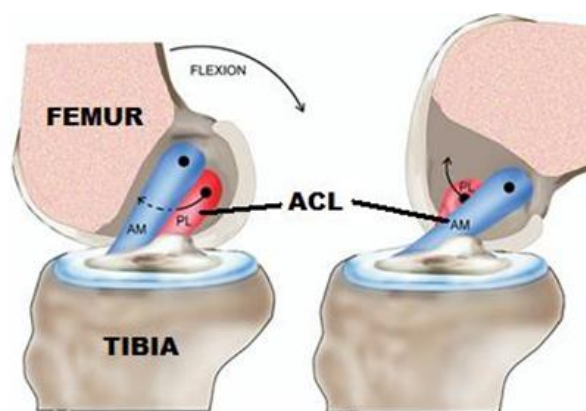
Slika 5. Anatomija kolena (preuzeto sa http://cutemolin.blogspot.rs/2014_08_01_archive.html)

Prednja ukrštena veza kolena ima oblik vrpce dužine 22 do 41 mm (prosečno 32mm), prečnika 7-12mm (prosečno 11mm) koja se pripaja gornjim krajem na zadnjem delu unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti a donjim na prednjem međukondilarnom polju golenjače^{38,40}. Njen oblik i površina poprečnog preseka su različiti u odnosu na visinu preseka i menjaju se od gornjeg ka donjem pripoju⁴⁵. Oblik je nepravilan a površina se kreće od 34mm² na gornjem hvatištu, preko 35mm² u srednjem delu do 42mm² u blizini donjeg hvatišta⁴⁶.



Slika 6. Anatomija kolena (preuzeto sa <http://www.parts-of-the-body.net/wp-content/uploads/2014/06/anatomy-of-the-knee.png>)

Prednja ukrštena veza se sastoji od dva snopa – prednje-unutrašnji (anteromedijalni) i zadnje-spoljašnji (posterolateralni) što ima značaja u funkcionalnoj i patološkoj anatomiji. Prednje-unutrašnji snop polazi od gornjeg dela pripoja na butnoj kosti a završava na prednje-unutrašnjem delu donjeg pripoja prednje ukrštene veze. Zadnje-spoljašnji snop, koji je dominantniji, završava na zadnje-spoljašnjem delu pripoja na golenjači. Treba napomenuti da postoji i treći, intermedijerni snop, koji nije prisutan uvek, a koji se nalazi između prednje-unutrašnjeg i zadnje-spoljašnjeg snopa^{47,48,49}.



Slika 7. Međusobni odnos AM i PL snopa LCA pri savijanju i opuštanju kolena (preuzeto sa <http://www.performanceorthosports.com/DOUBLEBUNDLEACL.html>)

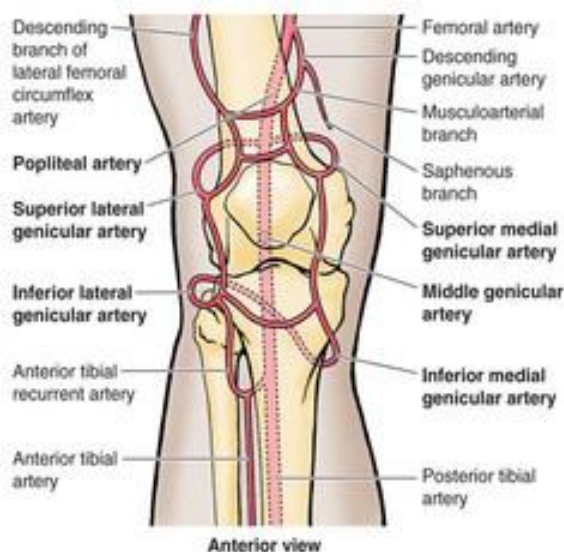
Harner i saradnici⁵⁰ su merili površinu pripoja svakog snopa posebno na pet kolena kadavera i tom prilikom su došli do podatka da je površina pripoja prednje-unutrašnjeg snopa na butnoj kosti prosečno 47mm^2 a na golenjači 56mm^2 dok je površina pripoja zadnje-spoljašnjeg snopa na butnoj kosti prosečno 49mm^2 a na golenjači 53mm^2 . Kolegena vlakna prednje ukrštene veze su, idući od pripoja na butnoj kosti do pripoja na golenjači, uvijena za skoro 180 stepeni⁵¹.

Prednja i zadnja ukrštena veza su dvostruko ukrštene te je uvek jedan od snopova zategnut što omogućuje stalan dodir zglobnih površina u svakom položaju kolena. Treba napomenuti da su ukrštene veze kolena unutarzglobne ali ekstrasinovijalne strukture zbog toga što se sinovijalna ovojnica uvlači u međukondilarni prostor sa prednje i zadnje strane prekrivajući ukrštene veze⁵².

Ukrštene veze kolena se, u najvećoj meri, ishranjuju preko srednje arterije kolena (*a. genus media*) koja je grana zatkolene arterije (*a. popliteae*) i od koje odvaja sa zadnje strane

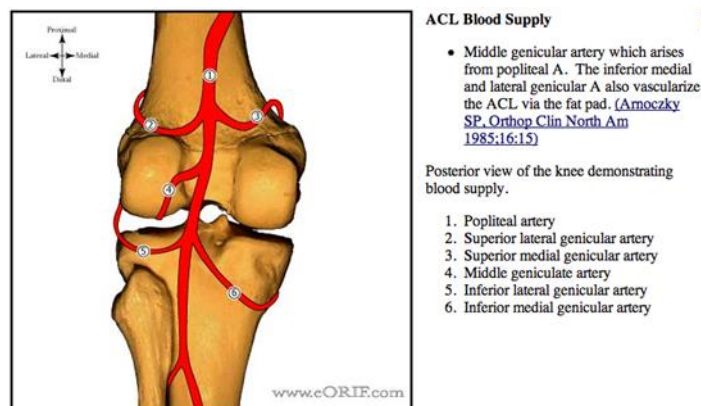
kolena u nivou zglobne pukotine^{41,42} a zatim probija zglobnu kapsulu i ulazi u međukondilarni prostor gde se grana i daje male grane za ukrštene veze i meniskuse^{53,54,55}. Ove grane se pružaju duž ukrštenih veza stvarajući periligamentarnu mrežu od koje se odvajaju kapilari koji pod pravim uglom ulaze u ukrštene veze unutar kojih se pružaju uzdužno⁵⁶. Ovi krvni sudovi dopiru do ukrštenih veza posredstvom sinovijalne ovojnice prednje i zadnje čaure zgloba koja oblaže ukrštene veze u potpunosti^{57,58} a na njih prelazi u predelu hvatišta na butnoj kosti i golenjači^{57,58,59}. Treba napomenuti da srednja arterija kolena ne ulazi u sastav velike mreže zgloba kolena.

Hvatište obe ukrštene veze na butnoj kosti je u najvećoj meri vaskularizovano od strane srednje arterije kolena a preko sinovijalne ovojnice zadnje kapsule koja se pruža ka međukondilarnoj jami gde se razgranava i pruža distalno duž ukrštenih veza. Osim preko srednje arterije kolena, manjim delom, a naročito prednji deo prednje ukrštene veze i njeno hvatište na golenjači, ishranjuje se preko krvnih sudova koji dolaze preko podčaišnog masnog jastučeta. Takođe, ishrana prednje ukrštene veze se delimično odvija i iz sinovijalne tečnosti^{59,60}. Na mestu pripoja veze za kost se, po nekim autorima, nalazi avaskularna zona jer nema anastomoza krvnih sudova veza i koštane podloge, dok je druga grupa autora opisala anastomoze između ovih krvnih sudova^{59,61}.



Slika 8. Arterije kolena (preuzeto sa

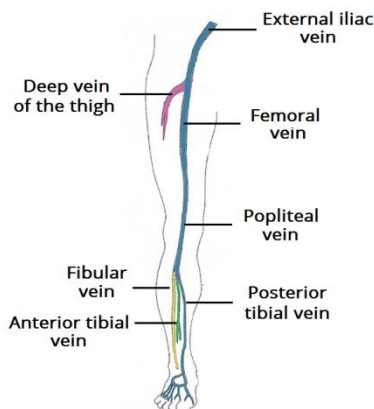
<https://sites.google.com/site/jointssydneyteddikelseyabby/home/knee-joint>)



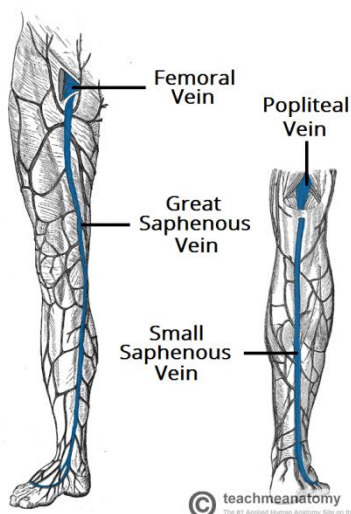
Slika 9. Arterije kolena (preuzeto sa <http://eorif.com/acl-anatomy>)

Krvni sudovi u predelu hvatišta ukrštenih veza imaju oblik lučnih terminalnih petlji tako da je vaskularna mreža ukrštenih veza nezavisna od kosti⁶¹. Mreže krvnih sudova hvatišta u predelu butne kosti i golenjače se pružaju subsinovijalno niz ukrštene veze gradeći periligamentarni splet^{57,58}. Od ovog spleta se poprečno odvajaju manje grane koje se spajaju i tako grade uzdužnu interligamentarnu mrežu⁵⁹. Periligamentarna mreža je razvijenija nego interligamentarna a najmanje vaskularizovani su centralni delovi ukrštenih veza zbog toga što su veze uvijene oko svoje ose što dovodi do kompresije krvnih sudova i do pojave manje vaskularizovane zone središnjeg dela veza^{57,59}. Veruje se da je upravo zbog ovakve vaskularizacije nemoguće zarastanje ukrštenih veza i što ubrzo nakon njihovog kidanja dolazi do atrofije patrljaka^{62,63}. Mreža krvnih sudova prednje ukrštene veze je ređa i oskudnija u odnosu na zadnju ukrštenu vezu^{60,64}, što se može objasniti činjenicom da je zadnja ukrštena veza u boljem kontaktu sa sinovijalnom ovojnicom zadnje kapsule zgloba koja prelazi na hvatišta veze pokrivajući je duž čitave zadnje strane. Treba napomenuti da je vaskularizacija hvatišta ukrštenih veza, pogotovo prednje, na butnoj kosti bolja nego na golenjači^{57,58,59}. Ova činjenica ima klinički značaj u smislu izbora metoda lečenja povreda^{58,59,61}.

Venska drenaža se odvija preko venskih sudova postavljenih uzdužno duž ukrštenih veza a zatim preko vena sinovijalne ovojnice zadnje kapsule zgloba i manjim delom podčashičnog masnog jastučeta⁶⁴.



Slika 10. Duboke vene donjeg ekstremiteta (preuzeto sa <http://teachmeanatomy.info/lower-limb/vessels/venous-drainage/>)

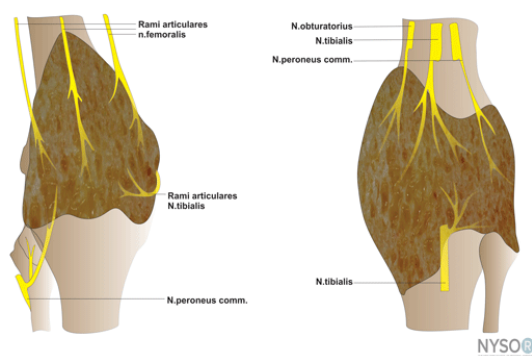


Slika 11. Površne vene donjeg ekstremiteta (preuzeto sa <http://teachmeanatomy.info/lower-limb/vessels/venous-drainage/>)

Inervacija ukrštenih veza kolena se mora posmatrati u sklopu inervacije ostalih veza, mišićnih pripoja i zglobne čaure. Centralni nervni sistem reguliše kretanje na osnovu povratnih informacija svih pomenutih struktura. Zglob kolena je inervisan od strane velikog sedalnog živca (*n. ischiadicus*) od kojeg se odvajaju unutrašnji i spoljašnji zatkoleni živci koji sa zadnje strane prolaze kroz zglobnu kapsulu te preko sinovijalne ovojnice dolaze do ukrštenih veza⁶⁵. Prednji

deo kolena kao i manji deo prednje ukrštene veze su inervisani granama butnog živca (*n. femoralis*). Ukrštene veze kolena imaju veoma razvijenu intra i periligamentarnu mrežu^{66,67,68}. Postoje dve vrste nervnih vlakana – propioceptivna, velika (mehanoreceptori) i nociceptivna, mala. Mehanoreceptori pretvaraju fizičke nadražaja koji se javljaju u toku kretanja, u specifični neuralni signal koji se dovodnim vlaknima prenosi u centralni nervni sistem koji kontroliše i reguliše sve voljne i nevoljne pokrete. Centralni nervni sistem analizira kinesteziju zgloba kolena (poziciju, pokret i ubrzanje) na osnovu sumacije informacija od strane propioceptivnih vlakana a ne na osnovu svakog pojedinačnog pražnjenja mehanoreceptora^{68,69}.

Postoji tri vrste mehanoreceptora u ukrštenim vezama kolena – dve vrste sporoadaptirajućih - Rufinijevi (Ruffini) završeci^{68,69,70} i jedna vrsta brzoadaptirajućih mehanoreceptora - Pačinijeva (Pacini) telašca^{69,70,71}. Sporoadaptirajući mehanoreceptori reaguju na male promene u zategnutosti veze⁶⁹, sila koja je potrebna da ih pobudi je veoma mala a zbog svoje usporene adaptacije imaju mogućnost produženog nadražaja. Brzoadaptirajući mehanoreceptori se aktiviraju na svaki pokret^{69,70,71}. Što se tiče hvatišta ukrštenih veza, postoji veći broj mehanoreceptora u predelu na butnoj kosti nego na golenjači⁷¹. Treba napomenuti da do reakcije mehanoreceptora i slanja povratnih informacija ne dolazi kada je zglob kolena savijen pod uglom od 30 stepeni.



Slika 12. Inervacija kolena (preuzeto sa <http://www.nysora.com/mobile/regional-anesthesia/3012-essentials-of-regional-anesthesia-anatomy.html>)

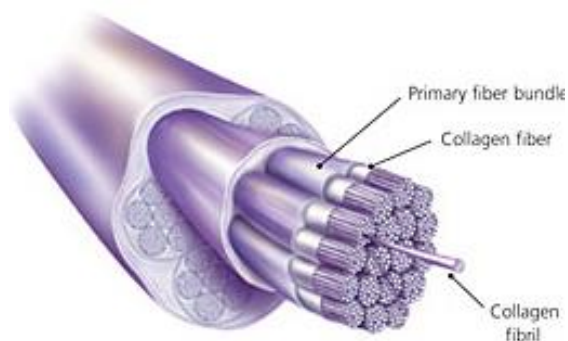
U predelu zgloba kolena, osim mehanoreceptora, postoji i manji broj slobodnih nervnih završetaka (nociceptivna vlakna) koji prenose bol. Oni su veoma mali a prostiru se ispod sinovijalne ovojnice duž mreže krvnih sudova⁷⁰. Najbrojniji su u predelu bočnih veza kolena, zatim u zadnjoj ukrštenoj vezi a najmanje ih je u predelu prednje ukrštene veze^{71,72}.

Ukrštene veze kolena, pomoću svog mehanoreceptornog sistema koji reaguje na tenziju koja je prisutna u toku pokreta zgloba, pružaju centralnom nervnom sistemu informacije o samim ukrštenim vezama kao i o njihovom odnosu sa ostalim strukturama u kolenu omogućavajući mu procenu brzine, pravca kretanja, ubrzanje i poziciju zgloba kolena a samim tim i regulaciju kretanja.

1.3.2. HISTOLOŠKA GRAĐA

Ukrštene veze kolena imaju građu koja odslikava sile koje deluju na njih. Vanćelijski matriks čine paralelni snopovi kolagenih vlakana koji su razdvojeni tanjim retikularnim vlaknima. Kolagena vlakna se protežu paralelno u pravcu delovanja sila i čine 70-80% suve materije tkiva dok elastična vlakna čine 5% suve materije tkiva. Između vlakana se nalaze izdužene ćelije koje na poprečnom preseku imaju zvezdast oblik a imaju karakteristike fibroblasta. Voda čini 60-70% materije. Osim pobrojanog, u vezama se nalazi i proteoglikanski matriks.

Specifičan raspored kolagenih vlakana koji je prilagođen mehaničkom opterećenju omogućava veliku otpornost veza i tetiva na sile izvlačenja i rastezanja. Molekuli kolagena se sastoje od tri polipeptidna lanca koja su međusobno uvijena formirajući oblik spirale koji se se sintetiše u ćelijama a izbacuje se u međućelijski prostor kao prokolagen u solubilnoj formi. Prokolagen (srednja dužina 280-300nm) se u međućelijskom prostoru cepa stvarajući trokolagen (finalni oblik kolagena dužine 1-2nm) čiji se molekuli zatim, polimerizacijom, udružuju stvarajući mikrofibrile dužine 3-4nm od kojih nastaju subfibrili dužine 10-20nm koji udruživanjem sačinjavaju fibrile koji su dužine 50-500nm. Prednja ukrštena veza je sastavljena od dve vrste fibrila - fibrila velikog prečnika, kojih je više, i fibrila malog prečnika. Odnos ove dve vrste fibrila bitno utiče na biomehanička svojstva veze.



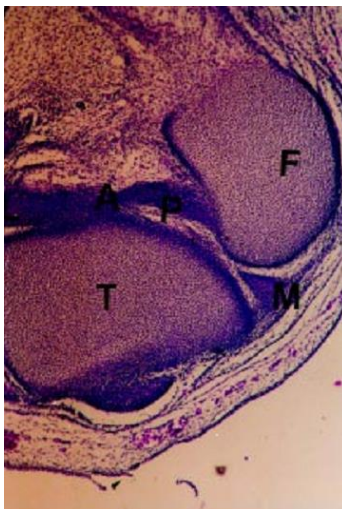
*Slika 13. Histološka građa ukrštenih veza kolena
(preuzeto sa <http://www.aafp.org/afp/2005/0901/p811.html>)*

Između kolagenih vlakana se u međucelijskog supstanci nalazi proteoglikan koji je sastavljen od mukopolisaharida hondroitin sulfata i proteina i čini samo oko 1% suve materije ligamenata. Kolagen je stabilan molekul, njegov poluživot iznosi od 300-500 dana, za razliku od proteoglikana tj. mukopolisaharida koji su mnogo nestabilniji i čiji je metabolizam mnogo brži. Međutim, iako se nalazi u vrlo malim količinama, proteoglikan ima vrlo važnu ulogu u regulisanju fibrilogeneze te na taj način utiče na debljinu kolagenih fibrila. Proteoglikanska jedinica je sastavljena od centralno postavljenog proteinskog filameta koja je mnogobrojnim spojevima vezana za mukopolisaharide tj. glikoaminoglikan. Većina proteoglikana ligamenata je u obliku visokomolekularnih aglomerata formiranih od nekovalentnih veza proteoglikanskih subjedinica sa hijaluronskom kiselinom i vezujućim proteinom. Uloga vezujućeg proteina je da stabilizuje i ojačava građu proteoglikanskih subjedinica i hijaluronske kiseline. Formirani fibrili, zajedno sa fibroblastima uronjeni u proteoglikanski matriks, sačinjavaju fascikuluse, a više povezanih fascikulusa sačinjava ligament (vezu) okružen periligamentom⁷³. Metabolizam proteoglikana je brz i zavistan je od prisutnosti enzima kao što su katepsin D i arilsulfataza, koji su inače normalni intracelularni sastojak, što se koristi u njihovoj analizi. Funkcija, već nabrojanih elastičnih vlakana, u okviru veza i tetiva nije razjašnjena, ali je poznato da u svom sastavu ima glikoproteine.

Sa histološke strane, utvrđena je razlika u građi prednje ukrštene i unutrašnje bočne veze, koja se odnosi na prisustvo fibrila različite debljine, što verovatno ima uicaj na reparatorne procese koji se odvijaju nakon oštećenja ovih veza⁷⁴.

1.3.3. EMBRIONALNI RAZVOJ

Pedeset drugog dana nakon začeća počinju da se razvijaju ukršteni ligamenti, prvo zadnji a zatim i prednji⁷⁵ koji su 55. dana već skoro potpuno formirani sa definitivnom orijentacijom vlakana.

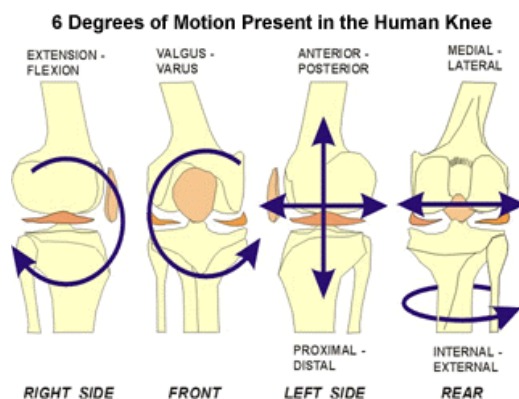


Slika 14. Sagitalni presek kolena kolena embriona starog 23 nedelje; A – prednja ukrštena veza, P – zadnja ukrštena veza, M – medijalni meniskus, T- golenjača (preuzeto iz Ratajczak W. *Early development of the cruciate ligaments in staged human embryos. Folia Morphol* 2000;59(4): 285-90)

1.4. BIOMEHANIKA ZGLOBA KOLENA

U zglobu kolena postoje dva osnovna pokreta – savijanje (*flexio*) i opružanje (*extensio*). Osim ova dva pokreta, u kolenu se vrše i drugi pokreti, čiji je obim mali, a to su: privođenje (*adductio*), odvođenje (*abductio*), spoljašnja i unutrašnja rotacija (*rotatio*) kao i translatorni pokreti – kompresija-distrakcija, unutrašnje-spoljašnja i prednje-zadnja translacija^{37,38,39}. Koleno se, tokom hoda, odupire dejstvu sile stopala tokom kontakta sa podlogom i savladava inerciju noge tokom faze ljuljanja hoda. S obzirom na ovu važnu ulogu tokom hoda, povrede i oboljenja

zgloba kolena dovode do otežavanja ili ugrožavanja životnih aktivnosti i na taj način utiču na fizički i psihički integritet pojedinca i društva u celini.



Slika 15. Pokreti u zglobu kolena (preuzeto sa

<http://thomasbondphysio.blogspot.rs/2014/09/knee-injuries.html>)

Postoje dve vrste stabilizatora koji zajednički omogućavaju funkcionalnu stabilnost kolena: aktivni – pripoji okolnih mišića koji generišu silu pokreta i zaustavljanja, i pasivni – zglobne površine, veze, meniskusi, zglobna kapsula i sila gravitacije koji ograničavaju sve pokrete kolena⁴⁰. Prednja i zadnja ukrštena veza čine centralni ligamentarni aparat kolena koji predstavlja osnovni stabilizator kolena u sagitalnoj ravni i jezgro kinematike zgloba kolena^{76,77,78}. On ima dve suprotne funkcije – omogućava stalnu pokretljivost zglobnih površina butne kosti i golenjače održavanjem stalnog kontakta u svim uglovima fleksije kolena, a sa druge strane ograničava pokretljivost dajući otpor silama koje deluju na koleno tokom kretanja⁶⁶. Ukrštene veze ograničavaju prednje-zadnju translaciju golenjače. Njihova efikasnost zavisi od ugla pod kojim je koleno savijeno. Kada je koleno potpuno opruženo, oba snopa prednje ukrštene veze su paralelna i sva vlakna pod jednakom tenzijom. Kako se koleno savija dolazi do izduživanja i zatezanja prednje-unutrašnjeg snopa a skraćivanja i opuštanja zadnje-spoljašnjeg snopa prednje ukrštene veze^{57,60,67}. Što se tiče zadnje ukrštene veze, sva vlakna, osim njenog zadnje-kosog snopa, su opuštena^{38,39}. Ukrštene veze su osnova pasivne stabilnosti zgloba kolena u sve tri, a ne samo u sagitalnoj ravni^{60,66}. Ove veze su, pored oblika kondila, najznačajnije za normalnu kinematiku kolena^{79,80} a pokazano je i da one imaju značajnu ulogu i u prenošenju opterećenja prilikom hoda. Pri savijanju kolena većem od 45 stepeni prednje-unutrašnji snop prednje ukrštene veze prenosi 90-95% opterećenja a pri potpuno opruženom kolenu obe ukrštene veze prenose

podjednako opterećenje^{61,65}. Treba napomenuti i da su tenziona sile kojima su ove veze izložene veće ukoliko je brzina kretanja veća^{54,61} što je najverovatnije posledica strukture i rasporeda kolagenih vlakana.

Mnogi autori su, uz pomoć kompjuterske tehnologije, vršili istraživanje kinematike kolena u sve tri dimenzije^{81,82} u kojima su pokazali da odnos struktura u zglobu kolena zavisi puno od dejstva spoljne sile, tj. opterećenja. Pa tako, ukoliko je koleno savijeno bez opterećenja, ne dolazi do unutrašnje rotacije golenjače ali ukoliko postoji sasvim mala aksijalna sila koja deluje na kolena, pri savijanju dolazi i do unutrašnje rotacije golenjače⁵⁴. U slučaju dejstva male sile na golenjaču sa prednje strane dolazi isto do unutrašnje rotacije golenjače prilikom savijanja a ukoliko sila deluje sa zadnje strane golenjače dolazi do spoljašnje rotacije^{57,61,83,84}. Ovo objašnjava pojavu da u potpuno savijenom položaju kolena dolazi do unutrašnje rotacije potkolenice a u potpuno opruženom položaju do spoljašnje rotacije. Pri savijanju od 40 do 90 stepeni se koleno ponaša kao šarkasti zglob a izlaženjem iz tog opsega dolazi do rotacije potkolenice uz mogućnost valgus ili varus položaja.

Može se na kraju zaključiti da je kinematika kolena rezultat kombinovanog i balansirano delovanja unutrašnjih i spoljašnjih sila a da je koleno kompleksan skup asimetrično pokretnih delova koji prihvataju, prenose i razlažu sile opterećenja nastale na donjem okrajku butne kosti i gornjem okrajku golenjače. Centralni nervni sistem kontroliše okolne mišiće koji predstavljaju generatore pokreta i zaustavljanja, a tokom kretanja, pomoću mehanoreceptora, vrši kontrolu i odgovara na spoljašnje sile kojima je koleno izloženo⁵⁴.

1.5. POVREDE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

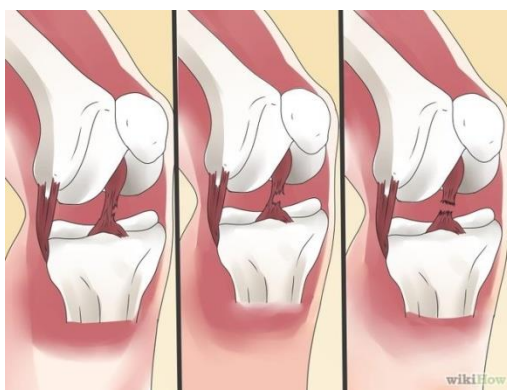
Poslednjih godina je incidencija povreda prednje ukrštene veze u porastu što zbog povećanog nivoa aktivnosti, što zbog same anatomije zgloba kolena i njegovih funkcionalnih karakteristika. Povećana incidencija je uslovlila sa svoje strane i razvoj savremene dijagnostičke tehnologije kao i usavršavanje hirurških tehnika prilikom rekonstruktivnih zahvata. Godišnje se u Sjedinjenim Američkim Državama uradi između 80 i 100 hiljada rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena. Lečenje i rehabilitacija su često dugotrajni i skupi a do potpunog oporavka može da prođe i više od šest meseci.

Postoje tri stepena povrede prednje ukrštene veze kolena definisana od strane Komiteta za medicinski aspekt sporta Američkog lekarskog udruženja⁸⁵:

I stepen – prekid manjeg broja vlakana veze što se klinički manifestuje kao osetljivost u predelu kolena ali bez nestabilnosti.

II stepen – prekid većeg broja vlakana veze što se klinički manifestuje kao gubitak funkcije i adekvatne reakcije zgloba ali bez nestabilnosti.

III stepen – potpuni prekid prednje ukrštene veze što se klinički manifestuje kao velik gubitak funkcije sa sledstvenom nestabilnošću zgloba kolena.



Slika 16. Stepeni povreda prednje ukrštene veze kolena (preuzeto sa <http://www.wikihow.com/Confirm-a-Partial-ACL-Tear>)

Zbog specifične vaskularizacije prednje ukrštene veze kolena, zarastanje kod potpunog prekida nije moguće^{55,86} tako da dolazi do atrofije patrljaka^{57,58} u periodu od dve⁹³ do osam nedelja⁸⁷. Patrljci se vremenom resorbuju tako da se nakon godinu dana mogu primetiti samo mali delovi na pripojima. Nakon tri meseca od povrede, u većini slučajeva, dolazi do degenerativnih promena na hrskavici zgloba^{89,90}. Kod delimičnog prekida prednje ukrštene veze je, po mišljenju nekih autora, zarastanje moguće ali otežano^{30,48} i odvija se u tri faze:

I faza (faza inflamacije) – prva 72h; nakupljanje seroznog izliva u prednjoj ukrštenoj vezi i okolnoj sinovijalnoj ovojnici

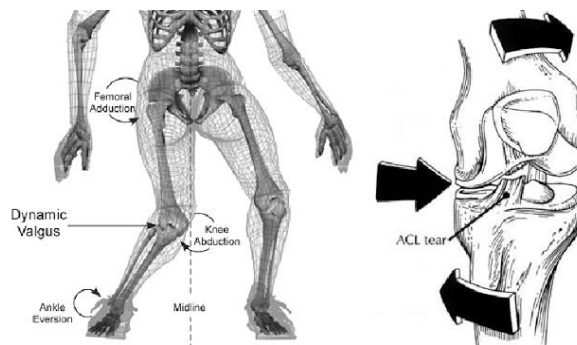
II faza (faza ćelijske proliferacije i reparacije matriksa) – šest nedelja; aktivacija fibroblasta i stvaranje granulacionog tkiva i kolagenih vlakana što dovodi do formiranja ovog vanćelijskog matriksa

III faza (faza remodelacije) – više meseci; sazrevanje novostvorenog vanćelijskog matriksa

Bitno je napomenuti da ukrštena veza koja je zarasla na ovakav način više nema otpornost i mehaničke karakteristike kao veza koja nije povređena¹²². Kod prekida koji obuhvata ćetvrtinu vlakana prednje ukrštene veze retko dolazi do potpunog prekida, kod prekida polovine vlakana ćak u 50% slućajeva dolazi do potpunog prekida a kod prekida tri ćetvrtine vlakana u 86% slućajeva dolazi do potpunog prekida⁸⁸.

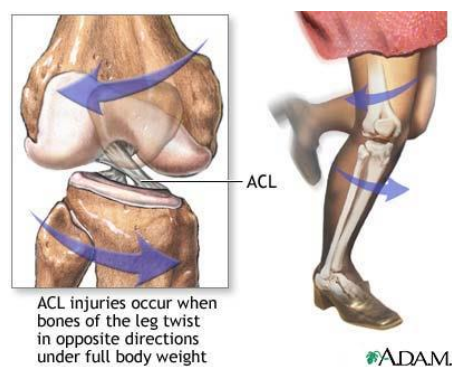
1.5.1. MEHANIZAM NASTANKA POVREDE

Postoji ćetiri mehanizma povrede prednje ukrštene veze kolena⁸⁹. Najćešći mehanizam je odvođenje, savijanje i unutrašnja rotacija golenjaće (spoljašnja rotacija kolena) koji dovodi do povrede unutrašnje strane zgloba kolena – unutrašnje boćne veze, prednje ukrštene veze i unutrašnjeg meniskusa. Od snage sile koja deluje na koleno zavisi da li će doći do povrede jedne, dve ili sve tri strukture^{90,91,92}. Sledeći, ređi mehanizam je primicanje, savijanje i spoljašnja rotacija golenjaće koji dovodi do ošćećenja spoljašnje strane zgloba kolena^{85,93}. Treći mehanizam je hiperekstenzija, tj. forsirano i prekomerno opružanje kolena koji najćešće dovodi do kidanja prednje ukrštene veze a u slućaju dužeg delovanja sile i njenog pojaćanja dolazi do istezanja i kidanja zadnje kapsule i zadnje ukrštene veze kolena⁸⁵. Poslednji, ćetvrti, mehanizam je prednje-zadnje išćašenje kolena koji dovodi do kidanja samo prednje ili obe ukrštene veze u zavisnosti od pravca išćašenja golenjaće^{29,85}.



Slika 17. Mehaniizam povrede prednje ukrštene veze kolena (preuzeto sa <http://strengthtrainingforyou.blogspot.rs/2015/07/acl-reconstruction-and-rehab.html>)

Anatomska veza između povreda ukrštenih veza, meniskusa i unutrašnjeg ligamentarnog kompleksa je objašnjena 1941. godine⁹⁴ dok je 1944. godine pokazano da rotacija i odvođenje potkolenice dovodi do kombinovanih povreda prednje ukrštene i unutrašnje bočne veze⁹⁵. O'Donoghue i saradnici⁹⁶ su 1950. godine definisali “nesrećnu trijadu” koja nastaje dejstvom sile na potkolenicu dok je ona u položaju odvođenja i spoljašnje rotacije, a uključuje prekid prednje ukrštene veze, prekid unutrašnje bočne veze i oštećenje unutrašnjeg meniskusa. Godine 1974. u istraživanju na kadaverima je detaljno opisan mehanizam kidanja prednje ukrštene veze – pri spoljašnjoj rotaciji potkolenice od 40 do 50 stepeni dok je koleno savijeno pod uglom od 90 stepeni isteže se a zatim i kida unutrašnji kapsularni ligament a ukoliko dođe i do delovanja sile odvođenja dolazi do kidanja unutrašnje bočne a daljim delovanjem ili pojačanjem sile dolazi do kidanja i prednje ukrštene veze⁸⁹.



Slika 18. Mehaniizam povrede prednje ukrštene veze kolena (preuzeto sa http://cutemolin.blogspot.rs/2014_08_01_archive.html)

Razmatrajući ulogu međukondilarnog useka u povredama prednje ukrštene veze kolena, 1987. godine su Feagin i saradnici uveli pojam “sindrom suženog međukondilarnog useka” koji se odnosi na pojavu da kod suženog međukondilarnog useka opružanje potkolenice, koja je u unutrašnjoj rotaciji, dolazi do zatezanja zadnje-spoljašnjeg snopa prednje ukrštene veze i njenog potiskivanja na međukondilarni greben što dovodi do njene autoamputacije⁹⁷. Godine 2002. je utvrđeno postojanje tri geometrijska oblika međukondilarnog useka a i otkriveno je da je kod žena ovaj usek manje okrugao što može imati značaja u mehanizmu povreda prednje ukrštene veze kolena⁹⁸.

Treba napomenuti da neki autori smatraju da kidanje prednje ukrštene veze ne može da bude izolovana povreda što su zaključili nakon izvršenih eksperimenata u kojima su uvek nastajale udružene povrede drugih menisko-ligamentarnih struktura^{99,100}. Sa druge strane, opisan je slučaj kidanja prednje ukrštene veze kolena bez udruženih povreda kod fudbalera gde je kidanje nastalo u položaju hiperekstenzije kolena sa unutrašnjom rotacijom potkolenice uz fiksirano stopalo i jak udarac u koleno sa prednje-spoljašnje strane¹⁰¹. Takođe, McMaster i saradnici¹⁰² su pokazali da je izolovano kidanje prednje ukrštene veze kolena često kod sportista i da nastaje kada je koleno u opruženom položaju a potkolenica u unutrašnjoj rotaciji.

Postoji još jedan mehanizam koji dovodi do izolovanog kidanje prednje ukrštene veze kolena a to je doskok na savijeno koleno posle odskoka ili pada sa visine kod padobranaca. Povreda nastaje tako što ligament čašice vuče golenjaču napred a težina tela gura butnu kost pozadi uzrokujući izlaganje prednje ukrštene veze velikoj sili pri kojoj može doći do kidanja ove veze. Treba napomenuti da uz izolovano kidanje prednje ukrštene veze često dolazi i do distenzija kapsule i struktura unutrašnje i spoljašnje strane kolena koje se često previde tako da je oporavak često duži nego što se u početku očekuje¹⁰³.

Kao što je već pomenuto, uz povredu ukrštenih veza su veoma česte udružene povrede meniskusa u čak 37% do 86% slučajeva a nešto ređe i zglobne kapsule i ostalih struktura kolena^{104,105,106}. Klinički značaj udruženih povreda je da one dovode do veome brze pojave degenerativnih procesa hrskavice zglobnih površina kolena^{107,108}.

1.5.2. UZROCI POVREDA I FAKTORI RIZIKA ZA NASTANAK POVREDA

Povrede prednje ukrštene veze kolena najčešće nastaju u sportskim aktivnostima i to bez kontakta, kao i u saobraćajnim udesima. Većina povreda nastaje u aktivnostima bez kontakta^{109,110}. U studiji koja je rađena u našoj zemlji 2010. godine je pokazano da je kod 36% ispitanika uzrok kidanja prednje ukrštene veze bio doskok prilikom igranja košarke, odbojke ili rukometa, dok je kod 29% ispitanika uzrok bila promena pravca¹¹¹.

Faktori rizika za nastanak povrede prednje ukrštene veze kolena su: ženski pol, mala međukondilarna jama, smanjena dubina medijalnog tibijalnog platoa, povećan nagib tibijalnog platoa, povećan prednje-zadnji laksitet kolena i povećan BMI u žena¹¹².

1.5.3. DIJAGNOSTIKA POVREDA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

Dijagnoza povreda prednje ukrštene veze se postavlja na osnovu anamneze, kliničkog pregleda i pomoćnih dijagnostičkih metoda. Pravovremeno i pravilno postavljanje dijagnoze je neophodno radi planiranja odgovarajućeg lečenja. U slučaju da se dijagnoza ne postavi na vreme dolazi do pojave hroničnog nestabilnog kolena koje dovodi do pojave degenerativnih promena iako je u nekim slučajevima svežih povreda, čak i iskusnom ortopedu, izuzetno teško da postavi tačnu dijagnozu.

ANAMNEZA

Anamneza se mora uzeti strpljivo i detaljno. Neophodno je saznati tačan mehanizam povređivanja. Pacijenti često navode da je do povrede došlo prilikom nagle promene pravca kretanja i ubrzanja sa rotacijom kolena dok je stopalo fiksirano za podlogu kao i prilikom rotacije kolena prilikom doskoka kada su osetili da je “nešto krcnulo” ili “nešto puklo” u kolenu nakon čega je došlo do gubitka stabilnosti tj. “otkazivanja” kolena (“giving way” engl). Takođe se mora obratiti pažnja na trenutne subjektivne tegobe. Značajno je da se naglasi da u nekim slučajevima, iako je kapsulo-ligamentarna povreda kolena teška, pacijent nema izražene subjektivne tegobe zbog toga što se krv razliva oko kolena dok često kod blažih povreda gde zglobova kapsula nije povređena, pacijent oseća jake bolove zbog toga što se sva krv iz povređenih struktura zadržava unutar zglobova kapsule i rasteže je.

KLINIČKI PREGLED

Klinički pregled ima najveći značaj u dijagnostici povreda prednje ukrštene veze kolena a sastoji se od inspekcije, palpacije i kliničkih testova za ispitivanje meniskusa i veza kolena. Bitno je da se naglasi da se uvek pregledaju oba kolena, prvo zdravo a zatim povređeno.

Inspekcijom se kod svežih povreda prednje ukrštene veze može uočiti otok kolena. Povreda prednje ukrštene veze uzrokuje velik, bolan otok u toku nekoliko prvih a najviše dvadeset četiri časa od povrede^{85,113} a uzrokovan je pucanjem krvnih sudova koji ishranjuju prednju ukrštenu vezu mada ni njegovo odsustvo ne znači da prednja ukrštena veza nije povređena. Ponekad je otok minimalan ili odsutan. Neophodno je odrediti lokalizaciju izliva. Lokalizovan otok na jednoj strani kolena nije pokazatelj unutarzglobnog izliva već lokalnog tkivnog rascepa tako da je bitno napraviti razliku između lokalizovanog tkivnog otoka i difuznog otoka celog zgloba koje je uzrokovano prisustvom krvi u kolenu (*haemarthros*). Kod većih svežih povreda je, pored otoka, prisutan i krvni podliv oko zgloba kolena ili gornjeg dela potkolenice koji se javlja nekoliko sati nakon povređivanja. Kod zastarelih povreda prednje ukrštene veze je vidljiva hipotrofija unutrašnjeg stegenon mišića (*m. vastus medialis*) koja je uzrokovana imobilizacijom i/ili smanjenom funkcijom kolena zbog bola.



Slika 19. Povreda prednje ukrštene veze kolena (preuzeto sa <http://www.miamisportsmedicine.com/ACLTears.html>)

Palpacijom se utvrđuje priroda otoka u predelu kolena i procenjuje osetljivost i povreda bočnih veza kolena. Za utvrđivanje da li je otok u predelu kolena uzrokovan izlivom se koristi test “balotmana čašice”. Ovaj test se izvodi tako što se dlanom jedne ruke istisne tečnost (ako postoji) iz suprapatelarnog špaga put distalno a drugom rukom se pritiska čašica da se proveri da li postoji elastično ugibanje čašice ka kondilima butne kosti. Palpiranje bočnih veza kolena se izvodi tako što se unutrašnja palpira od vrha unutrašnjeg epikondila butne kosti, unutrašnjom stranom zgloba kolena, do prednje-unutrašnje strane platoa golenjače, gde se ova veza pripaja svojim donjim krajem. Spoljašnji se palpira od vrha spoljašnjeg epikondila butne kosti, spoljašnjom stranom zgloba kolena, do vrha glave lišnjače^{114,115}. Bitno je napomenuti i da je češće povređen gornji pripoj unutrašnje bočne a donji pripoj spoljašnje bočne veze kolena. Ukoliko je prisutna bolnost na palpaciju ovih veza neophodno je sprovesti stres-testove.

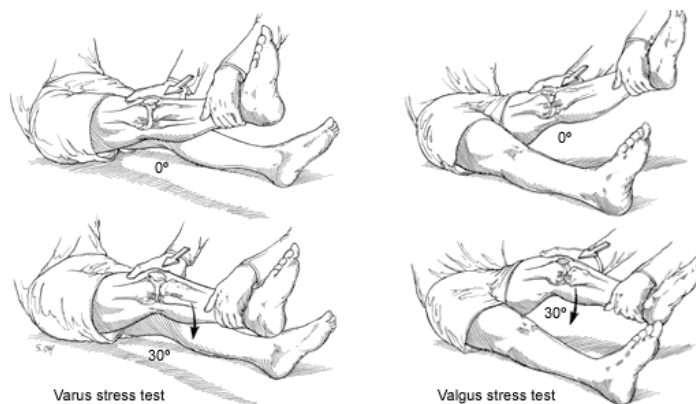


Slika 20. Palpacija kolena (preuzeto sa http://www.kneeclinic.info/knee_sports_injuries.php)

Specijalni klinički testovi su razvijeni radi dijagnostike - testiranja povreda veza kolena, određivanje tipa i stepena nestabilnosti, kao i radi procene postoperativnih rezultata rekonstrukcija kapsuloligamentarnog aparata kolena. Ovi testovi su:

- a) Stres testovi za bočne veze kolena
 1. Valgus (abdukcioni) stres test – koristi se za ispitivanje integriteta unutrašnje bočne veze kolena.
 2. Varus (addukcioni) stres test – koristi se za ispitivanje integriteta spoljašnje bočne veze kolena.

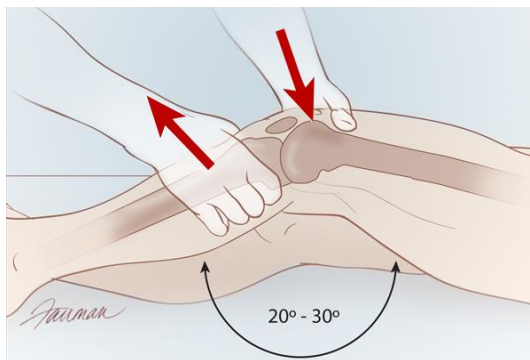
Ukoliko se bol koji je prisutan prilikom palpacije predela bočnih veza kolena, pojača prilikom izvođenja ovih testova to je siguran znak lezije ovih veza. Stepem oštećenja se određuje veličinom “otvaranja” zgloba ka unutra odnosno ka spolja. U slučaju da su ovi testovi pozitivni kada je koleno savijeno pod uglom od 30 stepeni to je pouzdan znak potpunog prekida bočne veze. Ukoliko su oni pozitivni kada je koleno potpuno ispruženo to može biti znak kidanja zglobne kapsule i ukrštenih veza kolena, često prednje ukrštene veze.



Slika 21. Stres-testovi (preuzeto sa <http://www.aafp.org/afp/2003/0901/p907.html>)

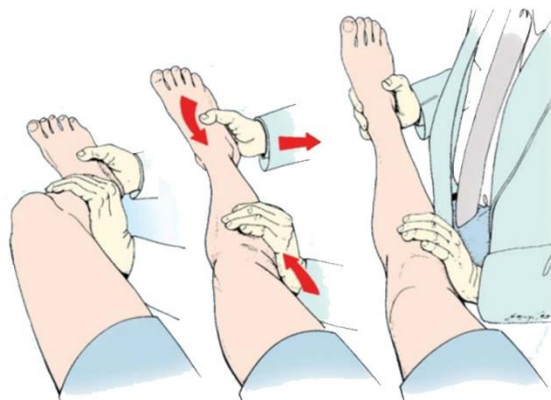
b) Testovi prednje nestabilnosti kolena – dva najpreciznija su^{116,117,118}:

1. Lachman test¹¹⁹ – ovaj test se prvo izvodio tako što pacijent leži na leđima sa kolenom savijenim pod uglom od 15 stepeni ali se sada radi sa kolenom savijenim pod uglom od 30 stepeni. Stopalo je petom oslonjeno na podlogu a potkolenica je u neutralnoj rotaciji. Jedna ruka stabilizuje butnu kost tako što se nalazi na suprakondilarnom delu sa spoljašnje strane natkolenice dok druga ruka hvata gornji okrajak golenjače sa zadnje-unutrašnje strane i povlači ga put napred (Slika 22). Lachman test je pozitivan ukoliko nema jasne tačke zaustavljanja golenjače (engl. “end point”), tj. ako je zaustavljanje “meko” a smatra se pozitivnim i ukoliko dolazi do gubitka normalnog konkavnog oblika veze čašice. Ovaj test je negativan ukoliko postoji jasna tačka zaustavljanja.



Slika 22. Lachman test (preuzeto sa <http://www.clinicaladvisor.com/tests-to-assess-acl-rupture/slideshow/394/>)

2. Pivot shift test (test subluksacionog preskoka)^{29,111} – se izvodi tako što pacijent leži na leđima. Kuk i koleno su savijeni pod uglom od 90 stepeni a potkolenica u unutrašnjoj rotaciji tako što se jedna ruka postavi na stopalo. Pošto se koleno orijentiše u valgus položaj, snažnim pritiskom druge ruke u gornje–spoljašnji deo potkolenice započinje opružanje kolena i istovremena spoljašnja rotacija stopala (slika 23). Test je pozitivan ako pod uglom od 30 stepeni nastaje preskok u zglobu kolena uzrokovan prednjom subluksacijom golenjače što se dešava zbog nedostatka prednje ukrštene veze. Test je negativan ukoliko nema preskoka što znači da je prednja ukrštena veza očuvana. Odvođenje ispitivane noge u kuku značajno povećava izražajnost testa. Ovaj test se najlakše izvodi kada je pacijent maksimalno relaksiran a visoko je specifičan za prekid prednje ukrštene veze kolena ukoliko se radi u anesteziji¹²⁰.



Slika 23. Pivot shift test (preuzeto sa <http://travmaorto.ru/24.html>)

Treba pomenuti da se rotatorna nestabilnost kolena može ispitivati i pomoću drugih testova kao što su Slocum-ov “Anterior rotary drawer test”²⁵ i Hughston-ov “Jerk test”⁹⁷ ali najveći značaj ipak imaju Lachman i Pivot shift test.

Bitno je ukazati na razliku između nestabilnosti koja se definiše kao simptom povećanog obima pokreta i mobilnosti zgloba uzrokovan povredom veze, i laksiteta koji predstavlja fiziološku “labavost” zgloba koja nije uzrokovana povredom a može da bude prisutna kod gimnastičara i češća je u žena. Precizan klinički pregled je teško sprovesti kod svežih povreda kolena zbog bola i mišićnog spazma te je, u slučajevima nejasnog nalaza, potrebno ponoviti pregled kada prođe akutna faza i to obavezno uz pregled suprotnog zdravog kolena iako neki autori smatraju da suprotno zdravo koleno ne može da bude kontrolna grupa¹²¹. Takođe, kod svežih povreda, za vreme pregleda, može doći do refleksnog zatezanja zadnje lože mišića buta zbog zategnutosti kapsule usled prisustva izliva tj. krvi u kolenu¹²² što je izuzetno bolno za pacijenta a onemogućava pravilno izvođenje kliničkih testova. Neki autori preporučuju izvođenje kliničkog pregleda povređenog kolena isključivo u opštoj anesteziji^{69,94,95,123} sa argumentom da je tačnost u postavljanju dijagnoze prilikom pregleda bez anestezije 48% a u anesteziji 83%. Međutim, to je nepraktično i neizvodljivo u praksi.

Sa druge strane, kod hroničnih slučajeva, klinički pregled je jednostavniji zbog toga što izvođenje ovih testova nije bolno za pacijenta^{69,94,95,99}.

Što se tiče pouzdanosti, smatra se da Lachman test daje najveću verovatnoću za postavljanje prave dijagnoze ali ukoliko je negativan, to ne mora da znači da prekida prednje ukrštene veze nema, zbog toga što izvođenje ovog testa prouzrokuje maksimalnu zategnutost većine veza u kolenu⁷⁹.

1.5.4. DOPUNSKA DIJAGNOSTIKA POVREDA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

Ove metode uključuju radiografiju, magnetnu rezonancu, kompjuterizovanu tomografiju, artrometriju, artroskopiju i spektralnu koštanu scintigrafiju.

Radiografsko snimanje je obavezno kod svake sveže povrede zgloba kolena i to u dve osnovne projekcije - prednje-zadnja (AP, anteroposteriorna) i profilna kako bi se isključilo postojanje avulzije koštanih pripoja veza ili udruženih povreda^{75,124}. Treba pomenuti Segondov znak¹⁰ (Slika 24) koji je patognomoničan za prekid prednje ukrštene veze kolena a koji predstavlja mali avulzioni prelom ivice spoljašnjeg kondila golenače sa pripadajućim pripojem zglobne kapsule i koji je vidljiv na standardnom radiografskom snimku u prednje-zadnjoj projekciji^{29,68,122,125,126}.



Slika 24. Segondov znak (preuzeto sa <http://www.wikiradiography.net/page/Segond+Fracture>)

Osim osnovnih projekcija koristi se i stres radiografija u frontalnoj i sagitalnoj ravni. Princip je da ukoliko se pri izvođenju testa fioke na radiografiji dobije prednje-zadnje pomeranje golenjače za 3mm, velika je verovatnoća da je došlo do prekida prednje ukrštene veze⁶⁸ a ukoliko se pri izvođenju valgus stres testa na radiografiji dobije “otvaranje” zgloba ka unutra za više od 4mm u odnosu na suprotnu stranu, velika je verovatnoća da je došlo do prekida unutrašnje bočne veze. Treba napomenuti da procenat uspešnosti ove metode varira kod različitih autora ali ono što je zajedničko stanovište je da ova metoda ima vrednost samo kod kompletnih prekida veza kolena dok se za delimične prekide ne može smatrati pouzdanom. Ovo je potvrđeno rezultatima radiološkog ispitivanja Lachman testa sprovedenog 1993. godine koje je obuhvatilo 35 ispitanika kod kojih je hirurškim putem dokazan prekid prednje ukrštene veze kolena¹²⁷. Osetljivost ovog ispitivanja kod kompletnog prekida je bio 95% a kod delimičnog samo 23%. Dodatni problem predstavlja činjenica da se ovaj pregled mora vršiti u opštoj anesteziji zbog toga što se bez anestezije mogu dobiti lažno negativni rezultati.

Treba samo pomenuti artrografiju kolena koja je skoro potpuno prestala da se koristi u kliničkoj praksi kao dijagnostička metoda a danas ima samo istorijski značaj.

Dijagnostička metoda koja je omogućila revolucionarni napredak u proceni mekotkivnih povreda kolena je magnetna rezonanca (MRI) (Slika 25 i 26). Ova metoda je veoma sigurna za otkrivanje povrede prednje ukrštene veze snimanjem u tri ravni (sagitalna, frontalna i koronalna) i to u 95-98,8% slučajeva^{128,129,130} a uz to je neinvazivna i nema jonizujućeg zračenja te se stoga često koristi. Pored dijagnostičke primene, MRI je izuzetno dobra metoda i za evaluaciju postoperativnih rezultata s obzirom da prikazuje strukture koje se ne vide radiografski niti artroskopski, kao što su npr. ciste subhondralne kosti^{131,132} i “kissing contusion” (prelom zadnje strane spoljašnjeg kondila golenjače uzrokovan sudarom butne kosti i golenjače pri ekstremnom valgus položaju)^{133,134,135}.



Slika 25. MRI snimak intaktne prednje ukrštene veze (preuzeto sa <http://www.nwoa.com/knee/>)



Slika 26. MRI snimak pokidane prednje ukrštene veze (preuzeto sa <http://www.nwoa.com/knee/>)

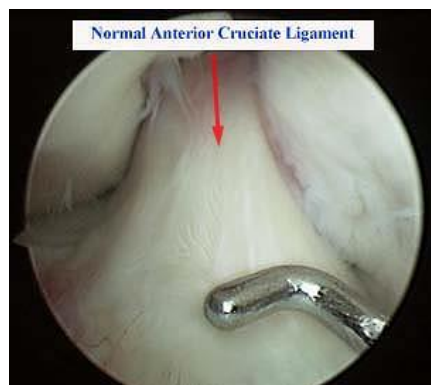
Kompjuterizovana tomografija (CT) (Slika 27) se koristi u dijagnostici slučajeva koji nisu mogli biti razjašnjeni upotrebom magnetne rezonance s obzirom da je primenom artrografske kompjuerizovane tomografije pomoću dvostrukog kontrasta moguće uočiti defekt prečnika 3mm a pouzdanost u dijagnostici prekida prednje ukrštene veze iznosi 96,6%¹³⁶. Mora se naglasiti da kompjuerizovana tomografija nije metoda izbora za dijagnostiku prekida prednje ukrštene veze zbog velike količine jonizujućeg zračenja kojem je pacijent izložen kao i neophodne primene kontrastnih sredstava.



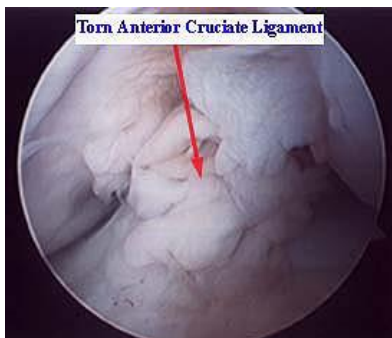
Slika 27. CT snimak pokidane prednje ukrštene veze (preuzeto sa <http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.2232011024>)

Artrometrija kao dijagnostička metoda skoro da i nema nikakav značaj ali je bitna za procenu stabilnosti kod hroničnih lezija veza kolena, kao i nakon operativnog lečenja, jer omogućava objektivno upoređivanje preoperativnog i postoperativnog nalaza pomeranja golenjače u odnosu na butnu kost izraženo u milimetrima, minimizirajući subjektivan stav ortopeda prilikom kliničkog pregleda^{137,138,139,140}.

Artroskopija (Slika 28 i 29) se kao dijagnostička metoda koristi izuzetno retko, u nejasnim slučajevima, s obzirom na postojanje i razvoj neinvazivnih metoda. Danas se koristi u lečenju povreda meniskusa i koštano-hrskavičavih lezija¹⁴¹.

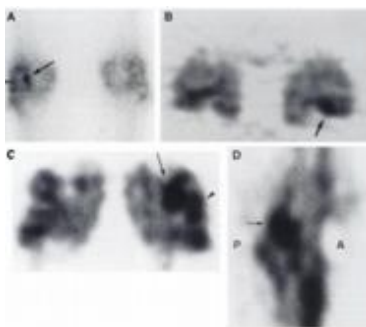


Slika 28. Artroskopski snimak intaktne prednje ukrštene veze (preuzeto sa http://www.emedx.com/emedx/diagnosis_information/knee_disorders/acl_arthroscopic_pictures_normal_and_torn.htm)



Slika 29. Artroskopski snimak pokidane prednje ukrštene veze (preuzeto sa http://www.emedx.com/emedx/diagnosis_information/knee_disorders/acl_arthroscopic_pictures_normal_and_torn.htm)

Spektralna koštana scintigrafija (Slika 30) se radi u retkim slučajevima gde je klinička slika izmenjena kao i u slučajevima kod kojih nije moguće primeniti opisane dijagnostičke metode. Ovom metodom se može registrovati pojačana aktivnost na oba pripoja, češće na gornjem, prednje ukrštene veze¹⁴².



Slika 30. Spektralna koštana scintigrafija; pojačana aktivnost na mestima oštećenja u predelu platoa golenjače (preuzeto sa <http://jnm.snmjournals.org/content/37/8/1353.full.pdf>)

Treba naglasiti da je, u najvećem broju slučajeva, ukoliko se anamneza i klinički pregled pravilno urade, moguće postaviti tačnu dijagnozu prekida prednje ukrštene veze kolena. U slučajevima kada to nije moguće ili je nalaz nejasan, metoda izbora je svakako magnetna rezonanca.

1.5.5. LEČENJE POVREDA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

Lečenje povreda ove veze može biti neoperativno i operativno a postoji mnogo neslaganja vezano za lečenje, pogotovo svežih povreda. Da bi se povrede ove veze lečile na pravi način neophodno je poznavanje njihove građe, uloge i biomehanike, udruženost drugih povreda kao i zahteve i očekivanja samog pacijenta. S obzirom da je cilj rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena ponovno uspostavljanje stabilnosti kolena, održanje obima pokreta kao i odlaganje pojave degenerativnih promena hrskavice i meniskusa i zaštita kolena od dodatnih povreda, pri razmatranju metode lečenja neophodno je uzeti u obzir uzrast pacijenta, profesiju, nivo fizičke aktivnosti pre povrede, udružena lokalna patološka stanja kao i motivisanost pacijenta za adekvatno lečenje.

1.5.5.1. REKONSTRUKCIJA PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

Indikacija za operativno lečenje, tj. rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena postoji kod aktivnih sportista koji žele da nastave sportske aktivnosti nakon povrede ukrštene veze, kod osoba sa prekidom prednje ukrštene veze i udruženom reparabilnom povredom meniskusa, kod osoba kod kojih postoje multiligamentarne povrede kolena kao i kod osoba sa izraženom nestabilnošću kolena tokom uobičajenih dnevnih aktivnosti¹⁴³. Rekonstrukcijom ove veze se omogućava nesmetano obavljanje uobičajenih dnevnih aktivnosti i vraćanje sportskih aktivnosti pacijenta na nivo pre povrede.

Treba napomenuti da prednja ukrštena veza makroskopski i artroskopski može da izgleda potpuno očuvana ali da se pod elektronskim mikroskopom može ustanoviti obiman prekid kolagenih vlakana te se istraživanjem došlo do zaključka da je kod delimičnog prekida prednje ukrštene veze zaštita kolena u ranoj fazi izuzetno značajna⁸⁹.

Lečenje zavisi od stepena povrede pa je tako kod povrede prednje ukrštene veze kolena I stepena lečenje neoperativno, simptomatsko a podrazumeva poštedu od posla uz elastičnu bandažu kolena i lokalno hlađenje u trajanju od nekoliko dana. Lečenje povrede II stepena je takođe neoperativno uključuje postavljanje natkolene imobilizacije⁶⁸ (gips, ortoza) u trajanju od četiri do šest nedelja a zatim sprovođenje rehabilitacionog lečenja. Treba naglasiti da rezultati ovakvog lečenja zavise od prirode same povrede, uzrasta, udruženih patoloških stanja kolena,

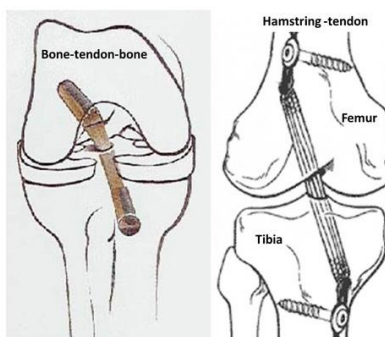
jačine miškulature ali i psihičke konstitucije pacijenta, pa tako kod polovine pacijenata lečenih na ovaj način ostaje određen stepen nestabilnosti kolena uz pojavu bola, izliva i slabosti mišića, a kao posledica svega toga dolazi do smanjenja obima svakodnevnih i profesionalnih aktivnosti^{144, 145, 146}. Kod takmičarskih sportista su rezultati bolji a samim tim i povratak svakodnevnim i takmičarskim aktivnostima mnogo brži¹⁴⁷.

Što se tiče potpunog prekida prednje ukrštene veze kolena, bez udruženih povreda drugih struktura u kolenu, u većini slučajeva je indikovano operativno lečenje^{124,148} ali se mora uzeti u obzir starost pacijenta, prisustvo udruženih povreda i eventualno degenerativnih promena, nivo fizičke i sportske aktivnosti, profesija i motivacija pacijenta. Jedino stanje gde ne postoji dilema oko operativnog lečenja jeste koštano otrgnuće pripoja ukrštene veze na butnoj kosti ili golenjači – u tom slučaju postoji apsolutna indikacija za ranu fiksaciju koštanog fragmenta^{149,150}. Stariji pacijenti sa izolovanim prekidom prednje ukrštene veze mogu da budu lečeni neoperativno ukoliko nemaju velikih funkcionalnih poteškoća i ako su spremni da smanje nivo fizičkih aktivnosti ali im se mora skrenuti pažnja na posledice neoperativnog lečenja - razvoj degenerativnih promena hrskavice kolena i naknadne povrede meniskusa^{121,123}.

Potrebno je naglasiti da je nestabilnost kolena, pored bola i povremenih izliva, najznačajnija posledica kasno dijagnostikovanih i neadekvatno lečenih prekida ukrštenih veza kolena. Ona je osnovni uzrok poremećaja funkcije kolena a ukoliko postane hronična, završava se osteoartrozom sa jasno vidljivim znacima na radiogramu – koštano-hrskavičave lezije, defekti kondila butne kosti i golenjače, subhondralna skleroza, osteofiti, subhondralne ciste, kalcifikacije veza i meniskusa, suženje zglobne pukotine i poremećaji osovine donjeg ekstremiteta. Stoga, lečenje hronične nestabilnosti kolena mora da bude operativno, ukoliko fizikalno lečenje ne da rezultate¹⁵¹.

Postoji više operativnih tehnika rekonstrukcije prednje ukrštene veze ali se u poslednjih dvadeset godina najčešće koriste modifikovana Klensijeva (Clancy) tehnika gde se kao kalem koristi srednja trećina ligamenta čašice kao kost-tetiva-kost (BTB) kalem, i operativna tehnika gde se kao kalem koriste četvorostruko presavijene tetive pregibača kolena (polutetivnog i pravog unutrašnjeg mišića buta) i to kao auto ili alokalemi¹⁵² (Slika 31). U brojnim istraživanjima je objavljeno da ne postoji statistički značajna razlika između ove dve tehnike^{153, 154, 155}. Opšteprihvaćeni stav je da u tretmanu prekida prednje ukrštene veze kolena pristup mora biti

individualan, tj. da odabir tehnike zavisi u velikoj meri od osobina samog pacijenta – uzrast, zdravstveno stanje, profesija, utreniranost, priroda povreda veza kolena, stanje ostalih struktura kolena, zahtevi za fizičkim i sportskim aktivnostima. Miller i Gladstone¹⁵⁶ smatraju da je kalem kost-tetiva-kost izbor za osobe koje se bave zahtevnim fizičkim aktivnostima (fudbaleri, skijaši, atletičari, itd) dok je za osobe koje se ne bave zahtevnim fizičkim aktivnostima, kao i za starije osobe, metoda izbora rekonstrukcija pomoću tetiva hamstringa. Takođe treba imati u vidu da je prednja ukrštena veza široka prosečno 10mm, debljine 5mm, sa prosečnom površinom poprečnog preseka od 50mm².



Slika 31. Kalem kost-tetiva-kost (levo) i kalem tetive Hamstringa (desno) (preuzeto sa <https://www.quora.com/Why-is-bone-to-bone-healing-in-bone-patellar-tendon-bone-reconstruction-of-the-ACL-anterior-cruciate-ligament-faster-then-tendon-healing-in-quadruple-hamstring-reconstruction>)

Modifikovana Klensijeva tehnika podrazumeva, kao što je već rečeno, korišćenje srednje trećine ligamenta čašice kao kost-tetiva-kost kalem. Ova tehnika je pokazala svoju pravu vrednost uvođenjem artroskopa u operativno lečenje prekida prednje ukrštene veze a treba napomenuti da se završni deo ekstenzornog aparata kolena koristi kao kalem za rekonstrukciju prednje ukrštene veze još od 1936. godine^{19,25,26,27,153}. Autokalem od ligamenta čašice je širok 10mm, debljine 4 mm, četvorougaoanog oblika sa prosečnom površinom na preseku od 35 do 40 kvadratnih milimetara³¹ i ima najbolje biomehaničke karakteristike u poređenju sa drugim materijalima koji se koriste u rekonstrukciji prednje ukrštene veze kolena^{162,165,157}. Odlični i dobri postoperativni rezultati primene ove tehnike su zabeleženi kod 70 do 93% pacijenata^{158,159,160,161,162,163,164,165}. U preko 95% slučajeva nakon ove procedure, pacijenti imaju

stabilno koleno bez osećaja propadanja i „izdavanja“¹⁴⁵. Objektivni pokazatelji stabilnosti su lošiji u odnosu na funkcionalne rezultate tako da pacijenti uglavnom imaju negativan test prednje fioke i Pivot shift test dok je najprecizniji i najobjektivniji Lachman test negativan u 70 do 80% pacijenata^{145,146,147}. U 70 do 80% slučajeva se pacijenti vrate na nivo fizičkih i sportskih aktivnosti kao na kojem su bili pre povrede^{166,167,168}. I pored dobrih postoperativnih rezultata, ova operativna tehnika ima svoje mane. Uzimanje srednje trećine ligamenta čašice uzrokuje slabost ekstenzornog aparata kolena što može dovesti do kontrakture i pojave, odnosno pojačanja bola u predelu čašice i donjeg okrajka butne kosti, što su i najčešće komplikacije ove operativne tehnike¹⁶⁹. Takođe česta komplikacija, pogotovo u žena, je i slabost četvoroglavog mišića buta koja može da traje i do dve godine posle operativnog zahvata^{170,171}. Postoperativno, do fleksornih i ekstenzornih kontraktura dolazi u 10-20% slučajeva^{151,172}. Uzrok ekstenzorne bolne kontrakture je najčešće čvor fibroznog tkiva u predelu međukondilarne jame ili na mestu izlaska kalema na platou golenjače (engl. Cyclops syndrome)^{173,174}. Još jedna značajna komplikacija je bol koji se javlja postoperativno u 4-19% slučajeva^{145,147,150,151, 175} a koji je često vezan za smanjenu pokretljivost, krepitacije i izlive u kolenu. Ova komplikacija se može sprečiti ili umanjiti posebnim režimom fizikalnih vežbi kojim se sprečava slabljenje mišića i nastanak kontrakture. Ostale, ređe komplikacije uključuju prelom čašice, prekid najčešće donjeg pripoja ligamenta čašice i hernijaciju masnog tkiva kroz defekt čašice^{176,177,178,179,180}.

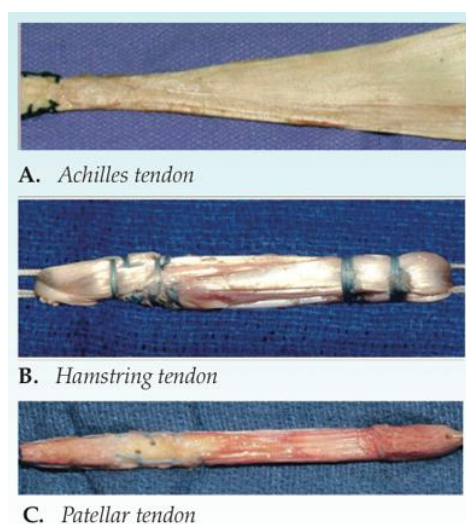
Rekonstrukcija prednje ukrštene veze gde se kao kalem koriste tetive pregibača kolena (engl. *hamstring muscles*) najčešće podrazumeva uzimanje tetive i polutetivnog i pravog unutrašnjeg mišića buta. Ovakav kalem je prečnika 8mm, površina poprečnog preseka mu je oko 50mm² što je skoro identično nepovređenoj prednjoj ukrštenoj vezi a dva puta je otporniji na kidanje od nje³². Moguća je rekonstrukcija i pomoću kalema koji je načinjen samo od tetive polutetivnog mišića ali su rezultati lošiji nego kod upotrebe kalema koji je načinjen od tetiva oba pomenuta mišića^{181,182,183,184}. Funkcionalni rezultati ove metode su slični rezultatima Klensijeve metode ali uz manji postoperativni bol, brži oporavak četvoroglavog mišića buta i minimalne tegobe vezane za mesto uzimanja kalema^{185,186} a uz to, uzimanje kalema ne dovodi do većeg slabljenja snage i funkcije mišića pregibača kolena.

Operativna tehnika u kojoj se Ahilova tetiva koristi kao kalem se preporučuje kao jedna od „procedura za spasavanje“ s obzirom da je jednostavna, da su postoperativni rezultati zadovoljavajući u 77-85% slučajeva kao i zbog veličine i osobina Ahilove tetive¹⁸⁷.

Procedura intraartikularne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena u kojoj se kao kalem koristi bedreno-golenjačna traka se radi sve ređe zbog loših postoperativnih rezultata u smislu nestabilnosti i propratnih tegoba ali se može koristiti kao dopunska ekstraartikularna procedura u funkciji pojačanja, zajedno sa jednom od dve gore pomenute procedure iako rezultati operativnih tehnika koje koriste dodatno pojačanje nisu statistički bolji od tehnika bez pojačanja, tako da se ne preporučuju^{188,189}. Treba samo pomenuti da je moguće načiniti kalem i od centralnog dela tetive četvoroglavog mišića iznad čašice¹⁹⁰.

Pored upotrebe autokalema, za rekonstrukciju prednje ukrštene veze se koriste i alokalemi i to najčešće kost-tetiva-kost alokalem a nešto ređe i alokalem Ahilove tetive i bedreno-golenjačna traka (Slika 32). Alokalemi su sve češće u upotrebi zbog povećanog broja ponovnih rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena kao i niza prednosti u praksi – odsustvo lokalnih komplikacija u predelu mesta uzimanja autokalema, smanjenje vremena trajanja operacije, manja incizija, brža i lakša rehabilitacija, veća ekonomska isplativost¹⁹¹ kao i činjenica da u ranom postoperativnom periodu pacijenti kod kojih je korišćen alokalem imaju manji bol i bolju funkciju kolena u odnosu na pacijente sa autokalemom^{192,193,194}, iako nakon pet godina nema statistički značajne razlike u funkcionalnim rezultatima. Idealan alokalem bi trebalo da u potpunosti reprodukuje anatomske i biomehaničke karakteristike nepovređene prednje ukrštene veze kolena – da nije imunogen za primaoca, da je što manje podložan infekciji i malignoj transformaciji, da omogući stabilnost i pokretljivost u kratkom roku, da je odgovarajuće veličine i oblika kao i da je pogodan za dugotrajno skladištenje. Zaključak Američke akademije ortopedskih hirurga (AAOS – American Academy of Orthopaedic Surgeons) iz 2004. godine je da je primena alokalema bezbedna dok su Barber i saradnici¹⁹⁵ u svojoj studiji pokazali da se alokalemi mogu rutinski koristiti za rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena. Imunološki odgovor organizma na koštano-tetivne kaleme je minimalan zbog loše vaskularizacije ovih tkiva i sledstvenih slabih antigenskih osobina¹⁹⁶ te je odbacivanje kalema mnogo manje prisutno nego kod transplantacije drugih tkiva. Imunološki procesi su pretežno celularnog tipa dok je humoralni blokiran iz nepoznatih razloga^{164,197}. Iako su se u početku primene alokalema koristili imunosupresivi, trenutno važeći stav je da nema potrebe za njihovim korišćenjem. Alokalemi se uzimaju sa multiorganskih mladih donora, bez značajnijih komorbiditeta, a koji prethodno prolaze detaljna ispitivanja na eventualno prisustvo zaraznih bolesti te praktično ne postoji šansa za prenošenje neke zarazne bolesti putem koštano-tetivnih alokalema. Alokalemi se uzimaju u

sterilnim uslovima operacione sale, poštujući standardizovane principe njihovog uzimanja i skladištenja prema preporukama Američke asocijacije banke tkiva (AATB – American Association of Tissue Banks). Poslednjih godina se koriste sveže zamrznuti ili zamrznuto liofilizirani kalemi uz, kao što je već rečeno, prethodne virusološke i bakteriološke preglede donora i kalema. Ovi kalemi imaju sačuvan biološki ali smanjen imunološki potencijal¹⁹⁸. Postoperativni rezultati su kod korišćenja ovih kalema odlični^{165,169,199}. Iako je, ukoliko se izuzme odbacivanje grafta, najveći problem transplantacione hirurgije infekcija, do sada je objavljen vrlo mali broj nespecifičnih infekcija²⁰⁰ a pojava specifične infekcije nakon rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena nije objavljena u poslednjih pedeset godina.



Slika 32. Alokalemi koji se koriste za rekonstrukciju prednje ukrštene veze – A. Ahilova tetiva, B. Tetiva hamstringa, C. Tetiva čašice (kost-tetiva-kost).

(preuzeto sa <http://www.mayoclinic.org/medical-professionals/clinical-updates/orthopedic-surgery/anterior-cruciate-ligament-reconstruction-graft-selection>)

U zapadnim zemljama se već više od dvadeset godina unazad koriste alokalemi iz koštanih banaka¹⁹⁶ dok na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu od 2005. godine postoji koštano-tetivna banka te se alokalemi rutinski koriste za rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena. Prednost korišćenja alokalema iz banke je to što postoji veći broj kalema na raspolaganju i što postoji mogućnost izbora veličine kalema.

Uspešnost rekonstrukcije, između ostalog, zavisi i od veličine samog kalema zbog toga što kod manjih kalema brže dolazi do revaskularizacije i remodeliranja a kod većih je implantacija lakša i fiksacija čvršća a samim tim su zadovoljeni osnovni biomehanički uslovi koji omogućavaju brže fizikalno lečenje i bolji postoperativni rezultat²⁰¹. Zbog slabih antigenskih osobina, pri korišćenju alokalema nije potrebna detaljna tipizacija tkiva niti ordiniranje imunosupresiva, već je neophodno samo utvrditi krvnu kompatibilnost¹⁶⁵. Iako do sada nije bilo transplantacije ukrštene veze sa donora u humanoj populaciji, na osnovu navedenih činjenica, može se pretpostaviti da je budućnost lečenja u rutinskom korišćenju alotransplantata ukrštenih veza kolena koji su, sa svojim koštanim pripojima, uzeti sa kadavera, tj. iz koštane banke.

Operativne tehnike za ponovljenu rekonstrukciju su iste kao i za primarnu rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena. Ponovljena rekonstrukcija je indikovana kod pacijenata koji imaju patološku prednju nestabilnost za vreme sportskih ili dnevnih aktivnosti a cilj je sprečavanje daljih oštećenja unutarzglobnih struktura kolena, stabilizacija kolena i postizanje maksimuma funkcije kolena.

1.5.5.2. PROCENA USPEŠNOSTI OPERATIVNOG LEČENJA

Procena uspešnosti rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena se vrši kliničkim i radiološkim pregledom i standardizovanim bodovnim skalama. Klinički pregled podrazumeva Lachman test i Pivot shift test, radiološki pregled podrazumeva Rtg snimanje u dve standardne projekcije – prednje-zadnjoj i bočnoj, dok standardizovane bodovne skale podrazumevaju Tegner, Lysholm i IKDC bodovnu skalu za koleno.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. MATERIJAL

Kliničkim ispitivanjem obuhvaćeno je ukupno 60 pacijenata u kojih je načinjena rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena operativnim zahvatom. Ispitivanu grupu činilo je 30 pacijenata starosne dobi od 18 do 40 godina u kojih je urađen operativni zahvat u smislu ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze nakon što je došlo do ponovne povrede prednje ukrštene veze levog ili desnog kolena, ili nestabilnosti zgloba kolena nakon primarne rekonstrukcije ove veze. Na osnovu zastupljenosti pojedinih kriterijumskih obeležja kao i pojedinih celina (prostora) kriterijumskih obeležja u okviru ukupnog prostora istraživanja, ispitivana grupa je podeljena na podgrupe. Kontrolnu grupu činilo je 30 pacijenata odgovarajuće životne dobi u kojih nakon primarne rekonstrukcije nije došlo do ponovne povrede ili nestabilnosti.

U istraživanje su bili uključeni samo oni pacijenti Klinike za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu koji su dali potpisani informisani pristanak za uključivanje u ispitivanje a nakon detaljnog upoznavanja sa planiranom procedurom (Prilog 1, Prilog 2).

Svaki pacijent, kandidat za uključivanje, je bio informisan o svrsi istraživanja, kao i o načinu sprovođenja istraživanja te zahvatima i merenjima koja će biti vršena.

Kriterijumi za isključivanje pacijenata iz istraživanja su bili:

1. Životna dob manja od 18 i veća od 40 godina
2. Pojava težih opšte-hirurških komplikacija
3. Prestanak želje pacijenta da dalje učestvuje u ovom istraživanju

Eksperimentalni deo istraživanja je bio sproveden na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Departmanu za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo. Predmet eksperimentalnog dela bila je evaluacija relevantnih dimenzija 32 zglobne površine gornjeg okrajka golenjače sa pripojem prednje ukrštene veze koji su uzeti tokom totalne aloartroplastike kolena kod 32

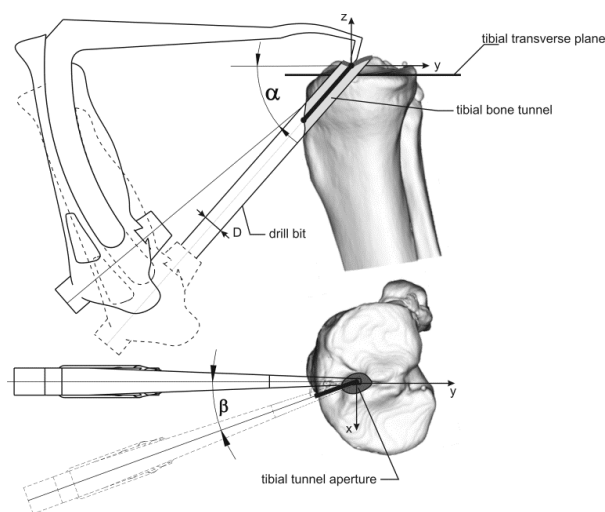
pacijenta izabrana metodom slučajnog izbora a koji su pre operativnog zahvata potpisali informisani pristanak za obavljanje operativnog zahvata.

2.2. METODE

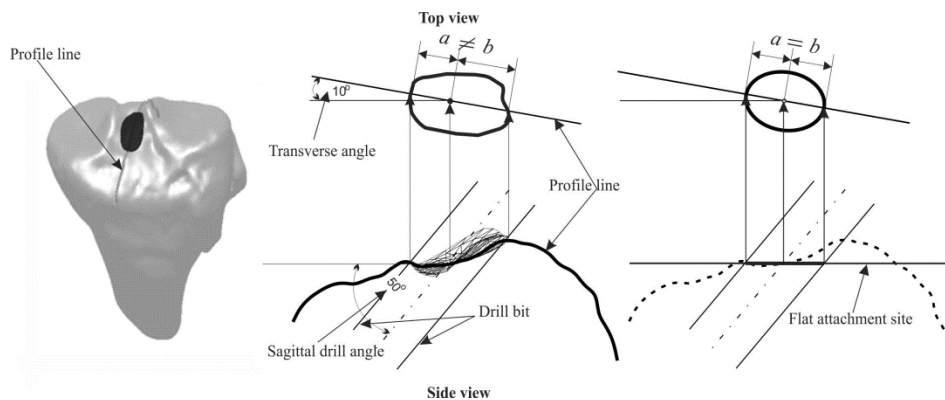
2.2.1. KLINIČKI DEO ISTRAŽIVANJA

2.2.1.1. OPERATIVNI ZAHVAT I POSTOPERATIVNA REHABILITACIJA

Kod svih pacijenata je rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena rađena kalemom kost-tetiva-kost. Rekonstrukcija veze kalemom kost-tetiva-kost je operativni zahvat koji se obavlja u položaju pacijenta na leđima sa nogom na artroskopskom nosaču, u opštoj ili epiduralnoj anesteziji. Operacije su rađene u bleđoj ishemiji. Posle uzimanja kalema pristupalo se njegovoj obradi. Zatim je sledila artroskopski asistirana priprema i obrada koštanog kanala u butnoj kosti i golenjači uz pomoć artroskopskog stuba (Karl Storz, Tutlingen, Nemačka). Bez obzira o kojoj vrsti kalema se radi, igla vodilja se uvodila oko 2 cm unutra od kvрге golenjače, pod uglom od oko 50° do 60° u odnosu na gornju zglobnu površinu golenjače (Slika 33 i 34). Tunel je bušen burgijom širokom 10mm.

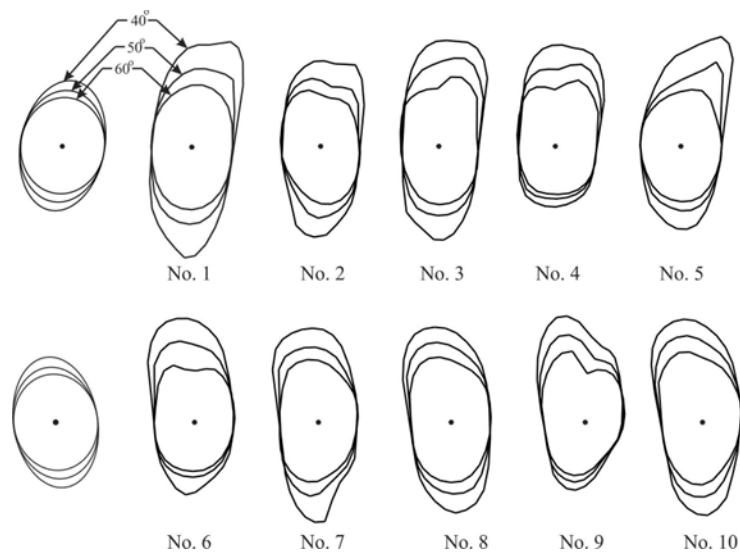


Slika 33. Bušenje tunela u golenjači; sagitalni ugao bušenja - α , transverzalni ugao bušenja - β , dijametar burgije - D. (preuzeto iz: Milojević Z, Tabaković S, Vićević M, Obradović M, Vranješ M, Milankov M. Analiza površine otvora tunela na golenjači prilikom rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. Med Pregl. 2016. [Epub ahead a print])



Slika 34. Bušenje tunela u golenjači; oblik stvarnog otvora na platou načinjenog burgijom (sredina) i elipsoidnog otvora na platou (desno) ukoliko se pretpostavi da je pripoj prednje ukrštene veze na golenjači ravan. (preuzeto iz: Milojević Z, Tabaković S, Vičević M, Obradović M, Vranješ M, Milankov M. Analiza površine otvora tunela na golenjači prilikom rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. Med Pregl. 2016. [Epub ahead a print])

Tunel u butnoj kosti je bušen iznutra ka spolja uz pomoć posebnog ciljača (Karl Storz, Tutlingen, Nemačka) uvedenog ili transtibijalno ili anteromedijalno. Iгла debljine 2mm se izvodila kroz spoljašnju trećinu donjeg dela natkolenice. Tačka ulaska je bila na oko 11h za desno koleno i 1h za levo. Da bi se tunel kompletno probušio potrebna je burgija prečnika 10mm. Otvor tunela na golenjači se analizira kao elipsa koja nastaje u preseku zglobne površine golenjače i tunela u golenjači mada se površina otvora tunela na golenjači razlikuje od površine elipse te bi trebalo prilikom rekonstrukcije uzeti u obzir individualne karakteristike svakog pacijenta (Slika 35).



Slika 35. Različiti oblik i veličina otvora na platou golenjače u zavisnosti od ugla bušenja (40° , 50° and 60°), transverzalnog ugla od 10° i dimenzije burgije od 10mm. Prikazana je i korelacija sa oblikom elipse (levo). (preuzeto iz: Milojević Z, Tabaković S, Vičević M, Obradović M, Vranješ M, Milankov M. Analiza površine otvora tunela na golenjači prilikom rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. Med Pregl. 2016. [Epub ahead a print])

Po bušenju tunela, u isti se uvodio kalem, koji je fiksiran kanuliranim metalnim šrafovim (Grujić & Grujić, Novi Sad, Srbija), dimenzija 8x25mm. U trenutku fiksiranja kalema u butnoj kosti koleno je bilo savijeno pod uglom od 110° - 120° . Prilikom fiksacije kalema u tunelu u golenjači koristio se isti zavrtnaj, a koleno je bilo savijeno pod uglom od 15° - 20° .

Posle operacije se svim pacijentima postavljala elastična bandaža operisanog kolena u trajanju od 14 dana. U procesu rehabilitacije se koristio modifikovani Šelburnov (Shelbourne) protokol²⁰². Od prvog dana posle operacije svi pacijenti su podvrgavani stalnoj pasivnoj pokretljivosti operisanog kolena uz pomoć aparata za kontinuiranu pasivnu mobilizaciju (Kinetec). Delimičan oslonac je dozvoljavan posle dve nedelje, a pun nakon 6 nedelja od operacije. Svi pacijenti su sledili isti program rehabilitacije sa lancem kinetičkih vežbi za jačanje i za vraćanje snage mišića prednje i zadnje lože natkolenice.

U ispitivanoj grupi i kontrolnoj grupi su godinu dana posle operativnog zahvata načinjeni klinički i radiološki pregled kao i artrometrijska merenja, i izvršeno je poređenje dobijenih rezultata.

2.2.1.2. KLINIČKI PREGLED

Klinički pregled svakog pacijenta je podrazumevao određivanje Lachman testa, Pivot shift testa, Tegner bodovnu skalu, Lysholm i IKDC bodovnu skalu za koleno.

Lachman test je pozitivan ukoliko nema jasne tačke zaustavljanja golenjače (engl. “end point”), tj. ako je zaustavljanje “meko” a smatra se pozitivnim i ukoliko dolazi do gubitka normalnog konkavnog oblika veze čašice. Negativan je ukoliko postoji jasna tačka zaustavljanja.

Pivot shift test je pozitivan ako pod uglom od 30 stepeni nastaje preskok u zglobu kolena uzrokovan prednjom subluksacijom golenjače što se dešava zbog nedostatka prednje ukrštene veze. Test je negativan ukoliko je prednja ukrštena veza očuvana.

Tegner bodovna skala aktivnosti (Prilog 3) je numerička skala koja se koristi u rekonstruktivnoj hirurgiji kolena za opisivanje fizičke aktivnosti pacijenta²⁰³. Vrednosti se kreću od 0 do 10, a svaka vrednost odgovara nivou fizičke aktivnosti za koju je pacijent sposoban s tim da 0 označava stanje kada je pacijent zbog kolena u invalidskoj penziji a 10 označava visok nivo takmičarskih sportova. Pacijent ispunjava standardizovani upitnik.

Lysholm tj. Lysholm – Gillquist bodovna skala²⁰⁴ (Prilog 4) je vrlo značajna za procenu ranih rezultata rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena i jedna je od skala koje se najčešće koriste za postoperativnu procenu funkcije kolena u stanjima gde su prisutne ligamentarne povrede. Maksimalna vrednost iznosi 100 bodova a predstavlja zbir sledećih parametara: šepanje (najviše 5 bodova), upotreba pomagala (najviše 5 bodova), penjanje po stepenicama (najviše 10 bodova), čučanje (najviše 5 bodova), nestabilnost kod hodanja, trčanja i skakanja (najviše 30 bodova), bol kod hodanja, trčanja i skakanja (najviše 30 bodova), oticanje kod hodanja, trčanja i skakanja (najviše 10 bodova) i atrofija natkolenice (najviše 5 bodova). Odličan rezultat podrazumeva 98-100 bodova, dobar rezultat 93-97, osrednji 82-92, slab 66-81 boda, dok je rezultat ispod 66 bodova loš. Ova skala je dobar pokazatelj neposrednih postoperativnih rezultata

tokom kraćeg vremena praćenja ali postoji sumnja u njenu senzitivnost da otkrije promene stanja kolena kroz duži vremenski period²⁰⁵. Pacijent ispunjava standardizovani upitnik.

IKDC standard (upitnik internacionalnog komiteta za dokumentaciju povreda i oboljenja kolena)²⁰⁶ (Prilog 5) se koristi za objektiviziranje ishoda lečenja i dugotrajnog praćenja i pacijenata sa menisko-ligamentarnim povredama, nego i pacijenata sa degenerativnim promenama zgloba kolena i čašično-butnim bolom. IKDC upitnik sadrži 8 kriterijuma: subjektivnu procenu pacijenta o stanju njegovog kolena, prisutne simptome, obim pokreta, testove stabilnosti, prisustvo krepitacija pojedinih kompartmana, patologiju donorskog mesta, radiografska ispitivanja i funkcionalno ispitivanje – skok na jednoj nozi. Prema postignutim rezultatima prve četiri varijable, nalaz može biti: normalan (1), skoro normalan (2), poremećen (3) i teško poremećen (4)²⁰⁷. IKDC skor se izračunava od podataka dobijenih upitnikom i kliničkim pregledom.

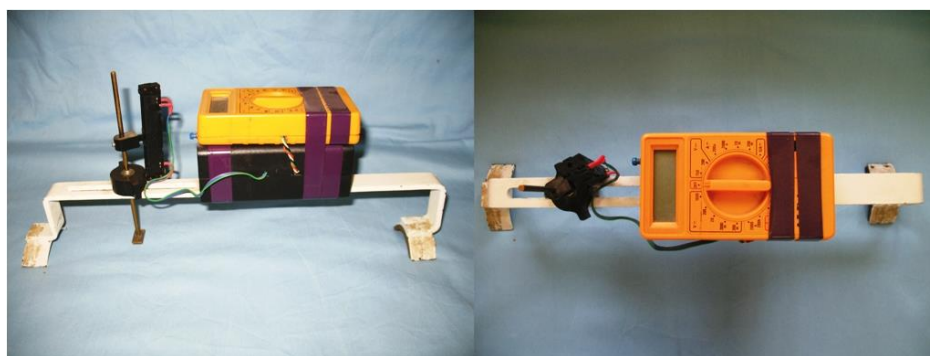
2.2.1.3. RADIOLOŠKI PREGLED

Radiološki pregled je urađen u dve projekcije – prednje-zadnjoj i bočnoj (anteroposteriorna i lateralna). Prednje-zadnji snimci su pravljani sa kolenom u punoj ekstenziji dok su bočni snimci pravljani sa kolenom u pasivnoj ekstenziji sa petom postavljenom na podlogu sa oko deset santimetara visine). Rtg aparat je bio udaljen 100 santimetara od kasete a zraci su bili usmereni pod uglom od 90 stepeni na kasetu. Na osnovu ovog snimka je procenjivan položaj kalema prednje ukrštene veze kolena.

2.2.1.4. ARTROMETRIJSKA MERENJA

Ova merenja podrazumevala su određivanje veličine prednjeg pomeranja golenjače u odnosu na butnu kost (Lachman test) korišćenjem artrometra a izražene u milimetrima. U ovoj studiji je korišćen artrometar napravljen u saradnji Klinike za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Kliničkog centra Vojvodine i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu²⁰⁸. Artrometar se sastoji od dva dela: mehaničkog i elektronskog. Mehanički deo predstavljaju dve konveksne površine napravljene od čelika koje su spojene metalnom šipkom. Gornja konveksna površina leži na čašici, a donja na distalnoj trećini golenjače i za nju je

pričvršćena elastičnim zavojem. Na metalnoj šipci se nalazi merni deo aparata u vidu papučice. Papučica, koja se može pomerati gore – dole, postavlja se na kvrgu golenjače i povezana je sa linearnim potenciometrom i elektronskim konvertorom sa mogućnošću podešavanja na nulu na digitalnom ekranu (Slika 36). Prednje pomeranje golenjače je mereno na isti način od strane tri različita ispitivača, prvo na zdravom a zatim povređenom, tj. operisanom kolenu. Beležena je razlika pomeranja između zdrave i povređene strane u milimetrima, i uzimana srednja vrednost razlike prilikom tri merenja.



Slika 36. Artrometar.

2.2.2. EKSPERIMENTALNI DEO ISTRAŽIVANJA

Za eksperimentalni deo istraživanja su korišćena 32 platoa golenjače koji su sadržali i pripoj prednje ukrštene veze kolena na golenjači a koji su odstranjeni u sklopu operativnog zahvata totalne aloartroplastike kolena kod 32 pacijenta eksperimentalne grupe (Slika 37).

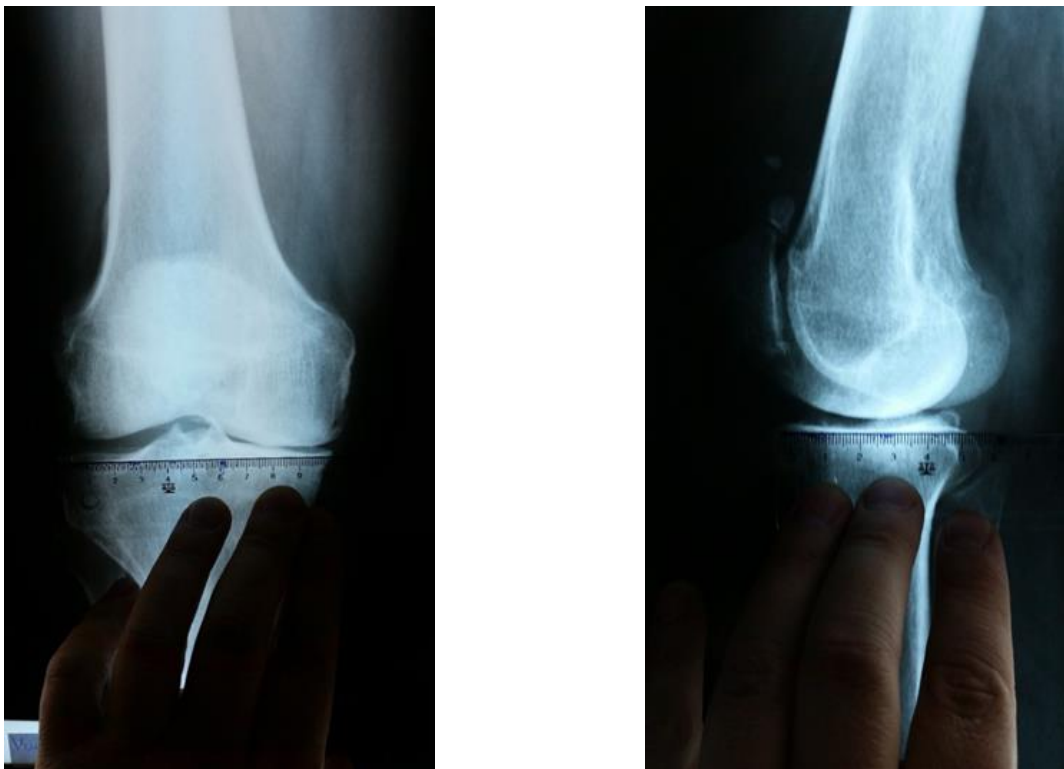
Nakon odstranjivanja platoa, pripoj prednje ukrštene veze na golenjači je obrađen mikrohkirurškim tehnikama a zatim je uređajem za trodimenzionalno skeniranje površine („PHANToM Omni”) dobijena trodimenzionalna površina i projekcija ovog pripoja u odnosu na ravan golenjače. Ovo je prvi put da se uređaj „PHANToM Omni” koristi za merenje površine i projekcije pripoja prednje ukrštene veze kolena na golenjači.



Slika 37. Plato golenjače sa pripojem prednje ukrštene veze kolena

2.2.2.1. RADIOLOŠKI PREGLED

Preoperativno su načinjeni radiološki snimci kolena na kojem je planirana aloartroplastika u dve projekcije – prednje-zadnjoj i bočnoj. Pomoću ovih snimaka su dobijeni podaci o prednje-zadnjem (AP) i unutrašnje-spoljašnjem (ML) dijametru platoa golenjače (Slika 38 i 39).



Slika 38. i 39. Preoperativni Rtg snimak kolena u dve projekcije – AP (levo) i profil (desno)

2.2.2.2. UREĐAJ ZA TRODIMENZIONALNO SKENIRANJE POVRŠINE I RAZVIJENI RAČUNARSKI PROGRAM

2.2.2.2.1. Karakteristike PHANToM Omni uređaja

Za određivanje geometrije i akviziciju tačaka površine tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta korišćen je uređaj PHANToM (Personal Haptic iNterface Mechanism) Omni (Slika 40).



Slika 40. Heptički uređaj PHANToM Omni

Radi se o heptičkom uređaju¹ koji prvenstveno omogućava manipulaciju objektima u virtualnom okruženju i definisanje pozicije objekta (tri stepena slobode u x, y i z pravcu) i njegovu orijentaciju (tri stepena slobode rotacije oko tri ose). Takođe uređaj može da definiše i silu u x, y i z pravcu preko koje korisnik može da "oseti" da li je nešto dotakao u virtualnom okruženju. Upravo zbog mogućnosti generisanja sile, heptički uređaji nalaze primenu kod simulatora hirurških zahvata, modeliranju proizvoda, industriji zabave, itd. Osnovne karakteristike uređaja prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1. Osnovne karakteristike PHANToM Omni uređaja

Radni prostor uređaja	160x120x70 [mm]
Tačnost pozicioniranja	0.055 [mm]
Maksimalna sila	3.3 [N]
Generisanje sile	x, y, z pravac
Pozicioniranje	x, y, z pravac + tri rotacije
Interfejs za povezivanje sa računarom	IEEE-1394 FireWire

¹ Termin heptički potiče od grčke reči *haptikos* što se može prevesti kao mogućnost dodira

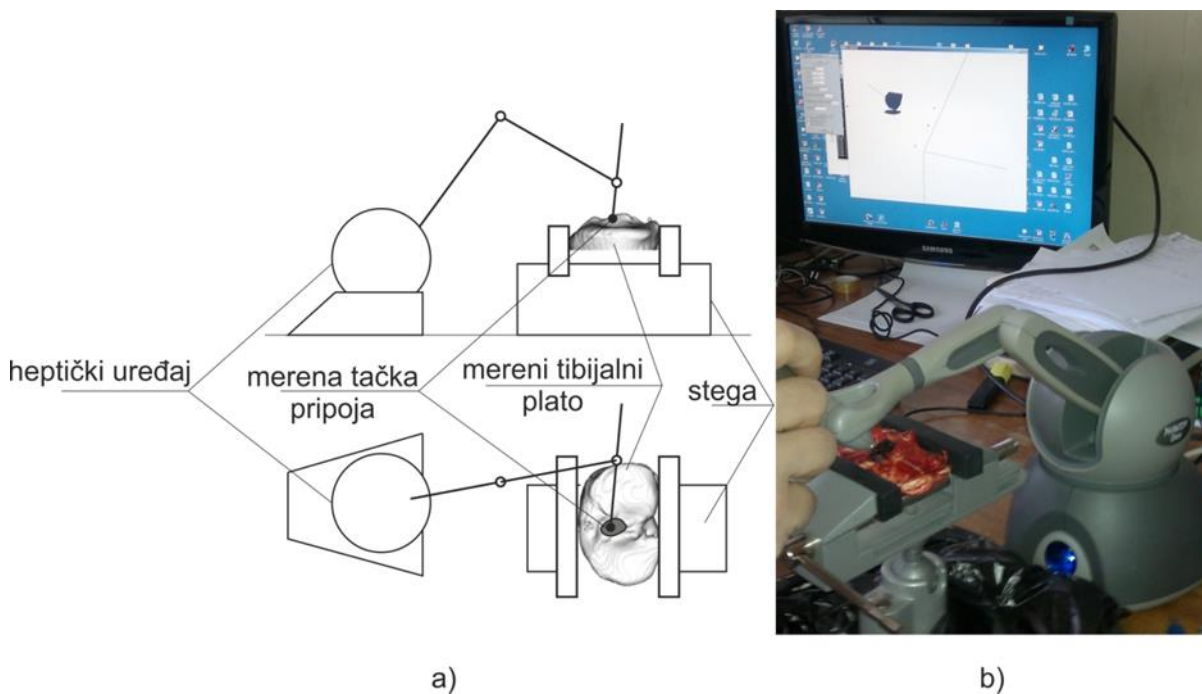
U konkretnom slučaju za akviziciju tačaka tibijalnog pripoja prednjeg ukrštenog ligamenta od *PHANToM* uređaja biće potrebno dobiti x,y i z koordinate tačke vrha olovke (Slika 41) preko koje će se vršiti selekcija tačaka.



Slika 41. Referentna tačka za selekciju tačaka na tibijlanom pripoju

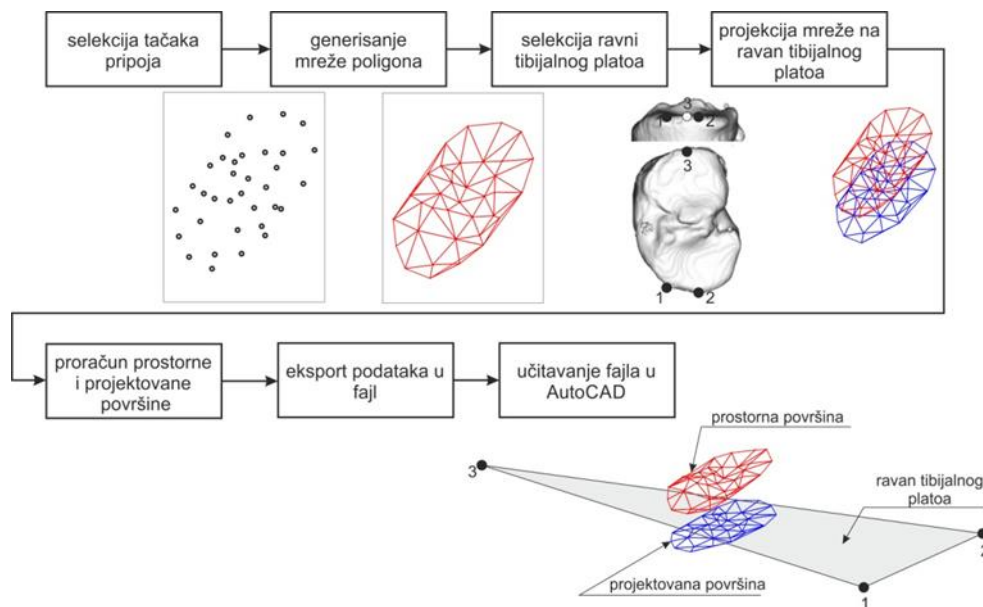
2.2.2.2.2. Princip generisanja površine tibijalnog pripoja

Na slici 42a, prikazana je shematski aparatura koja je korišćena za generisanje površine tibijalnog pripoja. Ona se sastoji od heptičkog uređaja preko čije se referentne tačke dobijaju koordinate tačke na pripoju. Tibijalni plato se fiksira u stegi kao što je prikazano na slici 42a. Na slici 42b prikazano je merenje jednog tibijalnog platoa.



Slika 42. Aparatura za generisanje površine tibijalnog pripoja a) shematski prikaz i b) merenje jednog tibijalnog platoa

Razvijeno je posebno programsko rešenje u C++ programskom jeziku za potrebu generisanja površine tibijalnog pripoja, arhiviranja dobijenih podataka i naknadnu analizu dobijenih rezultata. Model razvijenog programskog rešenja prikazan je na slici 43.



Slika 43. Model razvijenog programskog rešenja

Prvi korak predstavlja selekcija tačaka pripoja (slika 43) koja se obavlja preko heptičkog uređaja. Korisnik ostvaruje kontakt sa površinom preko referentne tačke i memorisanje koordinata selektovanje tačke obavlja se pritiskom na taster koji se nalazi na uređaju. Da bi se mogla proračunati površina pripoja potrebno je na osnovu selektovanih tačaka generisati mrežu koja će biti sastavljena od trougaonih poligona. Za generisanje trougaonih poligona iskorišćena je klasa *Delaunay_triangulation_2* iz CGAL (The Computational Geometry Algorithms Library) biblioteke. Pošto je potrebno osim prostorne površine pripoja odrediti i površinu pripoja projektovanu na ravan tibijalnog platoa, sledeći korak predstavlja selekcija tri tačke koje definišu ravan tibijalnog platoa. Njihova selekcija se vrši istim postupkom kao i selekcija tačaka pripoja. Nakon selekcije tačaka ravni tibijalnog platoa, generiše se još jedna mreža koja predstavlja projekciju prostorne mreže na prethodno selektovanu ravan (plava površina na slici 43). Ukupna površina prostornog i projektovanog pripoja na ravan tibijalnog platoa dobija se kao suma površina trouglova na jednoj i drugoj mreži.

Poslednji korak u razvijenom programskom rešenju predstavlja snimanje dobijenih podataka (proračunate površine i koordinate tačaka trouglova generisanih mreža i tačke ravni tibijalnog platoa) u fajl. Ovako generisani fajl može se učitati u AutoCAD programski sistem u kome se naknadno, ukoliko je to potrebno, mogu izvršiti dodatne analize dobijenih podataka.

2.2.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Podaci za obeležja u vezi sa povredom dobijeni su tako što su pacijenti ispunjavali standardizovani upitnik. Isto se odnosi na neka obeležja prostora koji se odnosi na procenu uspešnosti ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena (“Aktivnost posle operacije” i “Vreme od operacije do početka treniranja”). Kriterijumsko obeležje “Uzrok povrede” analizirano je u četiri modaliteta: sportska aktivnost sa kontaktom, sportska aktivnost bez kontakta, saobraćajni udes i svakodnevna aktivnost. Kriterijumsko obeležje “Udružena povreda” analizirano je u četiri modaliteta: bez udružene povrede, udruženo oštećenje unutrašnjeg meniskusa, unutrašnje oštećenje spoljašnjeg meniskusa i udruženo oštećenje oba meniskusa. Obeležje “Aktivnost pre povrede” zgloba kolena analizirano je u četiri modaliteta: sa velikim naporom, sa srednjim naporom, sa malim naporom i sa umerenim naporom. Obeležje “Aktivnost posle povrede a pre ponovljene operacije” analizirano je u četiri modaliteta: sa velikim naporom, sa srednjim naporom, sa malim naporom i sa umerenim naporom. Obeležje “Vrsta sporta” analizirano je u sedam odnosno osam modaliteta: fudbal, košarka, rukomet, odbojka, džudo, fitnes, balet i bez sportske aktivnosti. Obeležje “Aktivnost posle ponovljene operacije” kao jedan od kriterijuma za procenu uspešnosti ponovljenog operativnog lečenja analizirano je u četiri modaliteta: sa velikim naporom, sa srednjim naporom, sa malim naporom i sa umerenim naporom. Obeležje “IKDC skor” predstavljeno je u četiri modaliteta: normalan nalaz – A, skoro normalan nalaz – B, abnormalan nalaz – C i nalaz teške abnormalnosti – D. Obeležje “Tegner skor” prikazano je u četiri modaliteta: 0 (0), I (1,2,3), II (4,5,6,7) i III (8,9,10). Obeležje “Lysholm skor” prikazano je u četiri modaliteta: Loš ishod – 0 (do 66 bodova), Slab rezultat – 1 (66-81 bod), Osrednji rezultat – 2 (82-92 boda), Dobar rezultat – 3 (93-97 bodova) i odličan rezultat – 4 (98-100 bodova). Obeležje “Vreme od operacije do početka treniranja” prikazano je kao numeričko obeležje dobijeno putem intervjua.

Predmet statističke obrade bila su sledeća obeležja: starost ispitanika, antropometrijske karakteristike (telesna visina, telesna težina, BMI), obeležja koja se odnose na ponovnu povredu odnosno nestabilnost, obeležja koja se odnose na procenu uspešnosti ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena i obeležja koja se odnose na meru uspešnosti operativnog lečenja. Podaci koji se odnose na starost i antropometrijska obeležja pacijenata uzeti su iz medicinske dokumentacije pacijenata.

Celinu obeležja u vezi sa povredom činila su sledeća obeležja: uzrok povrede, udružena povreda, aktivnost pre povrede, aktivnost posle povrede a pre ponovljene operacije i vrsta sporta.

Celinu obeležja koja se odnose na procenu uspešnosti operativnog lečenja u formi kategorijalnih obeležja činila su sledeća obeležja: aktivnost posle operacije, IKDC, Tegner skor i Lysholm skor.

Obeležja za procenu uspešnosti operativnog lečenja numeričkim obeležjima činili su: artrometrijsko merenje Lachman testa i vreme od operacije do početka treniranja.

Rezultati ovog istraživanja su dobijeni odgovarajućim matematičko-statističkim postupcima koji su primenjeni odgovarajućim redosledom: testiranje hipoteza o sličnosti i razlikama, određivanje mere razlika sa definisanjem karakteristika i grafički prikaz. Obeležja celine koja obuhvata starost i antropometrijske karakteristike i obeležja za procenu mere uspešnosti operativnog lečenja (artrometrijsko merenje Lachman testa i vreme do početka ponovnog treniranja) imaju parametrijska svojstva te su analizirane parametrijskim postupcima. Obeležja celine koja se odnosi na povredu zgloba kolena i celina parametara za procenu uspešnosti operativnog lečenja (IKDC skor, Lysholm skor, Tegner bodovna skala i aktivnost posle operacije) predstavljena su kao neparametrijska svojstva sa različitim modalitetima te su analizirani neparametrijskim postupcima po učestalosti modaliteta. Prvo su prikazani deskriptivni parametri dobijenih rezultata u vidu srednje vrednosti, standardne devijacije, minimuma i maksimuma, koeficijenta varijacije i intervala poverenja a nakon načinjene transformacije podataka sa ciljem normalizacije vrednosti prikazane su mere asimetrije Skjunis i mere spljoštenosti Kurtosis. Od multivarijantnih postupaka primenjena je MANOVA (multivarijanta analiza varijanse) i diskriminativna analiza. Od univarijantnih postupaka primenjen je Rojev test, Pirsonov koeficijent kontingencije (χ) i koeficijent multiple korelacije (R).

Svrha primene matematičko-statističkih analiza ima za cilj da se odrede karakteristike svake podgrupe, njihova homogenost i distanca kako bi se sa određenom pouzdanošću moglo eventualno izvršiti precizno predviđanje. Najznačajniji rezultati istraživanja prikazani su grafički. Pri testiranju postavljenih hipoteza korišćena je kritična vrednost p . Ako je p veće od 0,1 postavljena hipoteza se odbacuje, ukoliko je p manje od 0,1 a veće od 0,05 prihvata se alternativna hipoteza sa povećanim rizikom zaključivanja a ukoliko je p manje od 0,05 prihvata

se postavljena hipoteza što znači da su razlike po obeležjima između posmatranih podgrupa statistički značajne.

2.2.4. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

2.2.4.1. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su postavljeni uvidom u dostupnu literaturu, na osnovu kliničkih posmatranja i ispitivanja, kao i stečenih iskustava. Ciljevi su:

1. Određivanje pozicije, oblika i prostorne površine pripoja prednje ukrštene veze kolena na golenjači i njegove korelacije sa morfometrijskim anatomskim karakteristikama proksimalnog okrajka golenjače
2. Utvrđivanje uzroka neuspeha primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena
3. Procena uspešnosti ponovne rekonstrukcije

2.2.4.2. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Hipoteze ovog istraživanja su:

1. Površina pripoja prednje ukrštene veze kolena na golenjači korelira sa morfometrijskim anatomskim karakteristikama proksimalnog okrajka golenjače.
2. Uzrok ponovne nestabilnosti prednje ukrštene veze posle njegove rekonstrukcije je neodgovarajuća pozicija kalema
3. Klinički rezultat ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena je slabiji u odnosu na primarnu rekonstrukciju.

3. **REZULTATI**

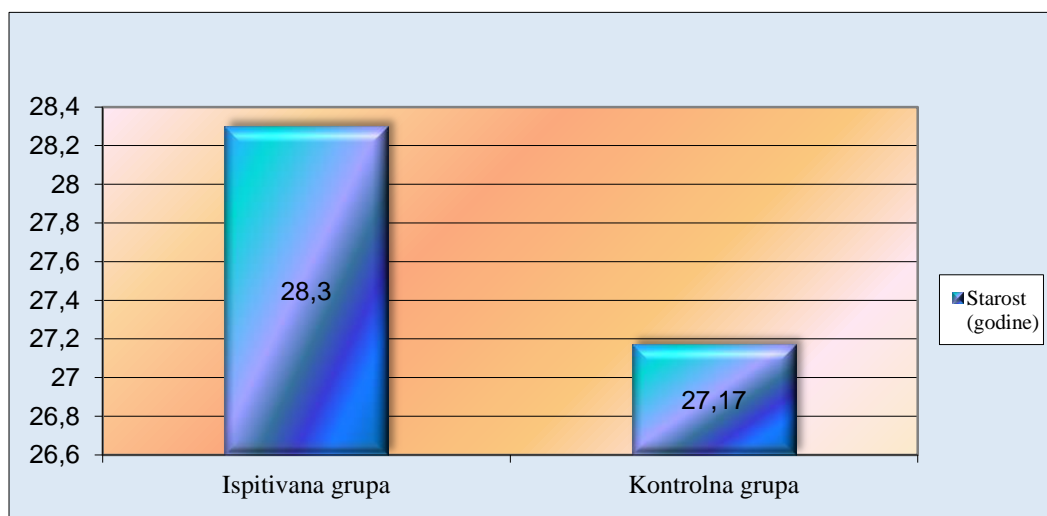
Sprovedenim eksperimentalnim i kliničkim istraživanjem dobijeni su rezultati koji su prikazani numerički i grafički.

3.1. **REZULTATI KLINIČKOG DELA ISTRAŽIVANJA**

3.1.1. **NEKE KLINIČKE KARAKTERISTIKE ISPITANIKA**

3.1.1.1. **STAROST ISPITANIKA**

Analizirana je starost pacijenata ispitivane grupe i kontrolne grupe kako bi se utvrdilo da li su grupe međusobno komparabilne u odnosu na životnu dob ispitanika. Prosečna starost pacijenata ispitivane grupe iznosi $28,3 \pm 5,5$ godina (od 21,0 do 40,0). Ispitivana grupa je homogena u odnosu na starost sa CV od 19,45. Raspodela starosti ispitanika, negativno je asimetrična (Skjunis 0,56) što znači da u grupi ispitivanih pacijenata ima više većih vrednosti starosti u odnosu na normalnu raspodelu. Distribucija vrednosti starosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele (Kurtozis -0,80; $p=0,70$). Prosečna starost pacijenata kontrolne grupe iznosila je $27,17 (\pm 5,5)$ godina (od 18,0 do 40,0). Sudeći prema minimalnim i maksimalnim vrednostima starosti ispitanika kontrolne grupe, one se nalaze u očekivanom rasponu. Vrednosti koeficijenta varijacije (20,44) ukazuju na heterogenost kontrolne grupe u odnosu na starost. Raspodela je negativno asimetrična (Skjunis 0,46), odnosno ima više ispitanika u grupi ima sa većim vrednostima starosti u odnosu na normalnu raspodelu. Vrednosti Kurtozisa pokazuju spljoštenu krivu (-0,40; $p=0,81$) sa distribucijom starosti uglavnom u okviru normalne raspodele.

Grafikon 1. Starost pacijenata ispitivane (revizione) i kontrolne grupe (\bar{X})

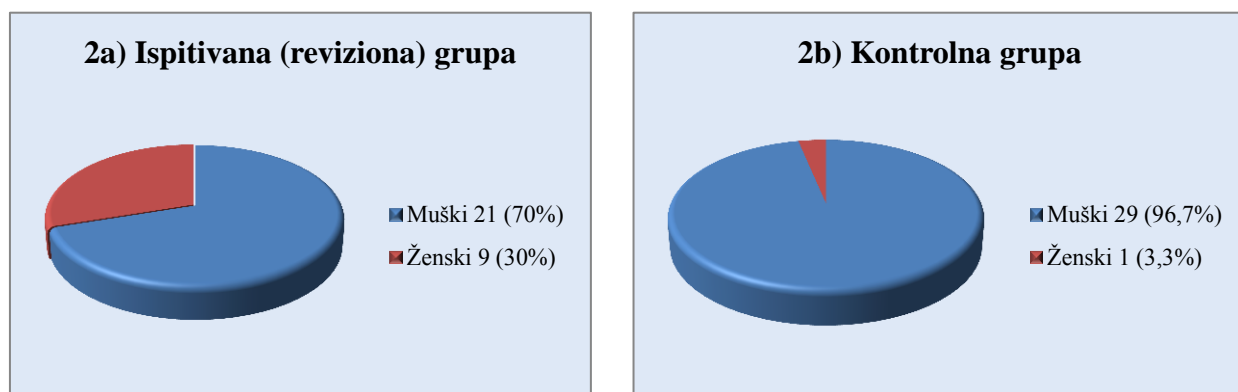
Prosečna starost pacijenata ispitivane grupe veća je od prosečne starosti pacijenata kontrolne grupe (Grafikon 1) ali, testiranjem statističke značajnosti uočene razlike u starosti pacijenata ispitivane grupe i kontrolne grupe pomoću MANOVA pokazuje da je vrednost $F=0,630$ a $p=0,430$ što ukazuje da razlika nije statistički signifikantna. Testiranje signifikantnosti uočene razlike diskriminativnom analizom pokazuje da je vrednost $F=0,630$ i $p=0,430$. Kako je p veće od 0,1 može se zaključiti da ne postoji statistička značajnost razlike niti jasno definisana granica između starosti pacijenata ispitivane i kontrolne grupe odnosno da su ispitivana i kontrolna grupa komparabilne u odnosu na starost ispitanika.

3.1.1.2. POL ISPITANIKA

Na grafikonu 2 prikazana je polna struktura ispitivane (Grafikon 2a) i kontrolne (Grafikon 2b) grupe. U ispitivanoj grupi je značajno više zastupljen muški pol (21 ispitanik; 70%) u odnosu na ženski pol (9 ispitanica; 30%, $p=0,03$). U kontrolnoj grupi je zastupljenost muškog pola (29 ispitanika; 96,7%) takođe statistički značajno veća od zastupljenosti ženskog pola (jedna ispitanica; 3,3%, $p=0,00$). Zastupljenost muškog pola u kontrolnoj grupi je značajno veća od zastupljenosti muškog pola u ispitivanoj grupi. Kako je $p=0,006$ χ^2 testa a $\chi=0,337$ ($R=0,358$;

F=8,661; CV=0,147) može se zaključiti da postoji povezanost, ali niska, između ispitanika i grupe kojoj pripadaju, i pola.

Grafikon 2. Pol ispitanika

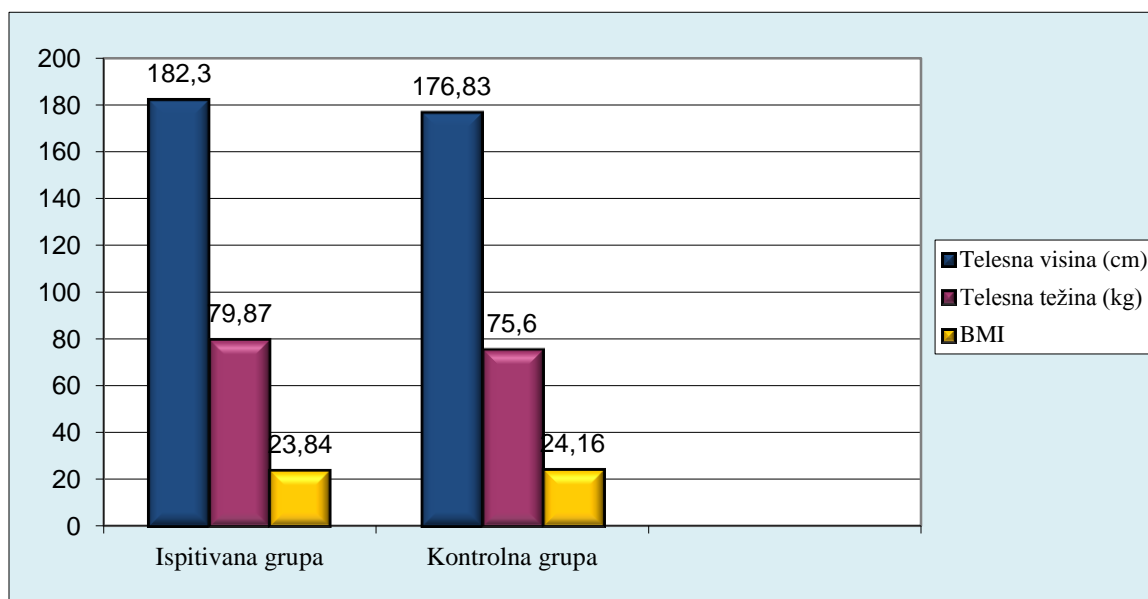


3.1.1.3. UHRANJENOST ISPITANIKA

Na grafikonu 3 prikazani su parametri uhranjenosti ispitivane i kontrolne grupe. Prosečna telesna visina pacijenata ispitivane grupe iznosi $182,3 \pm 9,47$ cm (od 168,0 do 212,0). Prosečna telesna težina pacijenata ispitivane grupe iznosi $79,87 \pm 14,55$ kg (od 56,0 do 120,0). BMI pacijenata ispitivane grupe iznosi $23,84 \pm 2,48$ (od 19,8 do 30,9). Vrednosti se nalaze u očekivanom rasponu. Vrednosti koeficijenta varijacije ukazuju na homogenost obeležja, kako telesne visine (5,19) tako i telesne težine (18,21) i BMI (10,41). Povećane vrednosti Skjunisa ukazuju da je raspodela negativno asimetrična što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima odnosno da ima više većih vrednosti u odnosu na normalnu raspodelu i kod telesne visine (0,95) i kod telesne težine (0,77) i kod BMI (0,74). Veće vrednosti Kurtosisa ukazuju da je kriva izdužena kod telesne visine (1,42), telesne težine (0,80) i BMI (0,56). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele telesne visine ($p=0,542$), telesne težine ($p=0,444$) i BMI ($p=0,620$). Prosečna telesna visina pacijenata kontrolne grupe iznosi $186,8 \pm 4,69$ cm (od 167,0 do 186,0). Prosečna telesna težina pacijenata kontrolne grupe iznosi $75,6 \pm 5,12$ kg (od 58,0 do 84,0). Prosečna vrednost BMI pacijenata kontrolne grupe iznosi

24,16±1,07 (od 20,8 do 26,2). (Tabela broj 6). Minimalne i maksimalne vrednosti ispitivanih antropometrijskih parametara u pacijenata kontrolne grupe ukazuju da se vrednosti nalaze u očekivanom rasponu. Vrednosti koeficijenta varijacije ukazuju na homogenost obeležja telesna visina (2,65), telesna težina (6,77) i BMI (4,43). Smanjene vrednosti Skjunisa ukazuju da je raspodela pozitivno asimetrična, to znači da kriva raspodele rezultata naginje ka manjim vrednostima, odnosno da ima više manjih vrednosti u odnosu na normalnu raspodelu kod telesne visine (-0,25), telesne težine (-1,12) i BMI (-1,08). Veće vrednosti Kurtozisa ukazuju da je kriva izdužena, kod telesne težine (2,99) i BMI (2,10). Negativne vrednosti Kurtozisa ukazuju da je kriva spljoštena kod telesne visine (-0,34). Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele kod sva tri obeležja, telesne visine (p=0,986), telesne težine (p=0,891) i BMI (p=0,967).

Grafikon 3. Parametri uhranjenosti pacijenata ispitivane (revizije) i kontrolne grupe (\bar{X})



Rezultati testiranja značajnosti razlika uočenih u parametrima uhranjenosti (TV, TT, BMI) kod pacijenata ispitivane u odnosu na kontrolnu grupu pokazuju, na osnovu vrednosti p=0,003 analize MANOVA (n=3; F=5,087) i p=0,003 diskriminativne analize (n=3; F=5,087) da postoji značajna razlika i jasno definisana granica između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na uhranjenost. Telesna visina pacijenata ispitivane grupe je veća od telesne visine kontrolne grupe i

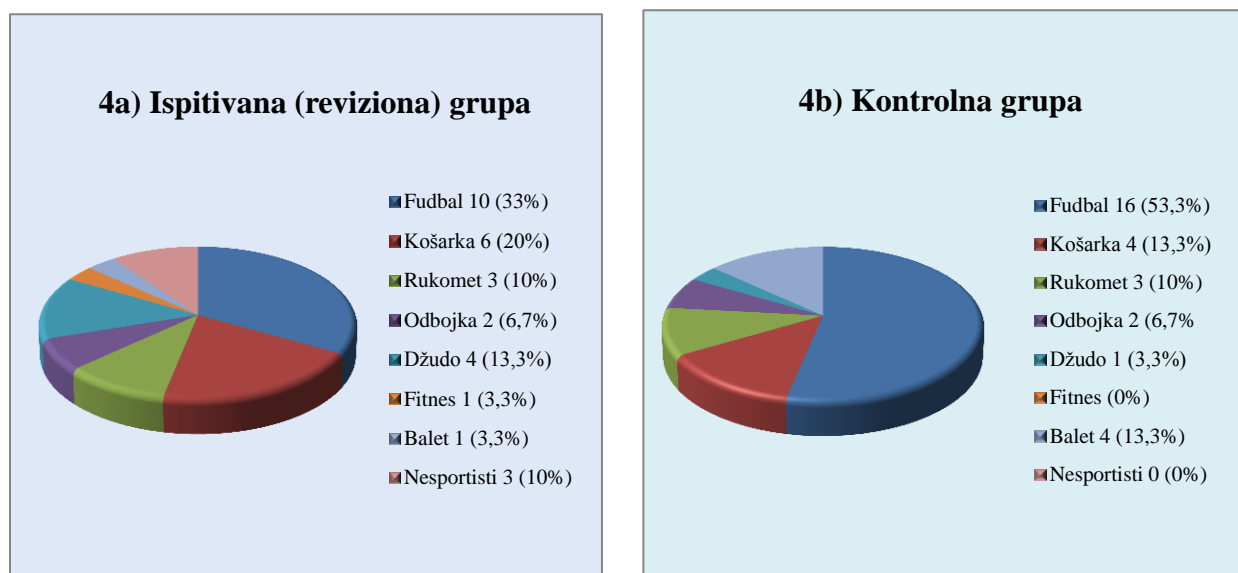
ta razlika je statistički signifikantna ($p=0,006$; $F=8,033$; $CD=0,038$). Telesna težina je veća ($p=0,135$; $F=2,297$; $CD=0,067$) a BMI je manji ($p=0,515$; $F=0,429$; $CD=0,087$) u ispitivanoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu ali ta razlika nije statistički signifikantna.

3.1.2. ANALIZA OBELEŽJA SA MOGUĆIM UTICAJEM NA NASTANAK POVREDE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

3.1.2.1. VRSTA SPORTA

Na grafikonu 4 prikazana je zastupljenost različitih sportskih aktivnosti u ispitivanoj (4a) i kontrolnoj (4b) grupi. U ispitivanoj grupi najviše je zastupljen fudbal – 10 ispitanika (33,3%), zatim košarka 6 (20%), džudo 4 (13,3%), 3 rukomet (10%), odbojka 2 (6,7%), fitness 1 (3,3%), balet 1 (3,3%). Troje pacijenata (10%) ispitivane grupe nije se bavilo sportom. U kontrolnoj grupi takođe je najviše zastupljen fudbal – 16 ispitanika (53,3%), zatim košarka 4 (13,3%), balet 4 (13,3%), rukomet 3 (10%), odbojka 2 (6,7%), džudo 1 (3,3%). U kontrolnoj grupi nije bilo nesportista.

Grafikon 4. Zastupljenost različitih sportskih aktivnosti

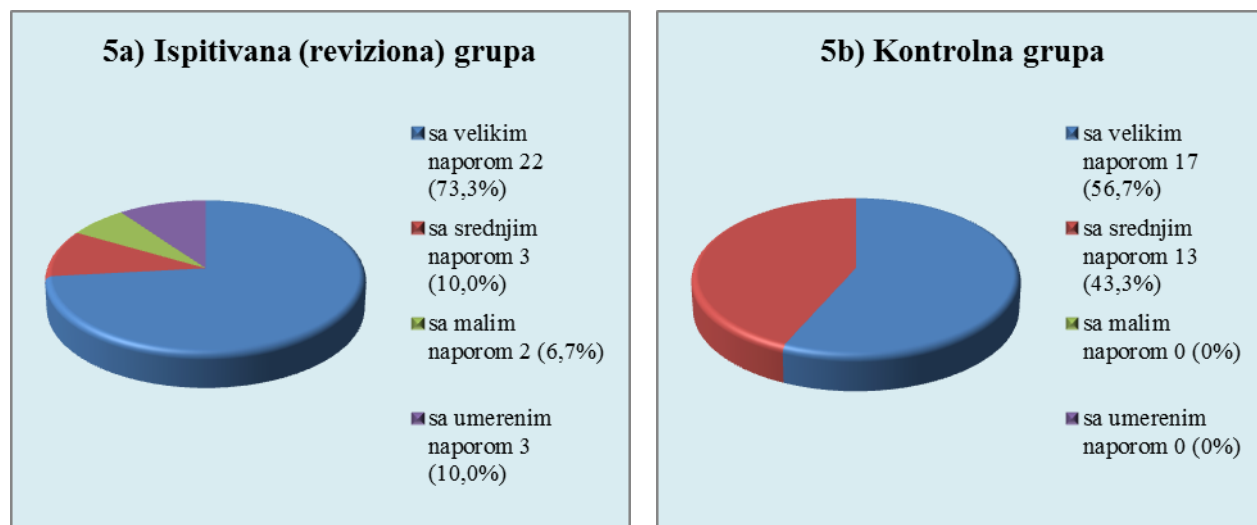


Rezultati χ^2 testa pokazuju da se ispitivana i kontrolna grupa razlikuju u odnosu na vrstu sporta. Zastupljenost fudbala je u ispitivanoj grupi značajno manja nego u kontrolnoj grupi, zastupljenost džudoa je značajno veća u ispitivanoj nego u kontrolnoj, zastupljenost baleta značajno viša u kontrolnoj grupi nego u ispitivanoj grupi i zastupljenost nesportista veća u ispitivanoj nego u kontrolnoj grupi. Razlika između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na vrstu sporta je statistički značajna ($p=0,000$; $\chi=0,368$; $R=0,395$; $F=9,827$).

3.1.2.2. AKTIVNOST PRE POVREDE

Zastupljenost različitih modaliteta obeležja "Aktivnost pre povrede" u ispitivanoj (Grafikon 5a) i kontrolnoj grupi (Grafikon 5b) pokazuje da je 22 (73,3%) pacijenta ispitivane grupe imalo aktivnosti sa velikim naporom pre povrede, troje (10%) aktivnosti sa srednjim naporom, dvoje (6,7%) sa malim naprežanjem i troje (10%) sa umerenim naprežanjem. Može se zapaziti da je u ispitivanoj grupi najviše zastupljena aktivnost sa velikim naporom što je značajno veće od učestalosti aktivnosti sa umerenim naprežanjem ($p=0,001$) i aktivnosti sa srednjim naporom ($p=0,001$) i malim naprežanjem ($p=0,001$). U kontrolnoj grupi je 17 pacijenata (56,7%) imalo aktivnost sa velikim naporom pre povrede i 13 (43,3%) aktivnosti sa srednjim naporom dok nije bilo pacijenata koji su imali aktivnost sa malim i umerenim naprežanjem. Kada se upoređuju ispitivana i kontrolna grupa zapaža se da je zastupljenost aktivnosti sa velikim naprežanjem u ispitivanoj grupi značajno veća (73%) u odnosu na zastupljenost istog obeležja u kontrolnoj grupi (56,7%). Kako je $p=0,001$ χ^2 testa ($R=0,445$; $F=13,10$) može se reći da postoji povezanost između grupe ispitanika i modaliteta aktivnosti pre povrede odnosno, da postoji statistički značajna razlika između grupa. Kako je $\chi=0,407$, ova povezanost je umerena.

Grafikon 5. Aktivnost ispitanika pre povrede zgloba kolena



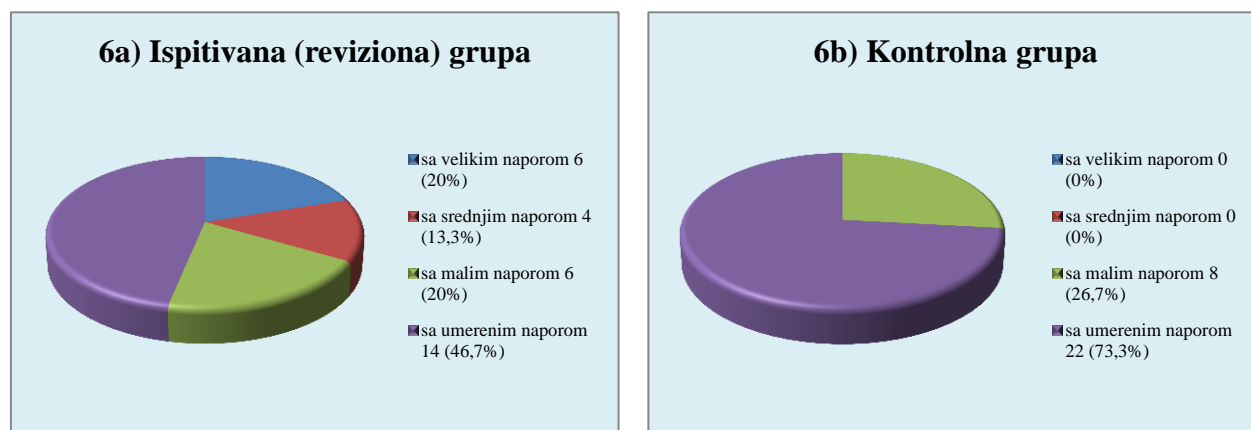
3.1.2.3. AKTIVNOST NAKON POVREDE A PRE OPERACIJE

Analizirana su četiri modaliteta obeležja “Aktivnost ispitanika posle povrede a pre operacije”, odnosno ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena.

U ispitivanoj grupi (Grafikon 6a) 6 pacijenata (20%) imalo je pre operacije aktivnost sa velikim naporom, 4 (13,3%) aktivnost pre operacije sa srednjim naporom, 6 (20%) aktivnost sa malim naprežanjem i 14 (46,7%) aktivnost sa umerenim naprežanjem. U kontrolnoj grupi (Grafikon 6b) bila je zastupljena samo aktivnost pre operacije sa malim naprežanjem - 8 pacijenata (26,7%) i umerenim naprežanjem kod 22 (73,3%) pacijenta. Zapaža se da je u ispitivanoj grupi najviše zastupljena aktivnost pre operacije sa umerenim naprežanjem, zatim aktivnost pre operacije sa velikim naporom a zatim aktivnost sa srednjim naporom. Razlike u zastupljenosti različitih aktivnosti pre operacije u ispitivanoj grupi su statistički značajne ($p=0,032$; $p=0,007$ i $p=0,032$). Razlike u zastupljenosti vrste aktivnosti pre operacije u kontrolnoj grupi takođe su statistički signifikantne ($p=0,000$). Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izdvojiti karakteristike ispitivane i kontrolne grupe tako da ispitivana grupa ima više izraženo svojstvo koje proističe iz zastupljenosti aktivnosti pre operacije sa velikim naporom i srednjim

naporom a kontrolna grupa ima izraženo svojstvo koje proističe iz zastupljenosti aktivnosti pre operacije sa umerenim i malim naporom. Kako je $p=0,001$ χ^2 testa ($R=0,448$; $F=13,34$) može se reći da postoji povezanost između grupe ispitanika i aktivnosti pre operacije, odnosno da postoji značajna razlika u zastupljenosti aktivnosti sa velikim i srednjim naporom u ispitivanoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu. Kako je $\chi=0,409$ ova povezanost je umerena.

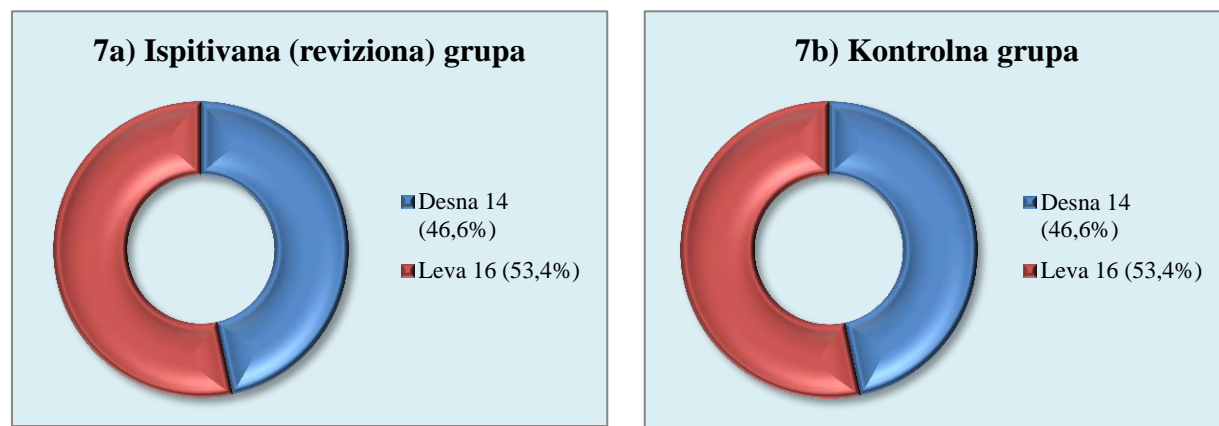
Grafikon 6. Aktivnost ispitanika posle povrede a pre rekonstrukcije



3.1.2.4. STRANA POVREDE

U celokupnom uzorku ispitanika ($n=60$) povrede desnog kolena imalo je 28 pacijenata (46,7%), 14 u ispitivanoj i 14 u kontrolnoj grupi, a povredu levog kolena imalo je 32 pacijenta (53,3%), 16 u ispitivanoj i 16 u kontrolnoj grupi. Grupe su potpuno komparabilne u odnosu na stranu povrede te strana povrede nadalje nije bila predmet statističke obrade (Grafikon 7).

Grafikon 7. Strana povrede zgloba kolena (lateralitet povrede)

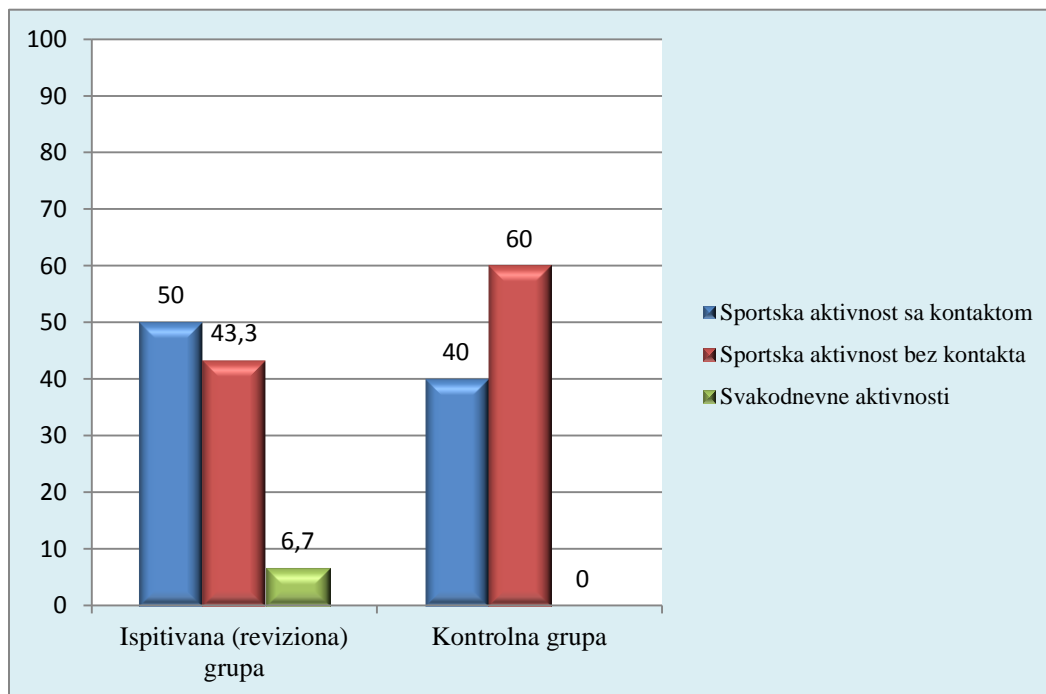


3.1.2.5. UZROK POVREDE

Analizirana je zastupljenost četiri modaliteta uzroka povrede od kojih su u ispitanika registrovana tri: sportska aktivnost sa kontaktom, sportska aktivnost bez kontakta i svakodnevne aktivnosti. Povrede zgloba kolena nastale u saobraćajnom udesu nije bilo ni u ispitivanoj ni u kontrolnoj grupi (Grafikon 8). Od ukupno 27 pacijenata celokupnog uzorka ($n=60$) u kojih je povreda prednje ukrštene veze kolena nastala u toku sportske aktivnosti sa kontaktom, 15 je pripadalo ispitivanoj grupi (50%) a 12 kontrolnoj grupi (40%). Od ukupno 31 pacijenta u kojeg je povreda nastala u toku sportske aktivnosti bez kontakta, 18 (60%) je iz kontrolne grupe a 13 (43,3%) iz ispitivane grupe. Dva pacijenta (6,7%) ispitivane grupe su povredu zadobili prilikom svakodnevnih aktivnosti dok nije bilo pacijenata u kontrolnoj grupi koji su zadobili povredu na ovaj način. Ni u ispitivanoj ni u kontrolnoj grupi nije bilo pacijenata koji su povredu zadobili prilikom saobraćajnog udesa. Razlika u zastupljenosti povrede nastale u sportskoj aktivnosti sa kontaktom u odnosu na povredu u svakodnevnim aktivnostima je statistički signifikantna ($p=0,000$). U kontrolnoj grupi značajno je veća zastupljenost povrede nastale u sportskoj aktivnosti bez kontakta u odnosu na povredu tokom svakodnevnih aktivnosti ($p=0,000$). U ispitivanoj grupi najviše je zastupljena povreda nastala tokom sportske aktivnosti sa kontaktom a u kontrolnoj grupi povreda nastala tokom sportske aktivnosti bez kontakta. Rezultat χ^2 testa

pokazuje da postoji povezanost između posmatranih grupa sa jedne strane i uzroka povrede sa druge strane ($p=0,079$; $R=0,229$; $F=3,203$). Kako je $\chi=0,223$ ova povezanost je niska.

Grafikon 8. Uzrok povrede prednje ukrštene veze kolena (%)



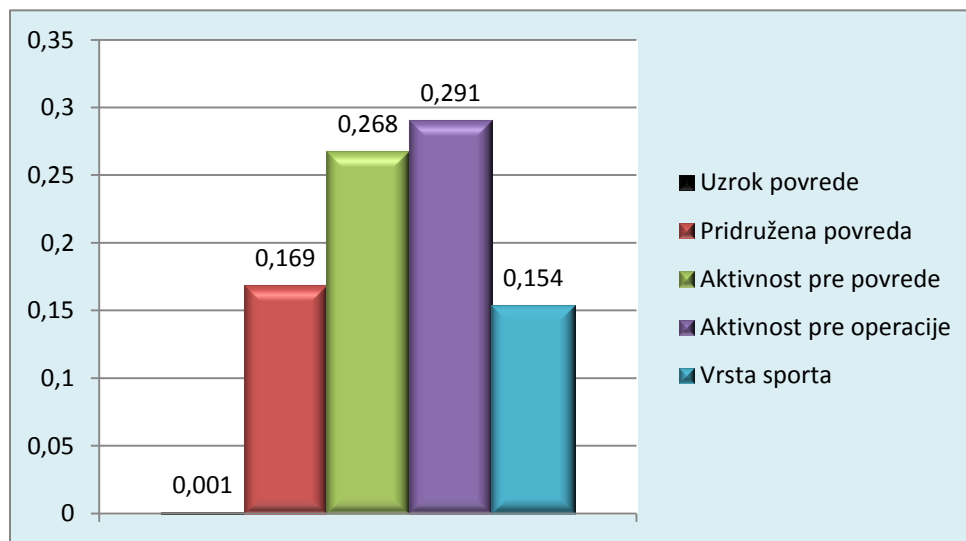
3.1.2.6. PRIDRUŽENA POVREDA

Analizirana su 4 modaliteta pridružene povrede prednje ukrštene veze kolena i to: bez pridružene povrede, pridruženo oštećenje unutrašnjeg meniskusa, pridruženo oštećenje spoljašnjeg meniskusa i pridruženo oštećenje oba meniskusa. U ukupnom uzorku ($n=60$) 51 ispitanik sa povredom prednje ukrštene veze kolena nije imao pridruženu povredu ili je podatak o pridruženoj povredi bio nepoznat, 6 pacijenata je imalo pridruženu povredu u vidu povrede unutrašnjeg meniskusa, jedan je imao pridruženu povredu u smislu povrede spoljašnjeg meniskusa a dvoje je imalo pridruženu povredu oba meniskusa. U ispitivanoj grupi 21 pacijent (70%) nije imao pridruženu povredu ili je podatak o pridruženoj povredi bio nepoznat, šest

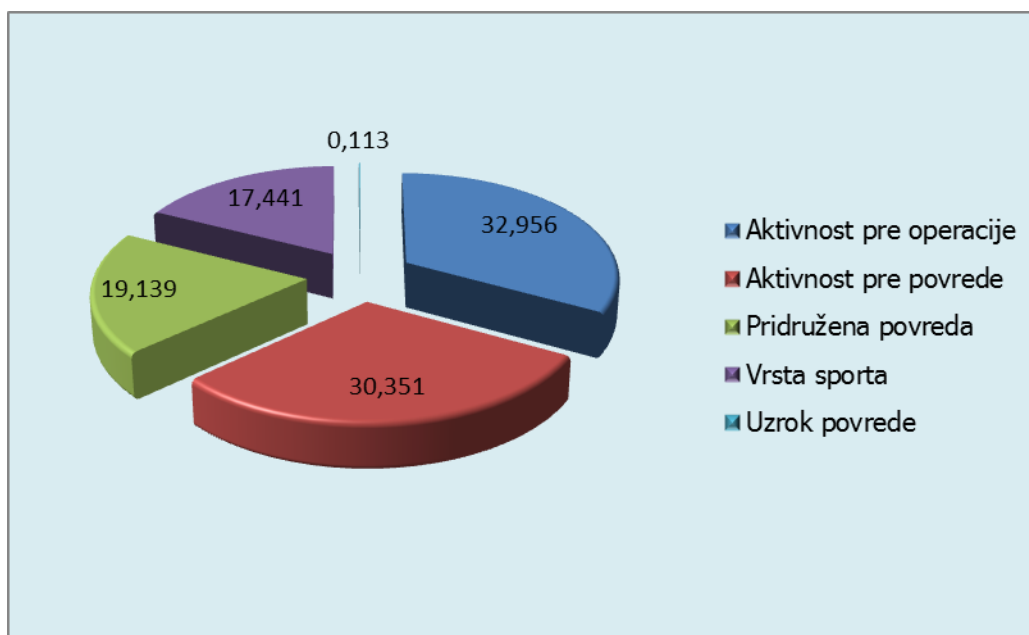
pacijenata (20%) imalo je oštećenje unutrašnjeg meniskusa kao udruženu povredu, jedan pacijent (3,3%) imao je oštećenje spoljašnjeg meniskusa a dva pacijenta (6,7%) oštećenje oba meniskusa kao pridruženu povredu. Razlike u učestalosti odsustva pridružene povrede i različitih tipova prisustva pridružene povrede bile su visoko statistički značajne ($p=0,000$). U kontrolnoj grupi 30 pacijenata (100%) nije imalo udruženu povredu ili je taj podatak bio nepoznat. Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izdvojiti karakteristike ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na pridružene povrede u smislu da ispitivana grupa ima više izraženo svojstvo u smislu oštećenja unutrašnjeg meniskusa a kontrolna grupa ima izraženo svojstvo u smislu odsustva pridružene povrede. Kako je $p=0,001$ χ^2 testa ($R=0,420$; $F=12,21$) može se zaključiti da postoji povezanost između grupe ispitanika sa jedne strane i pridružene povrede sa druge strane. Kako je $\chi=0,387$ ova povezanost je niska. Urađena je analiza MANOVA i diskriminativna analiza grupe od pet parametara u vezi sa povredom (vrsta povrede, pridružena povreda, uzrok povrede, aktivnost pre povrede i aktivnost posle povrede a pre ponovne rekonstrukcije). Kako je vrednost $p=0,000$ analize MANOVA ($n=5$; $F=10,040$) i $p=0,000$ diskriminativne analize ($n=5$; $F=9,948$) jasno je da postoji statistički značajna razlika i jasno definisana granica između ispitivane i kontrolne grupe.

Statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe postoji u odnosu na obeležje "Pridružena povreda" ($p=0,001$; $\chi=0,387$; $R=0,420$; $F=11,357$) u odnosu na obeležje "Aktivnost pre povrede" ($p=0,001$; $\chi=0,407$; $R=0,445$; $F=13,100$), obeležje "Aktivnost nakon povrede a pre operacije" ($p=0,001$; $\chi=0,409$; $R=0,448$; $F=13,338$) i obeležje "Vrsta sporta" ($p=0,003$; $\chi=0,368$; $R=0,395$; $F=9,827$) dok je razlika između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na obeležje "Uzrok povrede" značajna ali sa povećanim rizikom za zaključivanje ($p=0,093$; $\chi=0,223$; $R=0,229$; $F=2,927$). Koeficijent diskriminacije (Grafikon 9) pokazuje da je najveći doprinos diskriminaciji između ispitivane i kontrolne grupe kod obeležja "Aktivnost nakon povrede a pre operacije" ($k.dsk=0,291$) zatim obeležje "Aktivnost pre povrede" ($k.dsk=0,268$) zatim obeležje "Pridružena povreda" ($k.dsk=0,169$) zatim obeležje "Vrsta sporta" ($k.dsk=0,154$) i najmanji doprinos odnosi se na uzrok povrede ($k.dsk=0,001$).

Grafikon 9. – Koeficijent diskriminacije – doprinos pojedinih obeležja diskriminaciji između ispitivane (revizije) i kontrolne grupe



Grafikon 10: Doprinos obeležja u vezi sa povredom razlici između ispitivane (revizije) i kontrolne grupe (%)



Na osnovu dosadašnje statističke obrade na uzorku od 60 ispitanika a na osnovu $p=0,000$ diskriminativne analize definisana je jasna granica između ispitivane i kontrolne grupe odnosno moguće je određivanje karakteristika svake grupe u odnosu na grupu parametara u vezi sa povredom. Može se zapaziti da svojstvo ispitivane i kontrolne grupe najviše definiše obeležje "Aktivnost ispitanika nakon povrede a pre operacije" jer je doprinos ovog obeležja karakteristikama 32,956%. Zatim slede obeležje "Aktivnost pre povrede" sa doprinosom od 30,351% zatim obeležje "Udružena povreda" sa 19,139% zatim obeležje "Vrsta sporta" sa doprinosom od 17,441% (Grafikon 10). Za ispitivanu grupu karakteristična su aktivnost pre operacije sa velikim i srednjim naporom, aktivnost pre povrede sa umerenim naporom, oštećenje unutrašnjeg meniskusa kao pridružena povreda i džudo i odsustvo sportske aktivnosti kao vrsta sporta. Kontrola grupa je karakteristična po aktivnosti pre operacije sa umerenim naporom, aktivnosti pre povrede sa srednjim naporom i bez pridružene povrede. Doprinos razlici između ispitivane i kontrolne grupe najviše je vezan za razlike aktivnosti pre operacije (32,956%) i aktivnosti pre povrede (30,351%) i iznosi zajedno preko 60%. Homogenost ispitivane grupe u odnosu na pomenuta obeležja 63,3% (19 od 30 pacijenata ima pomenuta obeležja) a homogenost kontrolne grupe čak 96,7% (29 od 30 pacijenata).

3.1.3. ANALIZA PROCENE ISHODA PRIMARNE I PONOVLJENE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

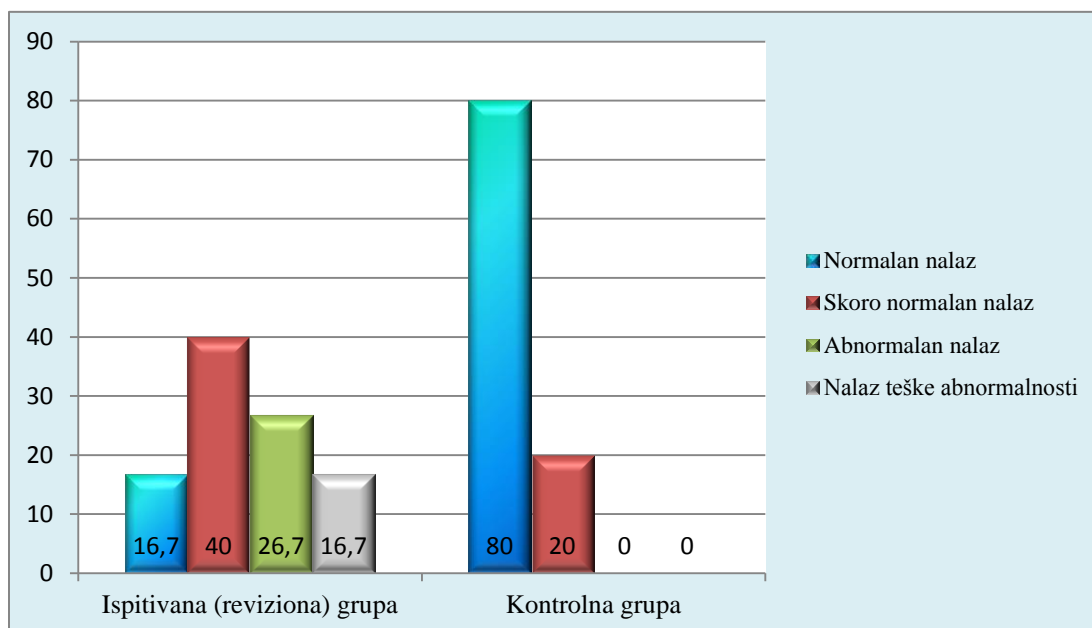
U cilju procene ishoda onosno uspesnosti primarne odnosno ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze korišćeni su uobičajeni parametri: IKDC skor, Tegner skor, Lysholm skor, artrometrijsko merenje Lachman testa, kao i aktivnost posle operacije i vreme od operacije do ponovnog treniranja.

3.1.3.1. IKDC

Analizirana je zastupljenost 4 modaliteta IKDC skora (Grafikon 11). U ispitivanoj grupi je 5 (16,7%) pacijenata imalo normalan nalaz, 12 (40%) skoro normalan nalaz, 8 (26,7%) abnormalan nalaz i 5 (16,7%) pacijenata nalaz teške abnormalnosti. U kontrolnoj grupi je 24

(80%) pacijenata imalo normalan nalaz, 6 (20%) skoro normalan nalaz i 0 (%) pacijenata abnormalan i nalaz teške abnormalnosti. Evaluacija ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze primenom IKDC skora pokazuje da je u ispitivanoj grupi najviše zastupljen skoro normalni nalaz (12 ispitanika; 40%) što je statistički značajno u odnosu na normalni nalaz (5 ispitanika; 16,7%) ($p=0,049$) i teško abnormalni nalaz (5 ispitanika; 16,7%) ($p=0,049$). U kontrolnoj grupi zastupljenost normalnog nalaza (24 ispitanika; 80%) je značajno veća od zastupljenosti skoro normalnog nalaza (6 ispitanika; 20%) ($p=0,000$), abnormalnog nalaza (0 ispitanika; 0%) ($p=0,000$) i teško abnormalnog nalaza (0 ispitanika; 0%) ($p=0,000$). Razlika između kontrolne grupe i ispitivane grupe najviše je izražena za normalan nalaz (80% prema 16,67%; $p=0,000$), zatim skoro normalan nalaz je značajno češći u ispitivanoj nego u kontrolnoj grupi (40% prema 20%; $p=0,096$), zatim za abnormalan nalaz koji je češći u ispitivanoj grupi (8 ispitanika; 26,7%) nego u kontrolnoj grupi (26,7% prema 0,00%; $p=0,004$) i najzad za teško abnormalni nalaz koji je češći u ispitivanoj nego u kontrolnoj grupi (16,7% prema 0,00%; $p=0,023$).

Grafikon 11. Ishod rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena - IKDC skor (%)

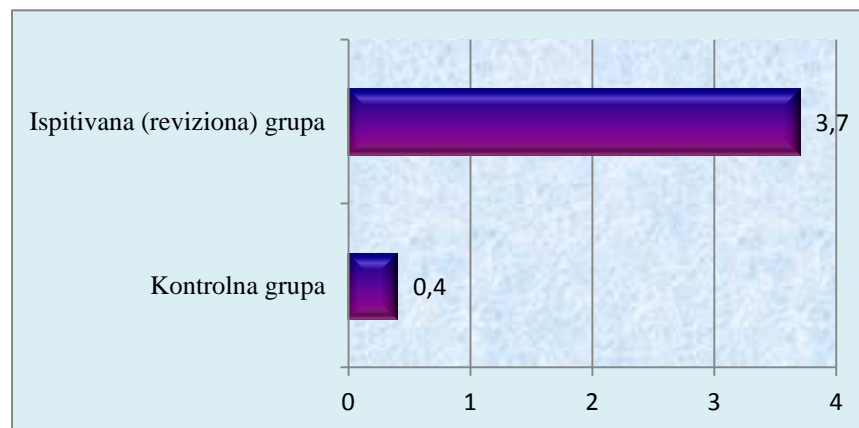


Rezultat χ^2 testa koji pokazuje značajnu povezanost između grupe sa jedne strane i nalaza IKDC sa druge strane ($p=0,002$; $\chi=0,560$; $R=0,676$; $F=44,70$). Ova povezanost je umerena ali jasno pokazuje značajnu razliku između grupa u smislu lošijeg rezultata rekonstrukcije prednje ukrštene veze u ispitivanoj u poređenju sa kontrolnom grupom.

3.1.3.2. ARTROMETRIJSKO MERENJE

Evaluacija rezultata rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena primenom artrometrijskog merenja pokazuje da je vrednost Lachman testa u ispitivanoj grupi $3,7 \pm 2,5$ mm (od 0,7 do 8,9mm; $CV=67,2$; $Skjunis=0,73$; $Kurtozis=-0,68$; $p=0,269$) a u kontrolnoj grupi $0,4 \pm 0,16$ mm (od 0,1 do 0,9mm; $CV=39,8$; $Skjunis=0,73$; $Kurtozis=2,34$; $p=0,094$) (Grafikon 12).

Grafikon 12. Analiza ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena – artrometrijsko merenje Lachman testa (mm; \bar{X})

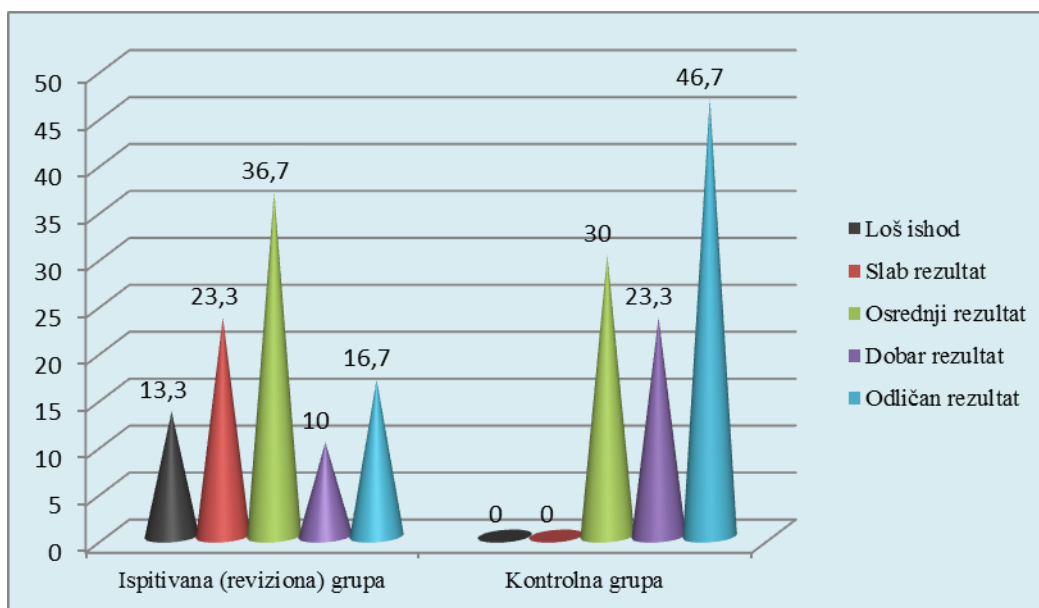


Vrednost artrometrijski merenog Lachman testa je statistički signifikantno veća u ispitivanoj grupi u poređenju sa kontrolnom grupom ($p=0,000$; $F=52,684$) što ukazuje na značajno lošiji rezultat rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena u ispitivanoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu.

3.1.3.3. LYSHOLM SKOR

Analizirano je 5 modaliteta Lysholm skora u ispitivanoj i kontrolnoj grupi (Grafikon 13) gde je sa 0 označen loš ishod (manje od 66 bodova), sa 1 slab rezultat (66-81 bod), sa 2 osrednji rezultat (82-92 boda), sa 3 dobar rezultat (93,97 bodova) i sa 4 odličan rezultat (98-100 bodova). Može se zapaziti da u kontrolnoj grupi nije bilo pacijenata sa lošim ishodom i slabim rezultatom, da dominiraju pacijenti sa odličnim rezultatom (14 pacijenata; 46,7%) zatim osrednjim rezultatom (9; 30%) i dobrim rezultatom (7; 23,3%). U ispitivanoj grupi međutim dominiraju pacijenti sa osrednjim rezultatom (11; 36,7%) a značajan je procenat pacijenata sa slabim rezultatom (7; 23,3%) i čak četiri (13,3%) pacijenta je imalo loš ishod. Dobar rezultat imalo je tri pacijenta (10%) a odličan rezultat pet pacijenata (16,7%). Razlike u frekvenciji obeležja sadržanih u Lysholmovom skoru su statistički značajne, sa vrednošću $\chi=0,471$ i $p=0,002$, $R=0,533$. Evaluacija rekonstrukcije prednje ukrštene veze primenom Lysholm skora pokazuje značajno lošiji rezultat rekonstrukcije prednje ukrštene veze u ispitivanoj grupi u poređenju sa kontrolnom grupom.

Grafikon 13. Evaluacija ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena – Lysholm skor (%)

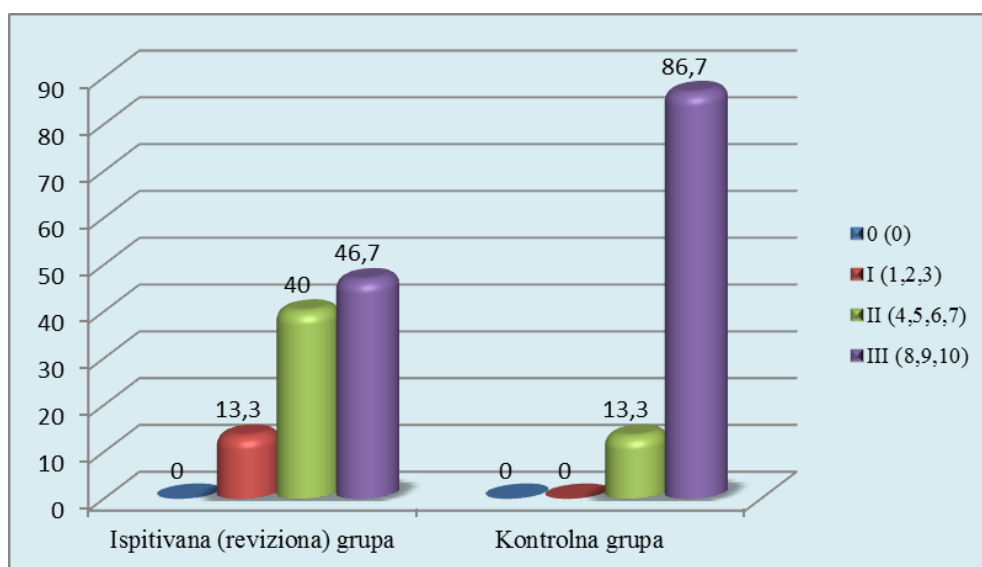


3.1.3.4. TEGNER SKOR

S obzirom na 11 skorova u pomenutoj bodovnoj skali i s obzirom na mali uzorak ispitanika (n=60) načinjeno je grupisanje skorova na sledeći način: 0 (0) – Bolovanje ili invalidska penzija zbog problema sa kolenom, I (1, 2, 3) – Sedeći i lak posao, II (4, 5, 6, 7) - Umereno težak i težak rad i rekreativni sportovi, III (8, 9, 10) – Takmičarski sportovi. U ispitivanoj grupi je zastupljenost Tegner skora bila: 0 (0 ispitanika; 0%), I (4 ispitanika; 13,3%), II (12 ispitanika; 40%), III (14 ispitanika, 46,7%). U kontrolnoj grupi je zastupljenost Tegner skora bila: 0 (0 ispitanika; 0%), I (0 ispitanika; 0%), II (4 ispitanika; 13,3%), III 26 ispitanika (86,7%) (Grafikon 14).

Može se zapaziti da je u ispitivanoj grupi najviše zastupljen Tegner skor III u odnosu na Tegner skor I ($p=0,07$). U kontrolnoj grupi je najveća zastupljenost Tegner skora III u odnosu na Tegner skor II ($p=0,000$) i Tegner skor I ($p=0,000$). U ispitivanoj grupi veća je zastupljenost Tegner skora I nego u kontrolnoj grupi ($p=0,043$). Tegner skor II više je zastupljen u ispitivanoj nego u kontrolnoj grupi ($p=0,023$). Tegner skor III signifikantno je zastupljen u kontrolnoj grupi nego u ispitivanoj grupi ($p=0,002$). Prema tome, dominantno svojstvo ispitivane grupe je Tegner skor I (1, 2, 3) i II (4, 5, 6, 7), a kontrolne grupe III (8, 9, 10). To ukazuje na značajno lošiji rezultat rekonstrukcije prednje ukrštene veze u ispitivanoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu.

Grafikon 14. Evaluacija ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena – Tegner skor (%)

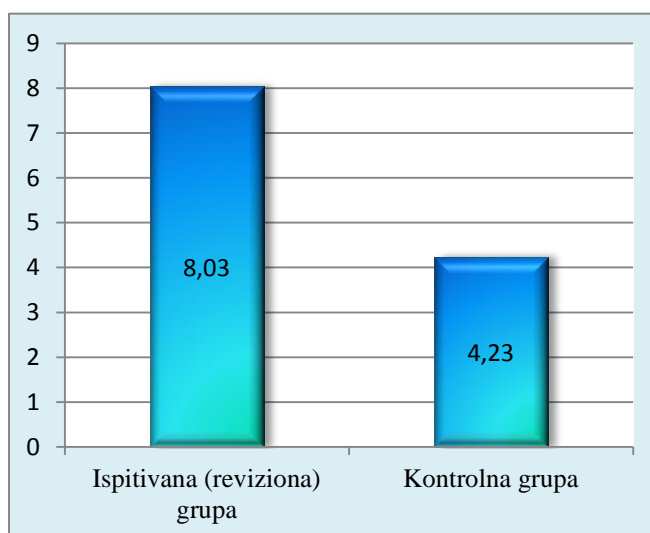


Razlika između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na zastupljenost Tegner skora statistički je značajna tako da postoji povezanost (umerena) između grupe sa jedne strane i Tegner skora sa druge strane ($\chi=0,403$; $p=0,001$; $R=0,440$; $F=13,42$).

3.1.3.5. VREME OD OPERACIJE DO POČETKA TRENIRANJA

Vreme proteklo od operativnog zahvata do početka redovnog treniranja (Grafikon 15), koje predstavlja jedan od parametara za procenu ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena, u ispitivanoj grupi je u proseku bilo $8,3\pm 2,43$ meseca (od 4,0 do 12,0; $CV=30,23$; $Skjunis=0,15$; $Kurtosis=-1,02$; $p=0,610$) dok je u kontrolnoj grupi to vreme bilo upola manje, odnosno $4,23\pm 0,68$ meseca (od 3,0 do 6,0; $CV=16,04$; $Skjunis=1,04$; $Kurtosis=1,34$; $p=0,000$).

Grafikon 15. Evaluacija ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena – vreme od operacije do početka treniranja (meseci; \bar{X})



Razlika između ispitivane i kontrolne grupe je statistički značajna ($F=68,153$; $p=0,000$) što ukazuje na značajno lošiji rezultat rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena u ispitivanoj grupi u odnosu na kontrolnu grupu.

3.1.3.6. AKTIVNOST POSLE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA

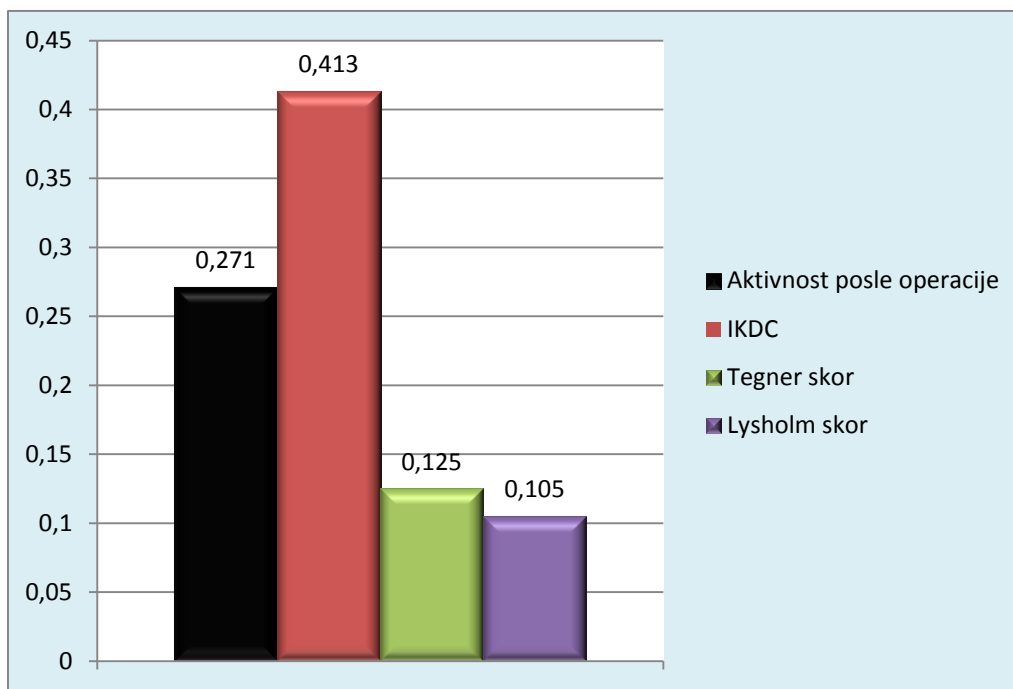
Analizirana je zastupljenost četiri modaliteta obeležja aktivnost posle operacije u ispitivanoj i kontrolnoj grupi. U ispitivanoj grupi 15 pacijenata (50%) imalo je aktivnost posle operacije sa velikim naporom, 6 (20%) aktivnost sa umerenim naprežanjem, 5 (16,7%) sa srednjim naporom i 4 (13,3%) sa malim naporom. Razlike u zastupljenosti modaliteta ovog obeležja unutar ispitivane grupe su statistički značajne. U kontrolnoj grupi svi ispitanici, 30 (100%) posle operacije mogli su da imaju aktivnosti sa velikim naporom. Razlika između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na aktivnost posle operacije je statistički značajna kada je reč o aktivnosti sa velikim naporom ($p=0,000$). Kako je $p=0,000$ χ^2 testa može se reći da postoji povezanost (umerena) između grupa sa jedne strane i aktivnosti posle operacije sa druge strane ($\chi=0,500$; $p=0,000$; $R=0,577$; $F=26,5$). I ovi rezultati ukazuju na lošiji rezultat rekonstrukcije prednje ukrštene veze u ispitivanoj grupi u poređenju sa kontrolnom grupom.

3.1.3.7. ANALIZA TEMATSKE CELINE KOJA SE ODNOSI NA PROCENU USPEŠNOSTI OPERATIVNOG LEČENJA

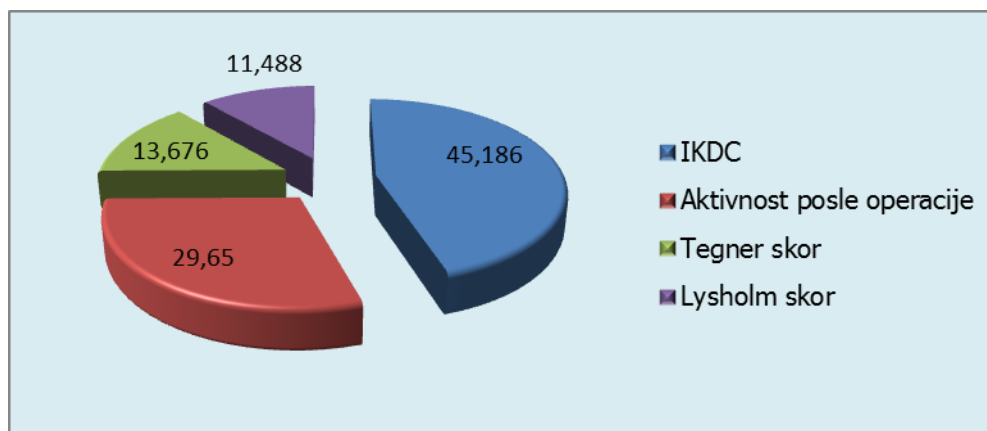
U istraživanju su korišćena sledeća kategorijalna obeležja za procenu uspešnosti operativnog lečenja (Aktivnost posle operacije, IKDC skor, Tegner skor, Lysholm skor) i numerička obeležja (Artrometrijsko merenje Lachman testa i Vreme proteklo od operacije do početka treniranja). Rezultati analize MANOVA i diskriminativne analize primenjenih na pomenute parametre procene uspešnosti operacije pokazuju da između ispitivane i kontrolne grupe postoji statistički signifikantna razlika u odnosu na četiri kategorijalna obeležja ($p=0,000$; $n=4$; $F=16,295$) u analizi MANOVA i ($p=0,000$; $n=4$; $F=15,999$) u diskriminativnoj analizi. To znači da se između ispitivane i kontrolne grupe, u odnosu na ta obeležja, može definisati jasna granica. Ova značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe postoji i za svako pojedinačno obeležje s tim da najveći doprinos diskriminaciji između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na uspešnost operativnog lečenja daje IKDC skor ($k.dsk=0,413$; $\chi=0,560$; $R=0,676$; $F=47,220$; $p=0,000$) zatim obeležje "Aktivnost posle operacije" ($k.dsk=0,271$; $\chi=0,500$; $R=0,577$; $F=28,000$;

p=0,000) zatim Tegner skor (k.dsk=0,121; $\chi=0,403$; R=0,440; F=13,421; p=0,001) a najmanji doprinos ima Lysholm skor (k.dsk=0,105; $\chi=0,471$; R=0,533; F=22,254; p=0,000) (Grafikon 16).

Grafikon 16: Koeficijent diskriminacije – doprinos pojedinih obeležja diskriminaciji između ispitivane (revizione) i kontrolne grupe u odnosu na procenu operativnog lečenja



Grafikon 17. Doprinos kategorijalnih obeležja razlikama između ispitivane (revizione) i kontrolne grupe u odnosu na procenu operativnog lečenja (%)



Što se tiče karakteristika i homogenosti ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na procenu uspešnosti operativnog lečenja grupom od četiri obeležja, za ispitivanu grupu je karakterističan skoro normalan nalaz zatim abnormalan nalaz i nalaz teške abnormalnosti IKDC skora dok je za kontrolnu grupu karakterističan normalan nalaz IKDC skora. Što se tiče aktivnosti posle operacije, za ispitivanu grupu karakteristična je aktivnost sa srednjim, zatim sa malim i potom sa umerenim naporom dok je za kontrolnu grupu karakteristična aktivnost sa velikim naporom. Za ispitivanu grupu karakterističan je nalaz Tegner skora 1, 2, 3 a zatim Tegner skora 4, 5, 6, 7 dok je za kontrolnu grupu karakterističan Tegner skor 8, 9, 10. Što se tiče Lysholm skora, za ispitivanu grupu je karakterističan loš ishod i slab rezultat a za kontrolnu grupu odličan rezultat. Homogenost obe grupe u odnosu na ove parametre je 86,67%. Razlikama između ispitivane i kontrolne grupe najviše doprinose razlike u IKDC skoru (45,186%) zatim razlike u aktivnosti posle operacije (29,65%) a zatim znatno manje razlike u Tegner skoru (13,676%) i Lysholm skoru (11,488%) (Grafikon 17).

Što se tiče IKDC skora, u kontrolnoj grupi je najviše zastupljen normalan nalaz' a u ispitivanoj grupi nalaz teške abnormalnosti. Kada je reč o obeležju "Aktivnost posle operacije", u kontrolnoj grupi dominira "Aktivnost sa velikim naporom" a u ispitivanoj grupi "Aktivnost sa umerenim naporom".

Kada je reč o obeležju "Aktivnost posle operacije", u kontrolnoj grupi je najviše zastupljena "Aktivnost sa velikim naporom" a u ispitivanoj grupi "Aktivnost sa umerenim naporom". Kada je reč o Tegner skoru, u kontrolnoj grupi dominira Tegner skor III (8,9,10) a u ispitivanoj Tegner skor I (1,2,3).

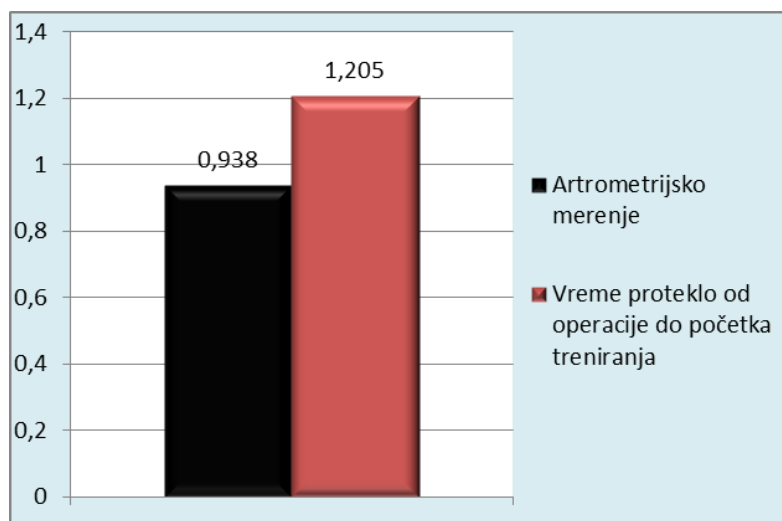
I u ispitivanoj i u kontrolnoj grupi po 26 od 30 pacijenata (86,67%) ima ove karakteristike. Za sve nabrojane karakteristike je razlika između ispitivane i kontrolne grupe statistički značajna.

Što se tiče numeričkih obeležja, prosečna vrednost artrometrijskog merenja je $3,67 \pm 2,47$ mm (od 0,7 do 8,9 mm; CV=67,17; Skjunis=0,73; Kurtozis=-0,68; p=0,269) a u kontrolnoj grupi $0,40 \pm 0,16$ (od 0,1 do 0,9mm; CV=39,76; Skjunis=0,73; Kurtozis=2,34; p=0,94). Minimalne i maksimalne vrednosti artrometrijskog merenja u ispitivanoj i kontrolnoj grupi pokazuju da se vrednosti nalaze u očekivanom rasponu i da su grupe heterogene u odnosu na ovaj parametar. Raspodela vrednosti naginje većim vrednostima dok je distribucija vrednosti uglavnom u okviru normalne raspodele.

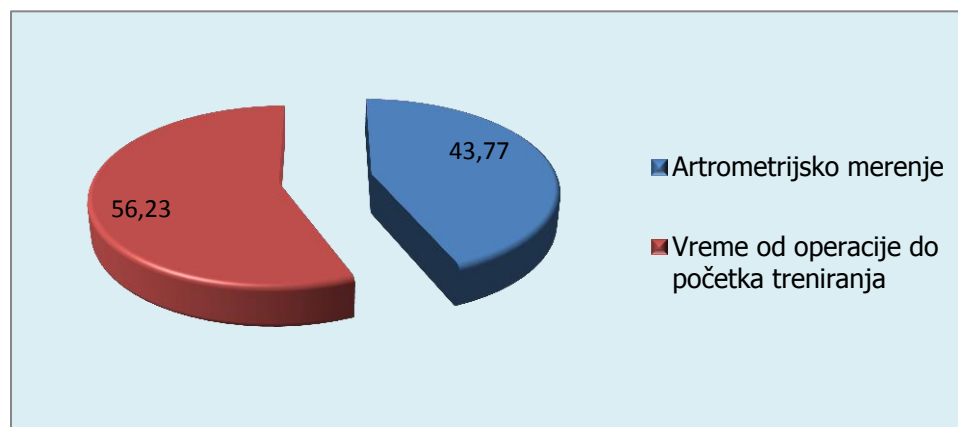
Što se tiče vremena od operacije do početka ponovnog treniranja, vreme koje je potrebno da protekne od operacije do ponovnog treniranja u ispitivanoj grupi je bilo u proseku $8,03 \pm 2,43$ meseci (od 4,0 do 12,0; CV=30,23; Skjunis=0,15; Kurtozis=-1,02; p=0,610) dok je u kontrolnoj grupi to vreme bilo manje, $4,23 \pm 0,68$ meseci (od 3,0 do 6,0; CV=16,04; Skjunis=1,04; Kurtozis=1,35).

Dakle, vrednost artrometrijskog merenja je u pacijenata sa ponovnom rekonstrukcijom prednje ukrštene veze veća nego u pacijenata sa primarnom rekonstrukcijom. Osim toga, vreme proteklo od operativnog lečenja do ponovnog treniranja u pacijenata sa ponovnom rekonstrukcijom bilo je duže nego u pacijenata sa primarnom rekonstrukcijom prednje ukrštene veze. Da je razlika između ispitivane i kontrolne grupe u odnosu na ova dva numerička obeležja, artrometrijsko merenje i "Vreme od operacije do početka ponovnog treniranja" statistički signifikantna pokazuje i MANOVA (p=0,000; n=2; F=43,575) i diskriminativna analiza (p=0,000; n=2; F=59,174). Ako se ova dva numerička parametra zajedno posmatraju uočava se da razlikama između ispitivane i kontrolne grupe više doprinosi "Vreme od operacije do početka treniranja" (k.dsk = 1,205; F=68,153; p=0,000) a manje artrometrijsko merenje (k.dsk = 0,938; F=52,684; p=0,000) (Grafikon 18). Doprinos ova dva obeležja u odnosu na procenu operativnog lečenja prikazan je na Grafikonu 19.

Grafikon 18. Koeficijent diskriminacije – doprinos pojedinih numeričkih obeležja diskriminaciji između ispitivane (revizije) i kontrolne grupe u odnosu na procenu operativnog lečenja



Grafikon 19. Doprinos numeričkih obeležja diskriminaciji između ispitivane (revizione) i kontrolne grupe u odnosu na procenu operativnog lečenja (%)



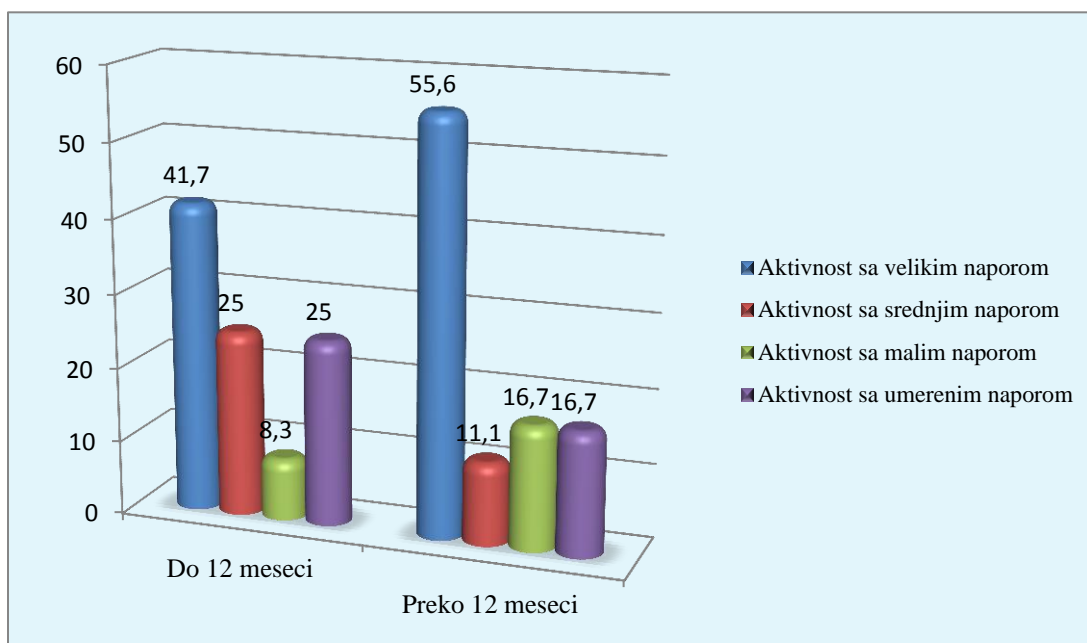
Karakteristika ispitivane grupe je duže vreme proteklo od operacije do ponovnog treniranja i veća vrednost artrometrijskog merenja u odnosu na kontrolnu grupu pri čemu je doprinos razlikama između ispitivane i kontrolne grupe nešto više vezan za vreme od operacije do početka treniranja nego za razlike u artrometrijskom merenju. U odnosu na parametar "Vreme od operacije do početka treniranja" kontrolna grupa ima najmanju vrednost tog parametra kao mere uspešnosti operativnog lečenja a ispitivana grupa najveću vrednost. U odnosu na artrometrijsko merenje takođe kontrolna grupa ima najmanju vrednost a ispitivana grupa najveću vrednost. U ispitivanoj grupi 27 od 30 pacijenata (90%) ima ove karakteristike dok u kontrolnoj grupi svi pacijenti (100%) imaju ove karakteristike.

3.1.3.8. PROCENA USPEŠNOSTI PONOVLJENE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA U ZAVISNOSTI OD VREMENA NASTANKA PONOVNE POVREDE ILI NESTABILNOSTI

Ispitivanu grupu u ovom istraživanju čine pacijenti kod kojih je načinjena ponovna rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena zbog ponovne povrede ili nestabilnosti zgloba koja je nastala izvesno vreme nakon primarne rekonstrukcije. Kako se smatra da je ponovna nestabilnost koja nastane unutar godinu dana od prve rekonstrukcije obično u vezi sa samim

hirurškim lečenjem, uzorak je podeljen u dva subuzorka od kojih jedan čini 12 pacijenata u kojih je ponovna povreda ili nestabilnost nastala unutar 12 meseci, i drugi koji čini 18 pacijenata u kojih je do toga došlo nakon 12 ili više meseci. Prosečno vreme proteklo od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti iznosi $20,8 \pm 23,05$ meseci (od 1 do 96; SE=4,21; CV=110,80; Skjunis=1,87; Kurtozis=2,67; p=0,001). Minimalne i maksimalne vrednosti ukazuju na to da se one nalaze u očekivanom rasponu. Veće vrednosti koeficijenta varijacije ukazuju na heterogenost posmatranog obeležja (110,8). Povećane vrednosti Skjunisa ukazuju da je raspodela negativno asimetrična što znači da kriva raspodele rezultata naginje ka većim vrednostima, odnosno da ima više većih vrednosti u odnosu na normalnu raspodelu (1,87). Veće vrednosti Kurtozisa ukazuju da je kriva izdužena (2,67). Distribucija vrednosti odstupa od normalne raspodele. Načinjena je analiza povezanosti između vremena nastanka ponovne povrede ili nestabilnosti i četiri kategorijalna obeležja (IKDC skor, Tegner skor, Lysholm skor i "Aktivnost posle operacije") i dva numerička obeležja (artrometrijsko merenje i "Vreme proteklo od ponovne operacije do početka treniranja"). Na grafikonu 20 prikazana je procentualna zastupljenost različitih modaliteta obeležja "Aktivnost posle operacije" u pacijenata u kojih je ponovna nestabilnost ili povreda nastala do 12 meseci posle prve operacije i u pacijenata u kojih je ponovna nestabilnost ili povreda nastala nakon 12 ili više meseci od prve operacije. U grupi u kojoj je povreda nastala unutar 12 meseci 5 ispitanika (41,7%) je bilo sposobno za aktivnost sa velikim naporom, 3 (25%) za aktivnost sa srednjim naporom, 1 (8,3%) za aktivnost sa malim naporom i 3 (25%) za aktivnost sa umerenim naporom. Uvidom u tabelu moguće je zapaziti da je u grupi do 12 meseci najviše zastupljena aktivnost posle operacije sa velikim naporom (41,7%) što je značajno više od učestalosti aktivnosti sa malim naporom (8,3%, p=0,072). U grupi u kojoj je povreda nastala nakon 12 meseci 10 ispitanika (55,6%) je bilo sposobno za aktivnost sa velikim naporom, 2 (11,1%) za aktivnost sa srednjim naporom, 3 (16,7%) za aktivnost sa malim naporom i 3 (16,7%) za aktivnost sa umerenim naporom. U grupi preko 12 meseci takođe je najveća zastupljenost aktivnosti posle operacije sa velikim naporom (55,6%) što je značajno više od učestalosti aktivnosti posle operacije sa malim naporom (16,7%, p=0,020), zatim aktivnosti posle operacije sa umerenim naporom (16,7%, p=0,020) i aktivnosti posle operacije sa srednjim naporom (11,1%, p=0,008).

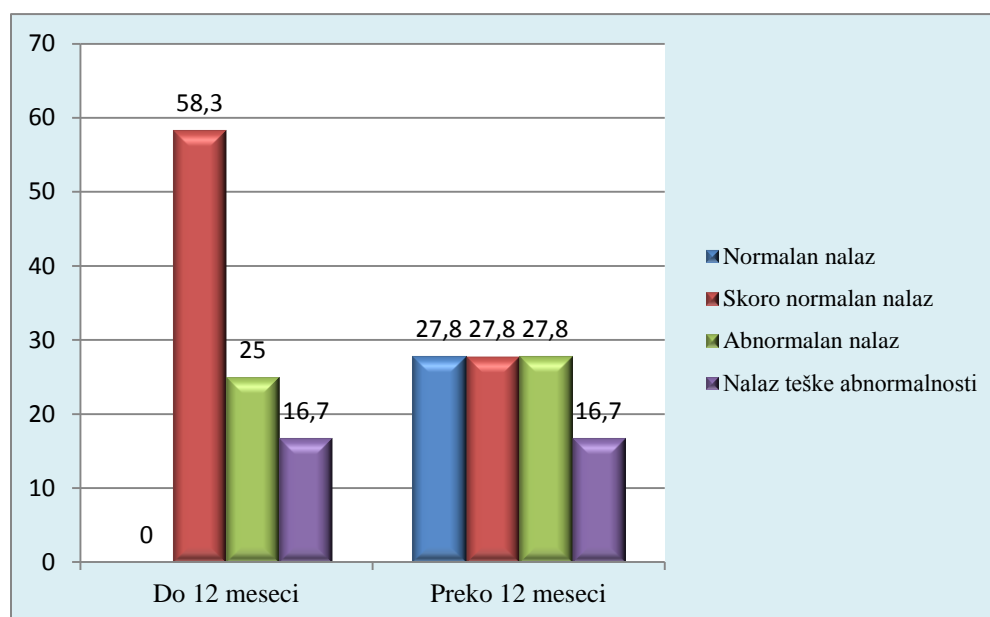
Grafikon 20. Ispitivana (revizionna) grupa - Aktivnost nakon operacije u odnosu na vreme od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti (%)



Razlika između dve podgrupe formirane na osnovu vremena pojave ponovne povrede prednje ukrštene veze odnosno nestabilnosti ogleda se u tome da je aktivnost posle operacije sa velikim naporom zastupljena najviše u obe podgrupe u odnosu na ostale modalitete ovog obeležja (41,7% odnosno 55,6%) . Na osnovu dobijenih rezultata nije moguće izdvojiti karakteristike svake podgrupe u odnosu na aktivnost posle operacije. Kako je $p=0,629 \chi^2$ testa može se reći da ne postoji povezanost između vremena proteklog od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti sa jedne strane i obeležja “Aktivnost posle operacije” sa druge strane. Kako je aktivnost posle operacije uzeta kao jedan od pokazatelja uspešnosti ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze, može se reći da ishod ponovne rekonstrukcije po ovom obeležju nije u vezi s vremenom nastanka ponovne povrede ili rekonstrukcije. Na grafikonu 21 prikazana je procentualna zastupljenost različitih modaliteta IKDC skora u odnosu na vreme proteklo od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti. U grupi u kojoj je povreda nastala unutar 12 meseci 0 ispitanika (0%) je imalo normalan IKDC nalaz, 7 (58,3%) je imalo skoro normalan

nalaz, 3 (25%) je imalo abnormalan nalaz i 2 (16,7%) je imalo nalaz teške abnormalnosti. Uvidom u grafikon moguće je zapaziti da je u grupi do 12 meseci najviše zastupljen skoro normalan nalaz (58,3%) što je značajno više u poređenju sa nalazom IKDC teške abnormalnosti (16,7%, $p=0,046$), zatim IKDC normalnog nalaza (0%, $p=0,004$). U grupi u kojoj je povreda nastala nakon 12 meseci 5 ispitanika (27,8%) je imalo normalan IKDC nalaz, 5 (27,8%) skoro normalan nalaz, 5 (27,8%) abnormalan nalaz i 3 (16,7%) nalaz teške abnormalnosti. U grupi preko 12 meseci podjednaka je zastupljenost normalnog nalaza, skoro normalnog nalaza i abnormalnog nalaza (po 27,8%).

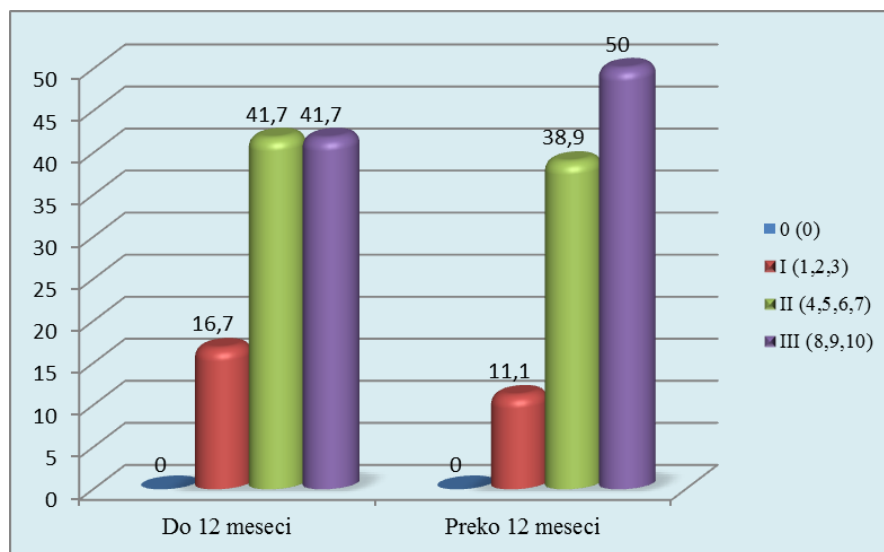
Grafikon 21. Ispitivana (revizionna) grupa - IKDC skor u odnosu na vreme od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti (%)



Normalan nalaz IKDC najviše je zastupljen u grupi preko 12 meseci (27,78%), što je značajno veće od zastupljenosti u grupi do 12 meseci (0,0%, $p=0,055$) što ukazuje na bolji ishod ponovne rekonstrukcije ukoliko je ponovna povreda ili nestabilnost nastala posle godinu dana nego pre godinu dana od primarne rekonstrukcije. Skoro normalan nalaz IKDC najviše je zastupljen u grupi do 12 meseci (58,33%). Abnormalan nalaz podjednako je zastupljen u obe podgrupe (25,0% odnosno 27,8%) kao i nalaz teške abnormalnosti (16,7%). Na osnovu dobijenih

rezultata koji se odnose na IKDC skor u zavisnosti od vremena nastanka ponovne povrede ili nestabilnosti sledi da grupa do 12 meseci slabo izraženo svojstvo "Skoro normalan nalaz" a grupa preko 12 meseci ima više izraženo svojstvo "Normalan nalaz". Kako je $p=0,169 \chi^2$ testa može se reći da ne postoji povezanost između vremena nastanka ponovne povrede ili nestabilnosti i ishoda ponovljene operacije evaluiranog pomoću IKDC skora. Na grafikonu 22 prikazana je procentualna zastupljenost tri modaliteta Tegner skora u cilju procene ishoda ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena u odnosu na vreme nastanka ponovne povrede ili nestabilnosti. U grupi u kojoj je povreda nastala unutar 12 meseci nakon operacije 2 ispitanika (16,7%) je imalo Tegner skor I, 5 (41,7%) Tegner skor II i 5 (41,7%) Tegner skor III. U grupi u kojoj je povreda nastala nakon 12 meseci 2 ispitanika (11,1%) je imalo Tegner skor I, 7 (38,9%) Tegner skor II i 9 (50%) Tegner skor III. Nije bilo ispitanika sa Tegner skorom 0 ni u jednoj od podgrupa.

Grafikon 22. Ispitivana (revizionna) grupa - Tegner skor u odnosu na vreme od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti (%)

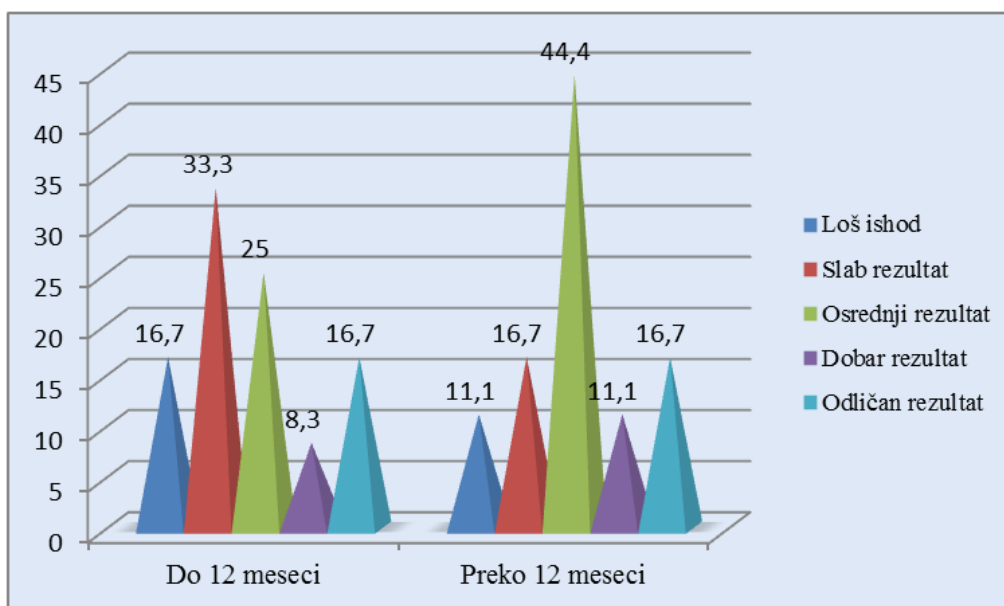


Uvidom u grafikon moguće je zapaziti da su u grupi do 12 meseci najviše zastupljeni Tegner skorovi 4,5,6,7 (41,7%) i 8,9,10 (41,7%). U grupi ispitanika preko 12 meseci dominantna je zastupljenost Tegner skorova 8,9,10 (50%) i 4,5,6,7 (38,9%) što je značajno više od zastupljenosti Tegner skora 1,2,3 (11,1%, $p=0,016$). Na osnovu dobijenih rezultata ne može se

definisati svojstvo grupa na osnovu Tegner skora. Kako je $p=0,866$ χ^2 testa može se reći da ne postoji povezanost između vremena proteklog od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti, i ishoda ponovne operacije procenjivanog pomoću Tegner skora. To znači da ishod ponovne rekonstrukcije određivan Tegner skorom nije u zavisnosti od vremena pojave ponovne povrede ili nestabilnosti. U grupi u kojoj je ponovna povreda nastala unutar 12 meseci od operacije 2 ispitanika (16,7%) je imalo loš ishod, 4 (33,3%) slab rezultat, 3 (25%) osrednji rezultat, 1 (8,3%) dobar rezultat i 2 (16,7%) odličan rezultat. U grupi u kojoj je ponovna povreda nastala nakon 12 meseci od operacije 2 ispitanika (11,1%) je imalo loš ishod, 3 (16,7%) slab rezultat, 8 (44,4%) osrednji rezultat, 2 (11,1%) dobar rezultat i 3 (16,7%) odličan rezultat.

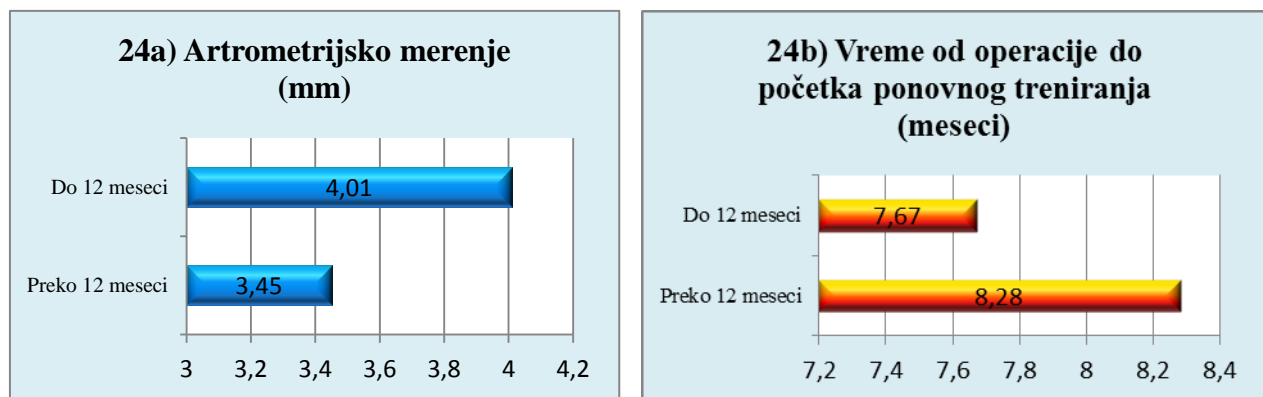
Na grafikonu 23 prikazana je procentualna zastupljenost Lysholm skora u odnosu na vreme proteklo od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti. Uvidom u grafikon može se zapaziti da je u grupi do 12 meseci je najviše zastupljen slab rezultat (33,3%). U grupi preko 12 meseci zastupljenost osrednjeg rezultata (44,4%) je značajno veća od zastupljenosti slabog rezultata (16,7%, $p=0,079$), zatim odličnog rezultata (16,7%, $p=0,079$) zatim lošeg ishoda (11,1%, $p=0,032$) i dobrog rezultata (11,1%, $p=0,032$).

Grafikon 23. Ispitivana (revizionna) grupa - Lysholm skor u odnosu na vreme od prve operacije do pre ponovne povrede ili nestabilnosti (%)



Na osnovu dobijenih rezultata sledi da grupa do 12 meseci ima slabo izraženo svojstvo Lysholm skora "Slab rezultat" a grupa preko 12 meseci ima slabo izraženo svojstvo Lysholm skora "Osrednji rezultat". Kako je $p=0,768$ χ^2 testa može se reći da ne postoji povezanost između vremena od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti s jedne strane, i ishoda ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena evaluiranog Lysholm skorom. Na grafikonima 24a i 24b prikazane su vrednosti koje se odnose na numerička obeležja za procenu uspešnosti ponovljene operacije (Artrometrijsko merenje (mm) i "Vreme od operacije do početka treniranja" (meseci). U podgrupi do 12 meseci prosečna vrednost artrometrijskog merenja iznosi $4,01 \pm 2,64$ mm (od 1,1 do 8,9 mm; CV=65,81; Skjunis=0,79; Kurtozis=0,73; $p=0,276$) a u podgrupi preko 12 meseci $3,45 \pm 2,40$ mm (od 0,7 do 8,2 mm; CV=69,50; Skjunis=0,64; Kurtozis=-0,84; $p=0,641$).

Grafikon 24. Artrometrijsko merenje i vreme od operacije do početka ponovnog treniranja u odnosu na vreme od prve operacije do ponovne povrede ili nestabilnosti u pacijenata ispitivane (revizije) grupe (\bar{X})



Vreme od ponovljene operacije do početka treniranja u podgrupi do 12 meseci iznosi $7,67 \pm 2,57$ meseci (od 4,0 do 12,0; CV=33,53; Skjunis=0,43; Kurtozis=-0,72; $p=0,981$) a u podgrupi preko 12 meseci $8,28 \pm 2,37$ meseci (od 4,0 do 12,0; CV=28,65; Skjunis=-0,01; Kurtozis=-1,14; $p=0,762$). Minimalne i maksimalne vrednosti pokazuju da se vrednosti nalaze u očekivanom rasponu. Veće vrednosti koeficijenta varijacije ukazuju na heterogenost grupe do 12 meseci u odnosu na artrometrijsko merenje (65,81) i vreme od operacije do početka treniranja

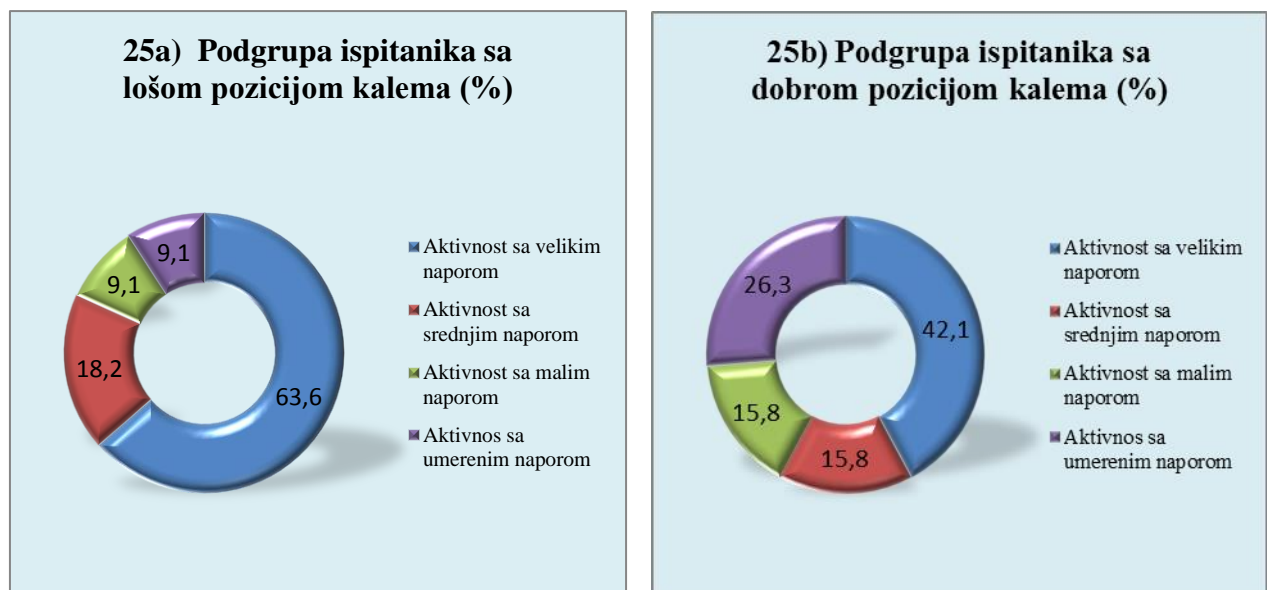
(33,53). Povećane vrednosti Skjunisa ukazuju da je raspodela negativno asimetrična što znači da raspodela krive rezultata naginje većim vrednostima odnosno da ima više većih vrednosti u odnosu na normalnu raspodelu za oba parametra. Negativne vrednosti Kurtozisa ukazuju da je kriva spljoštena za oba parametra. Distribucija vrednosti uglavnom se kreće u okviru normalne raspodele za oba parametra. Na osnovu vrednosti $p=0,681$ analize MANOVA ($n=2$; $F=0,387$) i $p=0,691$ diskriminativne analize ($n=2$; $F=0,375$) nije uočena značajna razlika i jasno definisana granica između podgrupa u odnosu na artrometrijsko merenje Lachman testa i Vreme proteklo od operacije do početka treniranja.

3.1.3.9. ISHOD PONOVLJENE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA U ODNOSU NA POLOŽAJ KALEMA NAKON PRIMARNE REKONSTRUKCIJE

U pacijenata ispitivane grupe u sklopu dijagnostike ponovne povrede ili nestabilnosti zgloba kolena načinjena je radiografija odgovarajućeg zgloba kolena pre pristupanja ponovnoj rekonstrukciji prednje ukrštene veze kolena. Od ukupno 30 ispitanika radiološki je verifikovana loša pozicija kalema u 11 a odgovarajuća pozicija kalema u 19 pacijenata. Nakon načinjene ponovne operativne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena ponovljena je radiografska dijagnostika i ustanovljena odgovarajuća pozicija kalema u 26 a u četiri je pozicija kalema ponovo bila neodgovarajuća. S obzirom na ovakvu distribuciju obeležja "Položaj kalema" istraživanje je usmereno ka analizi eventualnih razlika u parametrima za procenu ishoda ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze (kategorijalna i numerička), parametrima u vezi sa ponovnom povredom zgloba kolena i parametrima koji obuhvataju starost i antropometrijske karakteristike ispitanika u odnosu na dobru ili lošu poziciju kalema pre ponovljenog operativnog lečenja. U grupi u kojoj je pozicija kalema bila loša, 7 ispitanika (63,6%) je bilo sposobno za aktivnost sa velikim naporom, 2 (18,2%) za aktivnost sa srednjim naporom, 1 (9,1%) za aktivnost sa malim naporom i 1 (9,1%) za aktivnost sa umerenim naporom (Grafikon 25a). U grupi u kojoj je pozicija kalema bila dobra 8 ispitanika (42,1%) je bilo sposobno za aktivnost sa velikim naporom, 3 (15,8%) za aktivnost sa srednjim naporom, 3 (15,8%) za aktivnost sa malim naporom i 5 (26,3%) za aktivnost sa umerenim naporom (Grafikon 25b). U grupi sa lošom pozicijom kalema je najviše zastupljena aktivnost posle operacije sa velikim naporom (63,6%) što je

značajno veće od učestalosti aktivnosti sa srednjim naporom (18,2%, $p=0,041$), zatim aktivnosti sa malim naporom (9,1%, $p=0,014$) i sa umerenim naporom (9,1%, $p=0,014$). U podgrupi sa dobrim položajem kalema najveća je zastupljenost aktivnosti posle operacije sa velikim naporom (42,1%) što je veće od učestalosti aktivnosti sa srednjim naporom (15,8%, $p=0,082$) i aktivnosti sa malim naporom (15,8%, $p=0,082$). Za aktivnost posle operacije sa velikim naporom najviše je zastupljena u obe podgrupe, aktivnost posle operacije sa malim naporom više je zastupljena u podgrupi sa dobrom pozicijom kalema (15,8% u odnosu na 9,1%) što se odnosi i na aktivnost posle operacije sa umerenim naporom (26,3% u odnosu na 9,1%). Kako je $p=0,585$ χ^2 testa može se reći da ne postoji povezanost između položaja kalema i aktivnosti posle operacije.

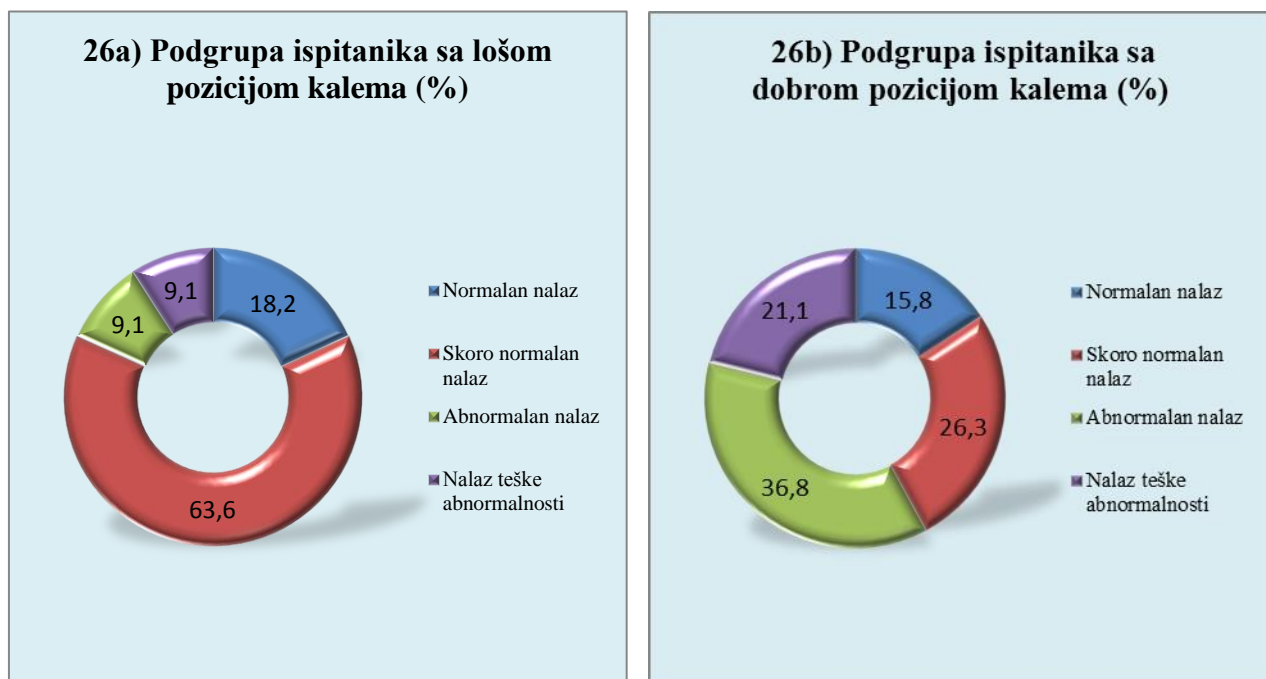
Grafikon 25. Aktivnost posle operacije pacijenata ispitivane (revizione) grupe



U grupi sa lošom pozicijom kalema 2 ispitanika (18,2%) je imalo normalan IKDC nalaz, 7 (63,6%) skoro normalan nalaz, 1 (9,1%) abnormalan nalaz i 1 (9,1%) nalaz teške abnormalnosti (Grafikon 26a). U grupi sa dobrom pozicijom kalema 3 ispitanika (15,8%) je imalo normalan IKDC nalaz, 5 (26,3%) skoro normalan nalaz, 7 (36,8%) abnormalan nalaz i 4 (21,1%) nalaz teške abnormalnosti (Grafikon 26b). Što se tiče modaliteta IKDC u odnosu na poziciju kalema može se zapaziti da je kod loše pozicije kalema najviše zastupljen skoro normalan nalaz (63,6%)

što je značajno veće od učestalosti ostalih modaliteta IKDC u podgrupi sa lošom pozicijom kalema (normalan nalaz 18,2%, $p=0,041$; abnormalan nalaz 9,1%, $p=0,014$; nalaz teške abnormalnosti 9,1%, $p=0,014$). U podgrupi sa dobrom pozicijom kalema najveća je zastupljenost abnormalnog nalaza (36,8%). Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izdvojiti karakteristike podgrupa u odnosu na IKDC skor gde podgrupa sa lošom pozicijom kalema ima češće “skoro normalan nalaz” a podgrupa sa dobrom pozicijom kalema “abnormalan nalaz”. Međutim, kako je $p=0,167$ χ^2 testa može se reći da ne postoji povezanost između položaja kalema i IKDC.

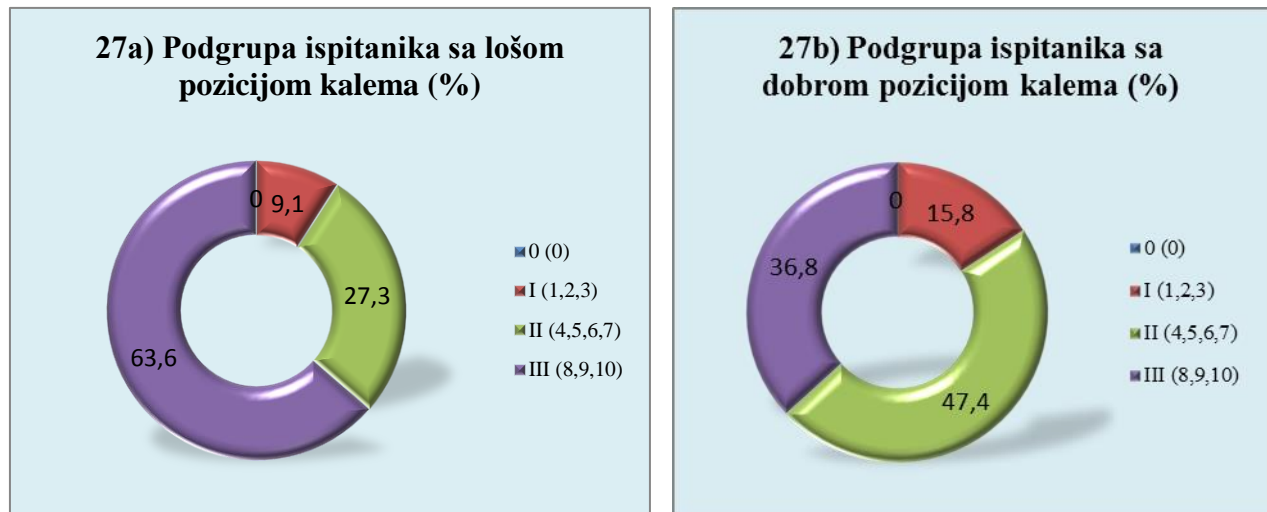
Grafikon 26. IKDC skor pacijenata ispitivane (revizione) grupe



U podgrupi sa lošom pozicijom kalema 1 ispitanik (9,1%) je imao Tegner skor I, 3 ispitanika (27,3%) Tegner skor III (Grafikon 27a). U podgrupi sa dobrom pozicijom kalema 3 ispitanika (15,8%) su imala Tegner skor I, 9 (47,4%) je imalo Tegner skor II, 7 (36,8%) je imalo Tegner skor III (Grafikon 27b). Može se zapaziti da je kod loše pozicije kalema najviše zastupljen Tegner skor III (63,6%) a zatim Tegner skor II (27,3%) dok je u podgrupi ispitanika sa dobrom pozicijom kalema najviše zastupljen Tegner skor II (47,4%) i Tegner skor III (36,8%). Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izdvojiti karakteristike podgrupa u odnosu na Tegner

skor tako da podgrupa sa lošim položajem kalema ima slabo izraženo svojstvo Tegner skor III a podgrupa sa dobrim položajem kalema ima slabo izraženo svojstvo Tegner skor II. Međutim, kako je $p=0,366 \chi^2$ testa može se reći da ne postoji povezanost između položaja kalema i Tegner skora.

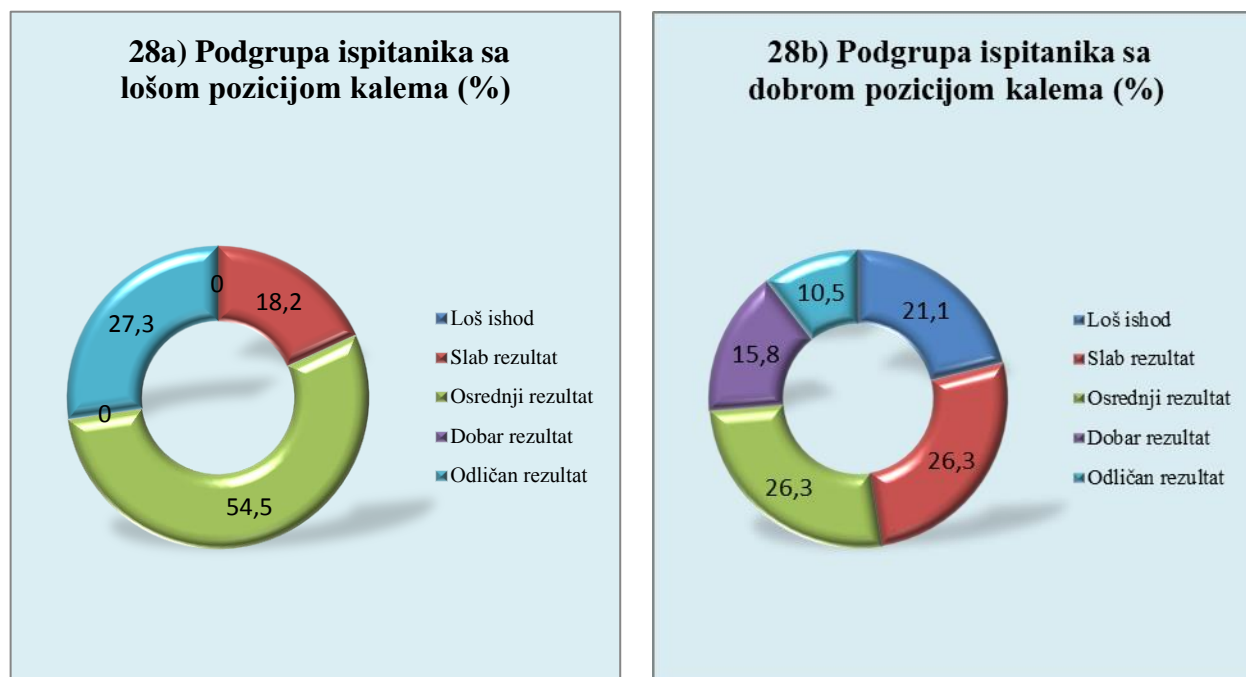
Grafikon 27. Tegner skor pacijenata ispitivane (revizione) grupe



U podrupi sa lošom pozicijom kalema 0 ispitanika (0%) je imalo loš ishod Lysholm skora, 2 (18,2%) slab rezultat, 6 (54,5%) osrednji rezultat, 0 (0%) dobar rezultat i 3 (27,3%) odličan rezultat (Grafikon 28a). U podgrupi sa dobrom pozicijom kalema 4 ispitanika (21,1%) je imalo loš ishod Lysholm skora, 2 (26,3%) slab rezultat, 5 (26,3%) osrednji rezultat, 3 (15,8%) dobar rezultat i 2 (10,5%) odličan rezultat (Grafikon 28b). Može se zapaziti da je u podgrupi ispitanika sa lošom pozicijom kalema najviše zastupljen osrednji rezultat (54,5%) što je značajno više od zastupljenosti slabog rezultata (18,2%, $p=0,09$), lošeg ishoda (0%, $p=0,009$) i dobrog rezultata (0%, $p=0,09$). U podgrupi ispitanika sa dobrom pozicijom kalema najviše su zastupljeni slab i osrednji rezultat (po 26,3%) zatim loš ishod (21,1%) i dobar rezultat (15,8%) i odličan rezultat (10,5%). Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izdvojiti karakteristike podgrupa u odnosu na Lysholm skor tako što podgrupa sa lošom pozicijom kalema ima slabo izražen osrednji rezultat i odličan rezultat a podgrupa sa dobrim položajem kalema slabo izražen loš ishod i dobar rezultat.

Međutim, kako je $p=0,139$ χ^2 testa može se reći da ne postoji povezanost između položaja kalema i Lysholm skora.

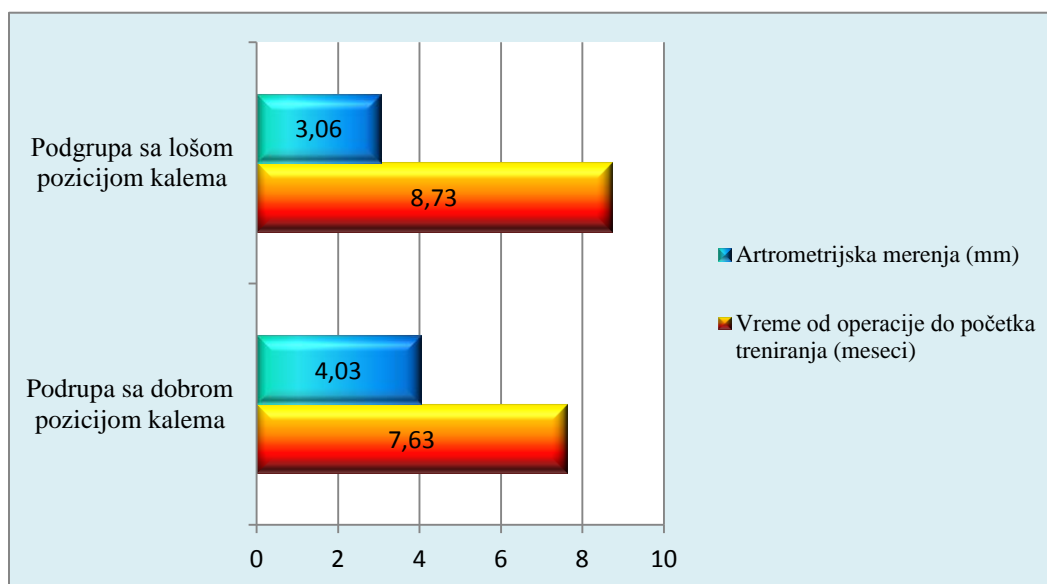
Grafikon 28. Lysholm skor pacijenata ispitivane (revizione) grupe



Što se tiče značajnosti razlika između podgrupa formiranih na osnovu pozicije kalema sa jedne strane i četiri kategorijalna obeležja za procenu uspešnosti lečenja, na osnovu vrednosti $p=0,069$ analize MANOVA ($n=4$; $F=2,493$) i $p=0,079$ diskriminativne analize ($n=4$; $F=2,393$) može se zaključiti da ne postoji statistički signifikantna razlika i jasno definisana granica između podgrupa formiranih u odnosu na položaj kalema. Što se tiče numeričkih obeležja za procenu uspešnosti lečenja u ispitanika sa lošom i dobrom pozicijom kalema (Grafikon 29), može se videti da je vrednost artrometrijskog merenja u ispitanika sa lošom pozicijom kalema $3,06 \pm 1,81$ mm (od 0,7 do 6,9 mm; $CV=59,21$; $Skjunis=0,77$; $Kurtozis=-0,13$; $p=0,887$) a u ispitanika sa dobrom pozicijom kalema $4,03 \pm 2,76$ mm (od 0,9 do 8,9 mm; $CV=68,56$; $Skjunis=0,50$; $Kurtozis=-1,18$; $p=0,579$) a da je vreme od operacije do početka treniranja u ispitanika sa lošom pozicijom kalema u proseku $8,73 \pm 1,85$ meseci (od 7,0 do 12,0; $CV=21,18$;

Skjunis=0,62; Kurtozis=-1,08; p=0,779) a u ispitanika sa dobrom pozicijom kalema $7,63 \pm 2,67$ meseci (od 4,0 do 12,0; CV 35,00; Skjunis=0,32; Kurtozis=-1,20; p=0,783). Minimalne i maksimalne vrednosti ukazuju da se one nalaze u očekivanom rasponu, prisutna je heterogenost po oba parametra sa dominacijom većih vrednosti u odnosu na normalnu raspodelu. Distribucija vrednosti uglavnom ne odstupa od normalne raspodele.

Grafikon 29: Razlika između podgrupa ispitivane (revizione) grupe prema položaju kalema u odnosu na procenu uspešnosti operativnog lečenja - numerička obeležja (\bar{X})



Na osnovu vrednosti $p=0,305$ analize MANOVA ($n=2$; $F=1,215$) i $p=0,318$ diskriminativne analize ($n=2$; $F=1,196$) ne postoji značajna razlika i jasno definisana granica između podgrupa po poziciji kalema u odnosu na vrednost artrometrijskog merenja Lachman testa i vremenskog perioda od operacije do početka treniranja.

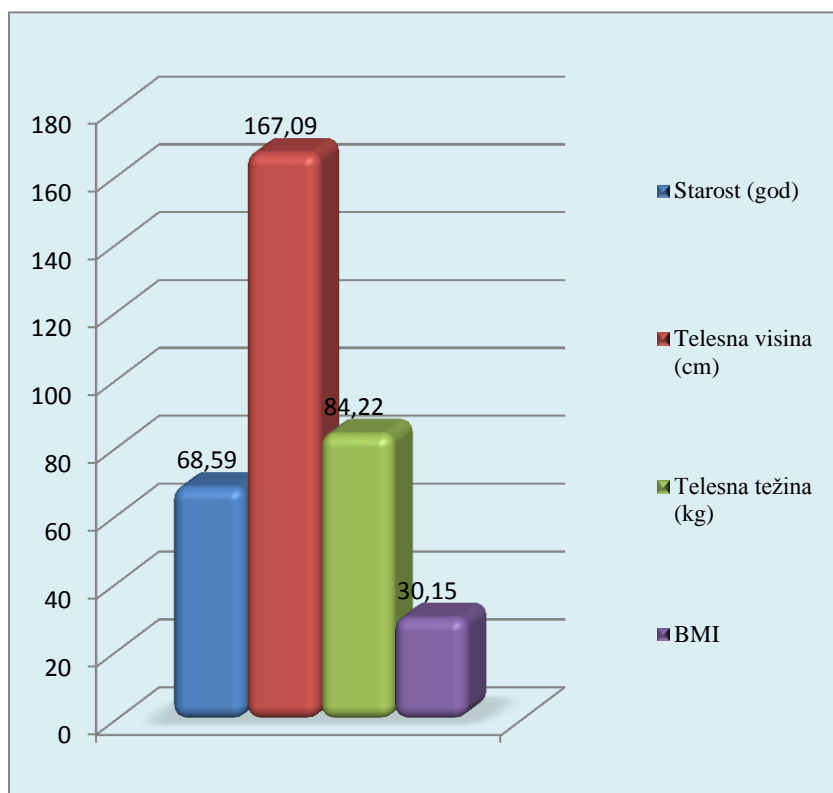
3.2. REZULTATI EKSPERIMENTALNOG DELA ISTRAŽIVANJA

Ekperimentalni deo istraživanja sproveden je na 32 zglobne površine gornjeg okrajka golenjače sa pripojem prednje ukrštene veze kolena. Zglobne površine gornjeg okrajka golenjače uzete su tokom totalne aloartroplastike kolena kod 32 pacijenta kod kojih je preoperativno načinjena AP i profilna radiografija sa standardnim uvećanjem u cilju merenja veličine platoa golenjače. Na taj način dobijena su dva numerička obeležja – prednje-zadnji (AP; u milimetrima) i unutrašnje-spoljašnji (ML; u milimetrima) dijametar. Zglobne površine gornjeg okrajka golenjače preparisane su mikrohkirurškim metodama čime je jasno definisan pripoj prednje ukrštene veze kolena na platou golenjače. Zatim je izvršeno trodimenzionalno skeniranje prostorne površine pripoja prednje ukrštene veze kolena na platou golenjače u odnosu na ravan zglobne površine golenjače uređajem “PHANToM Omni”. Tako su dobijena dva nova numerička obeležja: površina pripoja (mm²) i projekcija pripoja (mm²) prednje ukrštene veze na golenjači.

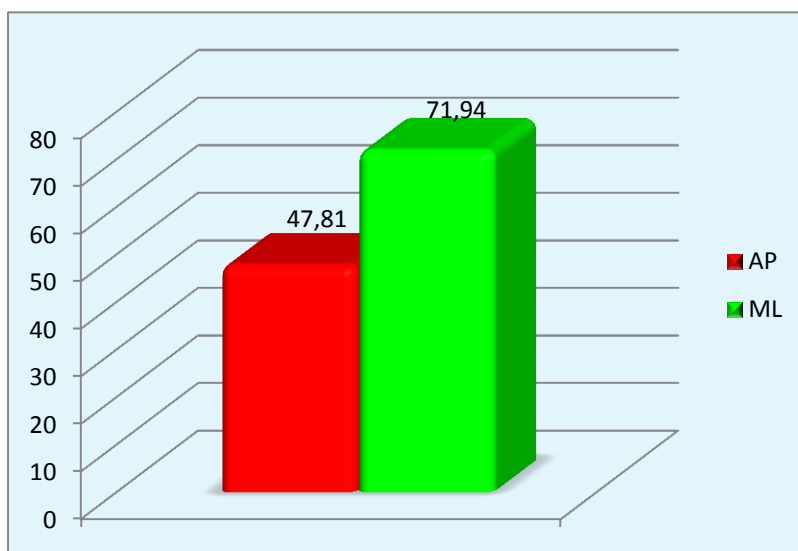
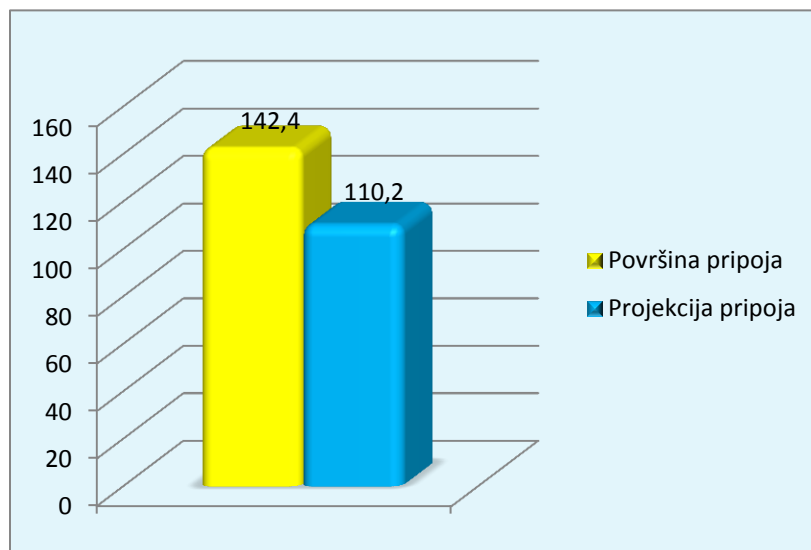
Tabela 2. Neke kliničke karakteristike ispitanika i dimenzije platoa golenjače (n=32)

	\bar{x}	SD	SE	min	max	CV	Interval poverenja		Skjunis	Kurtozis	p
Starost	68,59	8,63	1,52	45,0	81,0	12,58	65,48	71,71	-0,58	-0,06	0,952
Telesna visina	167,1	8,73	1,54	152,0	189,0	5,22	163,9	170,24	0,68	0,40	0,572
Telesna težina	84,22	12,19	2,16	60,0	110,0	14,48	79,82	88,62	0,26	-0,64	0,371
BMI	30,15	4,76	0,84	23,4	41,6	15,80	28,43	31,87	1,41	1,33	0,024
AP	47,81	3,77	0,67	43,0	57,0	7,89	46,45	49,17	1,00	0,03	0,188
ML	71,94	5,15	0,91	65,0	85,0	7,16	70,08	73,79	0,93	0,61	0,341
Površina pripoja	142,4	38,95	6,89	62,2	238,9	27,35	128,4	156,46	0,32	-0,16	0,086
Projekcija pripoja	110,2	32,44	5,74	46,6	202,4	29,44	98,52	121,92	0,60	0,67	0,531

Na tabeli 2 su prvo prikazani starost i parametri uhranjenosti pacijenata čije su zglobne površine bile predmet eksperimentalnog dela istraživanja (Grafikon 30).

Grafikon 30. Neke kliničke karakteristike ispitanika (\bar{X})

Prosečna starost ispitanika bila je 68,59 godine \pm 8,62 (od 45,0-81,0), telesna visina 167,09 cm \pm 8,73 (152,0-189,0), telesna težina 84,22 \pm 12,19 kg (60,0-110,0) i BMI 30,15 \pm 4,76 (23,4-41,6). Može se zapaziti da su pacijenti uključeni u eksperimentalni deo istraživanja osobe starije životne dobi (u proseku preko 65 godina), kao i da se radi o gojaznim osobama (u proseku BMI preko 25). To znači da je moguće prisustvo različitih degenerativnih promena na platoima golenjače kao i na i oko pripoja prednje ukrštene veze. Na tabeli 2 potom su prikazani parametri koji se odnose na dimenzije zglobne površine platoa golenjače dobijene radiološkim pregledom preoperativno (AP i ML) (Grafikon 31) i primenom uređaja “PHANToM Omni” na ekstirpiranim i preparisanim zglobnim površinama golenjače (površina i projekcija pripoja LCA) (Grafikon 32).

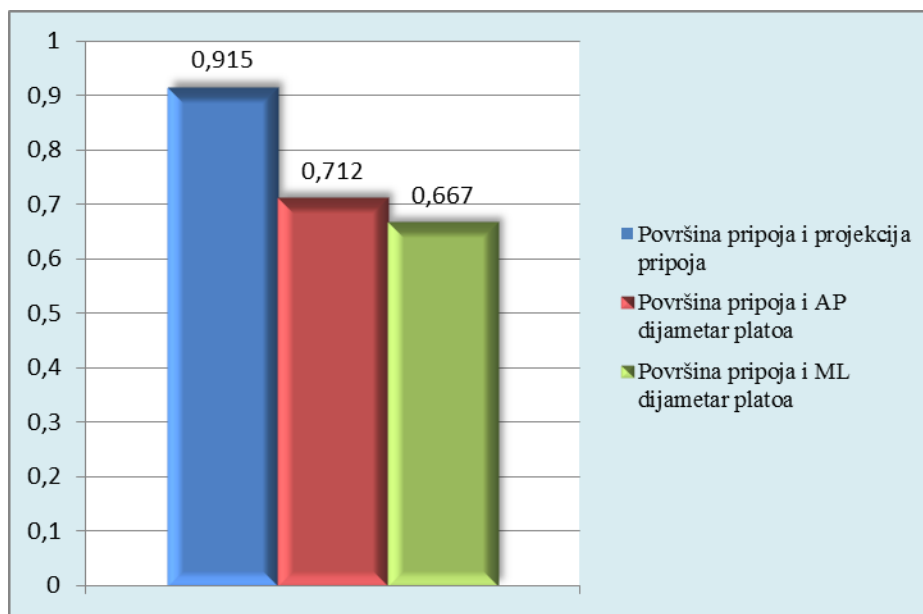
Grafikon 31: Dimenzije platoa golenjače (\bar{X} ; mm)Grafikon 32. Površina i projekcija pripoja prednje ukrštene veze na golenjači (mm^2 ; \bar{X})

Prosečna vrednost AP dijametra bila je $47,81 \text{ mm} \pm 3,77$ (od 43,0-57,0 mm) a prosečna vrednost ML $71,94 \text{ mm} \pm 5,15$ (65,0-85,0 mm). Prosečna površina pripoja prednje ukrštene veze bila je $142,4 \text{ mm}^2 \pm 38,95$ (62,2-238,9) a prosečna projekcija pripoja $110,2 \text{ mm}^2 \pm 32,44$ (46,6-202,4). Trodimenzionalnim skeniranjem su ustanovljena tri oblika pripoja ove veze na golenjači - trouglasti, ovalni i nepravilni oblik. Ukupan uzorak je heterogen u odnosu na površinu i projekciju a homogen u odnosu na starost, TV, TT, BMI, AP i ML. Kriva raspodele naginje većim vrednostima u odnosu na TV, TT, BMI, AP, ML, površinu i projekciju pripoja LCA a manjim u odnosu na starost. Na tabeli 3 je prikazana korelaciona matrica. Korelacija je vrlo visoka za dva para parametara – i to AP i ML (0,941), projekciju i površinu (0,915). Korelacija je visoka između površine pripoja i AP (0,712) i površine i ML (0,667) (Grafikon 33). Korelacija je umerena za projekciju pripoja i AP (0,591) i projekciju i ML (0,579). Takođe se zapaža da postoji korelacija između AP dijametra platoa golenjače i telesne visine (0,585), AP dijametra i telesne težine (0,418) zatim između ML dijametra platoa golenjače i telesne visine (0,619), ML dijametra i telesne težine (0,435) kao i da postoji korelacija između površine pripoja prednje ukrštene veze i telesne visine (0,447), površine pripoja i telesne težine (0,466) i površine pripoja i BMI (0,118).

Tabela 3. Korelaciona matrica

	Starost	Telesna visina	Telesna težina	BMI	AP	ML	Površina pripoja	Projekcija pripoja
Starost	1,000							
Telesna visina	0,224	1,000						
Telesna težina	-0,224	0,346	1,000					
BMI	-0,384	-0,394	0,711	1,000				
AP	0,52	0,585	0,418	-0,28	1,000			
ML	0,12	0,619	0,435	-0,33	0,941	1,000		
Površina pripoja	-0,11	0,447	0,466	0,118	0,712	0,667	1,000	
Projekcija pripoja	0,78	0,545	0,458	0,33	0,591	0,579	0,915	1,000

Grafikon 33. Korelacija između ispitivanih parametara



Na tabeli 4 su prikazane izmerene dimenzije platoa golenjače kao i izmerena površina i projekcija pripoja prednje ukrštene veze na golenjači.

Tabela 4. Izmerene dimenzije platoa golenjače i izmerena površina i projekcija pripoja prednje ukrštene veze na golenjači

	Izmeren AP dijametar platoa (mm)	Izmeren ML dijametar platoa (mm)	Izmerena površina pripoja (mm ²)	Izmerena projekcija pripoja (mm ²)
1.	45	69	140,863	116,106
2.	51	73	155,297	113,208
3.	52	75	182,795	137,311
4.	57	85	205,169	138,123
5.	44	66	62,187	46,562
6.	54	78	185,202	132,039
7.	48	70	179,138	146,330

8.	48	71	188,937	167,634
9.	45	65	100,680	90,694
10.	43	66	130,345	100,774
11.	47	73	131,566	113,274
12.	45	68	109,108	84,109
13.	55	80	153,158	117,492
14.	45	70	104,751	96,752
15.	48	71	112,149	72,265
16.	45	70	115,665	98,658
17.	47	73	120,860	88,024
18.	43	65	75,884	69,412
19.	45	70	137,159	124,819
20.	48	74	180,417	122,942
21.	47	71	115,642	85,836
22.	46	70	111,495	86,046
23.	45	70	130,197	106,958
24.	47	73	129,659	96,842
25.	50	76	117,219	69,367
26.	45	67	124,491	68,205
27.	46	71	136,539	117,536
28.	45	65	177,304	131,460
29.	52	78	192,924	161,377
30.	56	85	238,857	202,362
31.	46	69	171,147	108,937
32.	50	75	140,237	115,516
\bar{X}	47,81±3,77 (43,0-57,0)	71,94±5,15 (65,0-85,0)	142,4±38,95 (62,2-238,9)	110,2±32,44 (46,6-202,4)

Na tabeli 5 prikazani su rezultati multiple regresije AP i ML u odnosu na površinu pripoja. Na osnovu ove tabele može se uočiti da površina pripoja zavisi od AP tako što povećanje AP utiče na povećanje površine ($p=0,067$), a koeficijent regresije je 7,585 što ukazuje na to da je ova regresija za AP kao pojedinačni parametar značajna s povećanim rizikom za zaključivanje dok regresija za ML kao pojedinačni parametar nije dostigla statističku značajnost.

Tabela 5. Nezavisni parametri multiple regresije (AP i ML) u odnosu na površinu pripoja

Obeležje	Korelacija	Koeficijent regresije	T	p
AP	0,712	7,585	1,901	0,067
ML	0,667	-0,179	-0,061	0,951

Na tabeli 6 prikazana je analiza varijanse multiple regresije AP i ML. Kako je $p=0,000$ može se reći da između posmatranih parametara i površine pripoja LCA postoji visoko statistički signifikantna povezanost.

Tabela 6. Analiza varijanse multiple regresije (AP i ML) u odnosu na površinu pripoja

F	P	Durbin-Watson test
14,911	0,000	0,656

Na tabeli 7 prikazani su rezultati multiple regresije a u odnosu na projekciju pripoja. Može se videti da nijedan koeficijent regresije se značajno ne razlikuje od 0. Međutim, na tabeli 8, a s obzirom da je $p=0,002$, može se reći da posmatrani parametri zajedno utiču na projekciju a prema datoj formuli.

Tabela 7. Nezavisni parametri multiple regresije u odnosu na projekciju pripoja (n=32)

Obeležje	Korelacija	Koeficijent regresije	T	p
AP	0,591	3,466	0,911	0,370
ML	0,579	1,261	0,453	0,654

Tabela 8. Analiza varijanse multiple regresije, AP i ML u odnosu na projekciju pripoja

F	P	Durbin-Watson test
7,951	0,002	0,827

Analiza varijanse multiple regresije pokazuje da se merenjem oba dijametra može postići statistički značajna korelacija te su matematičko-statističkim postupcima načinjene formule za izračunavanje površine i projekcije pripoja na osnovu izmerenih vrednosti AP i ML dijametra platoa golenjače uz korektivne faktore:

Na osnovu formule: $P=7.585 \times AP - 0.179 \times ML-207.319$ moguće je prognozirati površinu pripoja.

Na osnovu formule: $P=3.466 \times AP + 1.261 \times ML-146.218$ moguće je prognozirati projekciju pripoja.

Na tabeli 9 je prikazano testiranje predikcije površine pripoja prednje ukrštene veze kolena na osnovu korelacije sa AP i ML dijametrima.

Tabela 9. Testiranje predikcije površine pripoja prednje ukrštene veze kolena na osnovu korelacije sa AP i ML dijametrima

	Izračunata površina pripoja (mm ²)
1.	121,655
2.	166,449
3.	173,676
4.	209,811
5.	114,607
6.	188,309
7.	144,231
8.	144,052
9.	122,371
10.	107,022
11.	136,109
12.	121,834
13.	195,536
14.	121,476
15.	144,052
16.	121,476
17.	136,109

18.	107,201
19.	121,476
20.	143,515
21.	136,467
22.	129,061
23.	121,476
24.	136,109
25.	158,327
26.	122,013
27.	128,882
28.	122,371
29.	173,139
30.	202,226
31.	129,24
32.	158,506
\bar{X}	142,462

Na tabeli 10 su prikazane razlike između izmerene i izračunate površine pripoja prednje ukrštene veze kolena u pojedinačnim slučajevima.

Tabela 10. Razlika između izmerene i izračunate površine pripoja prednje ukrštene veze kolena

	Razlika između izmerene i izračunate površine pripoja (mm²)
1.	19,208
2.	11,152
3.	9,119
4.	4,642
5.	52,420
6.	3,107
7.	34,907
8.	44,885
9.	21,691
10.	23,323
11.	4,543

12.	12,726
13.	42,378
14.	16,725
15.	31,903
16.	5,811
17.	15,249
18.	31,317
19.	15,683
20.	36,902
21.	20,825
22.	17,566
23.	8,721
24.	6,450
25.	41,108
26.	2,478
27.	7,657
28.	54,933
29.	19,785
30.	36,631
31.	41,907
32.	18,269
\bar{x}	22,313

Na tabeli 11 je prikazano testiranje predikcije projekcije pripoja prednje ukrštene veze kolena na osnovu korelacije sa AP i ML dijametrima.

Tabela 11. Testiranje predikcije projekcije pripoja prednje ukrštene veze kolena na osnovu korelacije sa AP i ML dijametrima

	Izračunata projekcija pripoja (mm²)
1.	96,761
2.	122,601
3.	128,589
4.	158,529
5.	89,512

6.	139,304
7.	108,420
8.	109,681
9.	91,717
10.	86,046
11.	108,737
12.	95,500
13.	145,292
14.	98,022
15.	109,681
16.	98,022
17.	108,737
18.	84,785
19.	98,022
20.	113,464
21.	106,215
22.	101,488
23.	98,022
24.	108,737
25.	122,918
26.	94,239
27.	102,749
28.	91,717
29.	132,372
30.	155,063
31.	100,227
32.	121,657
\bar{X}	110,213

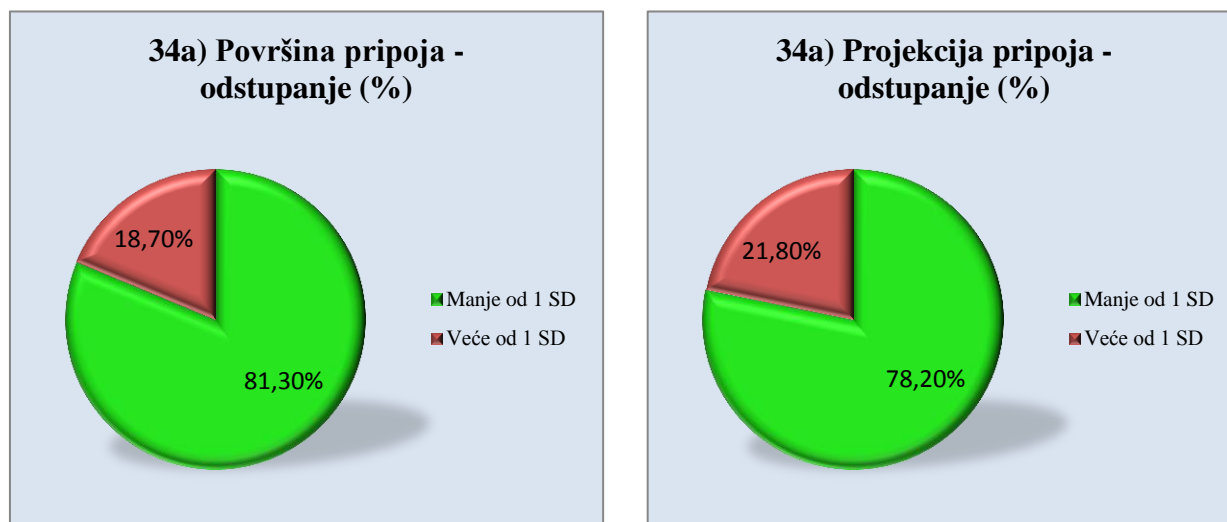
Na tabeli 12 su prikazane razlike između izmerene i izračunate projekcije pripoja prednje ukrštene veze kolena u pojedinačnim slučajevima.

Tabela 12. Razlika između izmerene i izračunate projekcije pripoja prednje ukrštene veze kolena

	Razlika između izmerene i izračunate projekcije pripoja (mm²)
1.	19,345
2.	9,393
3.	8,722
4.	20,406
5.	42,950
6.	7,265
7.	37,910
8.	57,953
9.	1,023
10.	14,728
11.	4,537
12.	11,391
13.	27,800
14.	1,270
15.	37,416
16.	0,636
17.	20,713
18.	15,373
19.	26,797
20.	9,478
21.	20,379
22.	15,442
23.	8,936
24.	11,895
25.	53,551
26.	26,034
27.	14,787
28.	39,743
29.	29,005
30.	47,299
31.	8,710
32.	6,141
\bar{X}	20,532

Testiranjem formula za prognozu površine i projekcije pripoja na osnovu AP i ML, registrovane su razlike između izmerenih i izračunatih vrednosti (Tabela 10, Tabela 12), za površinu (od 2,478 do 54,933mm²) a za projekciju (od 0,636 do 57,953 mm²). Odstupanje izračunate u odnosu na izmerenu površinu pripoja (Grafikon 34a) u okviru jedne standardne devijacije od prosečne vrednosti ima 26 pacijenta (81,3%) a odstupanje preko jedne standardne devijacije od prosečne vrednosti ima 6 pacijenata (18,7%). Što se tiče projekcije pripoja, u 25 pacijenata (78,2%) je izračunata vrednost unutar jedne standardne devijacije od prosečne vrednosti a u 7 pacijenata (21,8%) preko jedne standardne devijacije (Grafikon 34b). Na osnovu ovih rezultata može se reći da se dobijenim formulama na osnovu matematičko-statističke obrade, u visokom procentu može izvršiti predikcija površine odnosno projekcije.

Grafikon 34. Odstupanje izračunate u odnosu na izmerene vrednosti površine i projekcije pripoja prednje ukrštene veze na golenjači (%)



4. DISKUSIJA

Uprkos poboljšanju operativnih tehnika i postoperativnih rehabilitacionih procedura u poslednjih nekoliko godina, procenat neuspešnih rekonstrukcija prednje ukrštene veze u svetu iznosi od 8%²⁰⁹ do čak 25%^{210,211} u zavisnosti od toga koji se kriterijumi koriste za procenu. S obzirom da pravilno izvedena operativna tehnika omogućava ponovno uspostavljanje pasivne stabilnosti zgloba kolena na nivou istom kao i pre povrede, uspešan povratak sportu nakon rekonstrukcije izgleda da je determinisan brojnim faktorima nakon samog operativnog zahvata.

Manje od polovine operisanih sportista je sposobno da se vrati sportskoj aktivnosti unutar godinu dana od operacije a procenjuje se da će svaki četvrti ili svaki peti sportista kojem je urađen operativni zahvat rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena zadobiti ponovnu povredu kolena. Ishod ponovne (revizione) rekonstrukcije je značajno lošiji od ishoda primarne rekonstrukcije ali razlozi nisu potpuno poznati^{212,213,214,215}.

Ne postoji precizna niti univerzalno prihvaćena definicija neuspeha rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena. Uzroci nezadovoljstva pacijenata nakon primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena se mogu podeliti u tri kategorije: ponovna nestabilnost, postoperativne komplikacije i komorbiditeti. Ponovna nestabilnost koja se pojavi unutar tri meseca od primarne rekonstrukcije najčešće je uzrokovana gubitkom fiksacije kalema ili infekcijom; ponovna nestabilnost koja se pojavi unutar perioda od 12 meseci najčešće je uzrokovana lošom hirurškom tehnikom, uključujući tehničke greške i lošu poziciju kalema, ili agresivnom rehabilitacijom dok je ponovna nestabilnost koja se javi nakon 12 ili više meseci najčešće uzrokovana ponovnom povredom²¹⁶.

Najčešći uzrok ponovne nestabilnosti kolena posle rekonstrukcije prednje ukrštene veze su greške u hirurškoj tehnici koje se u većini slučajeva tiču loše, tj. neanatomske pozicije kalema²¹⁷ koja dovodi do prevelikih promena u dužini kalema za vreme izvođenja pokreta kolena u fiziološkom obimu. Pozicija kalema je određena pozicijom tunela u butnoj kosti i golenjači. Bitno je napomenuti da kod transtibijalne artroskopski asistirane rekonstrukcije prednje ukrštene veze, tunel u golenjači automatski određuje položaj tunela u butnoj kosti te se može reći da

položaj tunela u golenjači određuje položaj celog kalema. Odgovarajuća pozicija unutarzglobnog otvora tunela u golenjači je zadnje-unutrašnji deo pripoja prednje ukrštene veze dok je odgovarajuća pozicija spoljašnjeg otvora tunela distalno od pripoja unutrašnje bočne veze kolena na sredini između kvrge golenjače i zadnje-unutrašnje ivice golenjače²¹⁸. Pozicija tunela u golenjači suviše napred dovodi do impindžmenta (nedozvoljeni kontakt kalema sa krovom međukondilarne jame) pri opružanju kolena kao i preteranog zatezanja kalema pri savijanju kolena što može da dovede do pucanja kalema i sledstvene prednje nestabilnosti kolena²¹⁹. Ukoliko je tunel postavljen medijalno od unutrašnje eminencije golenjače, dolazi do nedozvoljenog kontakta kalema i zadnje ukrštene veze što dovodi do gubitka mogućnosti savijanja kolena²²⁰. Ukoliko je kalem postavljen lateralno od spoljašnje eminencije golenjače, dolazi do nedozvoljenog kontakta kalema sa unutrašnjom stranom spoljašnjeg kondila butne kosti i sledstvene prednje nestabilnosti kolena²²¹. Što se tiče tunela u butnoj kosti, najčešća greška je postavljanje ovog tunela suviše napred uz fiksaciju kalema dok je koleno opruženo. Ova greška dovodi, zbog prevelikog zatezanja kalema za vreme savijanja kolena, do izduživanja samog kalema i gubitka mogućnosti savijanja kolena. Međutim, ukoliko se kalem fiksira dok je koleno previše savijeno, dolazi do preterane labavosti kalema. Ostale česte greške u hirurškoj tehnici uključuju postavljanje kalema suviše pozadi i njegovo fiksiranje u opruženom položaju kolena što dovodi izduženja samog kalema ili gubitka mogućnosti savijanja kolena. Takođe, ukoliko se tunel u butnoj kosti izbuši u suviše vertikalnom položaju, dolazi do stalne rotatorne nestabilnosti ali uz očuvanu stabilnost u prednje-zadnjem pravcu²¹⁷.

Osim neodgovarajućeg položaja, i neodgovarajuća zategnutost kalema dovodi do neuspeha rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena. Previše zategnut kalem dovodi do smanjenja obima pokreta kolena i smanjene vaskularizacije kalema sa sledstvenom degeneracijom i labavošću samog kalema²²², kao i do povećanog međusobnog pritiska donjeg okrajka butne kosti i gornjeg okrajka golenjače što dovodi do razvoja degenerativnih promena u zglobu²²³. Sa druge strane, nedovoljna zategnutost kalema dovodi do stalne nestabilnosti kolena. Da bi se izbegle ove greške, preporučuje se da zategnutost kalema bude od 60 do 90N²¹⁷. Na samu zategnutost kalema najviše utiču pozicija tunela i ugao fiksacije a zatim i vrsta kalema, položaj kolena u momentu fiksacije kalema kao i način fiksacije kalema²²⁴.

Pored odgovarajuće pozicije tunela i zategnutosti kalema, za uspešnu rekonstrukciju prednje ukrštene veze kolena je značajna i fiksacija kalema u smislu da ona mora da spreči

pokrete kalema u koštanom kanalu do 12. postoperativne nedelje da bi se kalem inkorporirao²²⁵. Za fiksaciju kalema kost-tetiva-kost, koji je korišćen prilikom rekonstrukcije prednje ukrštene veze ispitanika u našem istraživanju, najbolji su metalni ili bioresorptivni zavrtnji²²⁶ iako, u retkim slučajevima, mogu oštetiti sam kalem prilikom fiksacije^{227,228}.

Još jedan uzrok ponovne nestabilnosti kolena je vrsta samog kalema. Iako je tokom godina pokušano uvođenje kalema načinjenog od sintetičkih materijala u redovnu praksu, od toga se odustalo zbog brojnih komplikacija u postoperativnom toku u smislu pucanja kalema, hroničnog sinovitisa i diseminacije veštačkog materijala po organizmu^{229,230}. U poslednje vreme se, kao alternativa autotransplantatima, koriste alotransplantati iz koštane banke koji su se pokazali pogodnim zbog toga što nema lokalnih komplikacija koje nastaju kao posledica uzimanja autotransplantata (pucanje preostalog dela tetive, slabost mišića natkolenice, bolovi i krepitacije čašice, itd) dok je prenos bilo kakve infekcije sa donora na primaoca praktično nemoguć zbog temeljnih rutinskih testova koji se obavljaju na doniranom materijalu. Između rezultata rekonstrukcije prednje ukrštene veze sa korišćenjem alotransplantata kost-tetiva-čašice-kost i rezultata rekonstrukcije sa korišćenjem autotransplantata, nema statistički značajne razlike²³¹.

Sušтина gorenavedenog je da je dobra hirurška tehnika neophodna kako bi se sprečila ponovna nestabilnost zgloba kolena. Ali za uspešan ishod, pored standardizovanog i kvalitetno izvedenog operativnog zahvata, neophodna je i individualizacija postoperativnog rehabilitacionog lečenja i izbegavanje ubrzane rehabilitacije. U tom kontekstu zabrana sportskih aktivnosti u trajanju od najmanje devet meseci nakon operativnog zahvata je jedan od imperativa povoljnog kliničkog ishoda²¹¹.

Nestabilnost i povreda prednje ukrštene veze kolena mogu da se jave u bilo kom uzrastu odnosno životnoj dobi. Minimalan uzrast u kojem se vrši operativna rekonstrukcija prednje ukrštene veze, po važećim smernicama, iznosi 8 do 11 godina starosti²³² dok gornja granica uzrasta nije tačno definisana. Kod odraslih pacijenata nije ustanovljena statistički značajna razlika u ishodu operativnog lečenja pacijenata mlađih i starijih od 40 godina²³³. Opisan je i slučaj uspešne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kod pacijenta muškog pola starosti 84 godine²³⁴.

Prilikom donošenja odluke za operativno lečenje prekida prednje ukrštene veze kolena bitnije je uzeti u obzir fiziološku starost organizma nego godine života ali se u pacijenata starije životne dobi moraju se uzeti u obzir i stanja vezana za stariju životnu dob kao što su usporeno zarastanje, poteškoće prilikom rehabilitacije, smanjena pokretljivost zglobova, eventualno postojanje artritisa ali i zahtevi pacijenta vezani za nivo fizičke aktivnosti što sve predstavlja individualni pristup programu rehabilitacije i prevencije ponovne povrede i nestabilnosti kolena²¹⁴.

Što se tiče rizika za ponovnu povredu prednje ukrštene veze, aktivni pacijenti, mlađi od 20 godina kojima je urađena primarna rekonstrukcija imaju značajno veći rizik za ponovnu povredu prednje ukrštene veze istog kolena u odnosu na starije pacijente²³⁵. Faktori rizika i uzroci visoke incidencije ponovne povrede u ovoj populaciji su najverovatnije multifaktorijski²³⁶.

Što se tiče ponovne (revizije) rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena, ona je indicirana u slučajevima kada postoji patološka prednja nestabilnost kolena za vreme dnevnih ili sportskih aktivnosti²¹⁷. Cilj ponovne rekonstrukcije je stabilizacija i postizanje maksimuma funkcije zgloba kolena kao i sprečavanje daljih oštećenja unutarzglobnih struktura kolena. Za dobar postoperativni rezultat je neophodno sprovesti detaljan pregled zgloba kolena i otkriti uzrok ponovne nestabilnosti. Zatim se donosi plan operativnog lečenja i protokol postoperativne rehabilitacije a pacijent se upoznaje sa mogućim ishodima ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kao i sa mogućnostima i ograničenjima ove procedure. Plan operativnog lečenja podrazumeva izbor hirurške tehnike, odluku o vađenju ili ostavljanju kalema i fiksacionog materijala, odluku o poziciji novog tunela, načinu fiksacije novog kalema^{237,238,239}, itd. Protokol postoperativne rehabilitacije podrazumeva sporiji rehabilitacioni program nego nakon primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena²¹⁷. Treba naglasiti da jedino saradnja pacijenta, hirurga i fizijatra omogućava uspešno lečenje i pruža mogućnost pacijentu za vraćanje sportske aktivnosti na nivo koji je imao pre povrede.

Pacijenti koji su uključeni u naše istraživanje su osobe mlađe životne dobi. Osim toga, nije registrovana statistički značajna razlika u životnoj dobi pacijenata ispitivane i kontrolne grupe što znači da starost ispitanika u ovom istraživanju nije bila determinanta dobrog ili lošeg ishoda ni primarne ni ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena.

Iako je u ovom istraživanju zastupljenost ispitanika muškog pola bila statistički značajno veća, s napomenom da uzorak ovog istraživanja nije formiran za dobijanje epidemioloških podataka, u literaturi se navodi da je povreda prednje ukrštene veze kolena mnogo češća u žena^{240,241,242,243}. Što se tiče ishoda operativnog lečenja, neki autori navode da on nije u vezi sa polom²⁴⁴. Međutim Tan i saradnici, u svom preglednom članku iz 2016. godine koji se odnosi na meta-analizu više istraživanja, navode da subjektivni i funkcionalni parametri, uključujući Lysholm skor i Tegner bodovnu skalu kao i mogućnost vraćanja sportskoj aktivnosti, govore o lošijem ishodu u pacijenata ženskog pola²⁴⁵. Razlika u padu nivoa aktivnosti posle prve operacije je sa statističkom značajnošću prilikom poređenja po polovima – 54% ženskih ispitanika i 36% muških je snizilo nivo aktivnosti nakon operacije. Najčešći odgovor na pitanje šta je uzrok sniženog nivoa aktivnosti bio je da je to operisano koleno, i taj odgovor je dalo 8 od 19 žena, i 9 od 15 muškaraca²⁴⁶.

Iako ne postoji značajna korelacija između BMI i prečnika kalema prednje ukrštene veze, postoji statistički značajna pozitivna korelacija između telesne visine i prečnika kalema kao i telesne težine i prečnika kalema²⁴⁷. Postoji korelacija između antropometrijskih vrednosti i unutarzglobnih povreda kod sportista²⁴⁸. Antropometrijski parametri mogu da budu značajni prediktori unutarzglobnih povreda pa je tako veća telesna visina najpouzdaniji prediktor oštećenja na golenjači i čašici, veći BMI je najpouzdaniji za lateralnu i patelofemoralnu povredu dok su i veći BMI i veća telesna težina najpouzdaniji prediktori oštećenja meniskusa i medijalnog dela platoa golenjače tako da sportisti mogu da smanje rizik od nastajanja unutarzglobnih povreda održavanjem niže telesne težine i BMI i na taj način poboljšaju dugoročne funkcionalne rezultate rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena²⁴⁸.

Telesna visina pacijenata u ovom istraživanju koji su podvrgnuti ponovnoj rekonstrukciji prednje ukrštene veze kolena zbog ponovne povrede ili nestabilnosti nastale nakon primarne rekonstrukcije, bila je statistički signifikantno veća od telesne visine pacijenata kojima je načinjena samo primarna rekonstrukcija. Što se tiče BMI i telesne težine, pomenute dve grupe ispitanika bile su komparabilne. Po tome bi se dalo zaključiti da je veća telesna visina faktor rizika za nastanak ponovne povrede i nestabilnosti a i nepovoljnog ishoda ponovljene rekonstrukcije. Suprotno ovakvom nalazu, Andernord i saradnici²⁴⁹, u kohortnoj studiji iz 2014. godine u kojoj je učestvovalo 16.930 pacijenata koji su praćeni dve godine nakon rekonstrukcije

utvrdili su da ne postoji veza između rizika za nastanak ponovne nestabilnosti kolena sa jedne strane i visine, težine i BMI sa druge.

Sportovi koji se najčešće pominju u kontekstu povrede prednje ukrštene veze kolena su fudbal a zatim slede ragbi, košarka, odbojka, američki fudbal i skijanje^{223,250,251,252}. U kohortnoj studiji iz 2014. godine u kojoj je učestvovalo 16.930 pacijenata koji su praćeni dve godine nakon rekonstrukcije utvrđeno je da fudbaleri mlađe životne dobi imaju skoro trostruki rizik za ponovnu nestabilnost kolena²²⁴.

U ovom istraživanju su ispitivana i kontrolna grupa bile komparabilne u odnosu na zastupljenost sportova fudbal, košarka i rukomet. Prema tome, u ovom istraživanju, te vrste sportova koje se pominju kao najčešći uzroci povreda, nisu bile determinanta ishoda ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena. Zastupljenost džudoa kao sporta sa kontaktom moguća je determinanta lošijeg ishoda ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze u ispitivanoj grupi u poređenju sa ishodom primarne rekonstrukcije u kontrolnoj grupi iako se definitivan zaključak ne može doneti zbog malog ukupnog broja pacijenata koji su se bavili ovim sportom u našem istraživanju.

Aktivnost sa velikim naporom pre povrede je najviše zastupljena u obe grupe ispitanika a u odnosu na druge nivoe aktivnosti s tim da postoji statistički signifikantna razlika između ove dve grupe u smislu da je zastupljenost aktivnosti sa velikim naporom u ispitivanoj grupi značajno veća u odnosu na kontrolnu grupu.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju statistički signifikantnu razliku između ispitivane i kontrolne grupe u pogledu na aktivnost ispitanika u periodu nakon povrede i nestabilnosti a pre operacije. Dok su u kontrolnoj grupi pacijenti dominantno imali aktivnost sa umerenim a potom i malim naporom nakon povrede a pre operacije, u ispitivanoj grupi je čak 20% ispitanika imalo aktivnost sa velikim naporom.

Glavni faktori rizika za neuspeh primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena su dug vremenski period između prve povrede i rekonstrukcije prednje ukrštene veze kao i postojanje udružene intraartikularne povrede²⁵³. Takođe, mogućnost nastanka sekundarnih oštećenja meniskusa i zglobove hrskavice medijalnog kompartmana kolena se povećava kako se produžava vreme između povrede i rekonstrukcije prednje ukrštene veze. Ova korelacija varira u odnosu na starost pacijenata. Kod pacijenata starijih od 22 godine ova korelacija je veća nego u

pacijenata mlađih od 22 godine²⁵⁴. Međutim, ima podataka da i suviše rano načinjena primarna rekonstrukcija (unutar 90 dana od prve povrede), posebno u mladim fudbalera, može biti glavni prediktor nepovoljnog ishoda u smislu ponovne povrede prednje ukrštene veze i nestabilnosti kolena²⁵⁵.

Povreda prednje ukrštene veze levog kolena je češća nego povreda ove veze desnog kolena ali razlog nije jasan^{127, 256, 257, 258}. Sa druge strane, Rochcongar i saradnici²⁵⁹ u svojoj studiji navode da je povredu prednje ukrštene veze desnog kolena zadobilo 439 (56,4%) ispitanika dok je povredu ove veze levog kolena zadobilo 339 (43,6%) ispitanika. Brophy i saradnici²⁶⁰ su u svom istraživanju zaključili da strana povrede može da bude etiološki faktor povreda LCA prilikom igranja fudbala. Pokazali su da, prilikom nastanka povrede bez kontakta, žene su češće zadobile povredu LCA nedominantne dok su muškarci češće zadobili povredu LCA dominantne noge iako su druge studije pokazale da nema značajne razlike u površini pripoja prednje ukrštene veze u odnosu na stranu tela i pol²⁶¹. U našem istraživanju nije bilo razlike u zastupljenosti strana povrede između ispitivane i kontrolne grupe te se strana povrede ne može smatrati determinantom ishoda ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze.

Najveći procenat povreda prednje ukrštene veze kolena nastaje prilikom sportske aktivnosti bez kontakta a zatim prilikom sportske aktivnosti sa kontaktom dok je procenat povreda nastalih prilikom svakodnevnih aktivnosti i saobraćajnih udesa značajno manji^{262, 263, 264, 265}. U našem istraživanju nije bilo statistički značajne razlike u zastupljenosti sportske aktivnosti bez kontakta i aktivnosti sa kontaktom između ispitivane (revizije) i kontrolne grupe. Svakodnevna aktivnost kao uzrok povrede bila je zastupljena u zanemarljivom procentu dok saobraćajnog udesa kao uzroka povrede nije bilo. Tako se može zaključiti da vrsta uzroka povrede u ovom istraživanju nije jedna od determinanti ishoda rekonstrukcije.

U celokupnom uzorku, najčešća udružena povreda je bila povreda unutrašnjeg meniskusa ali su literaturni podaci vezani za učestalost udruženih povreda različiti. U najvećem broju studija je povreda unutrašnjeg meniskusa najčešća udružena povreda^{266, 251, 267} dok postoje studije gde je povreda spoljašnjeg meniskusa najčešća^{247, 250, 252, 268}. U našem istraživanju registrovana je statistički značajna razlika u zastupljenosti udružene povrede zgloba kolena tako da je čak 20% pacijenata ispitivane (revizije) grupe imalo oštećenje unutrašnjeg meniskusa kao pridruženu povredu što je moguća determinanta ishoda ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze u

negativnom smislu. Povoljan ishod primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze u kontrolnoj grupi tako bi se mogao pripisati upravo odsustvu pridružene povrede u 100% ispitanika. Odsustvo pridružene povrede bi predstavljalo dobar prognostički znak za ishod rekonstrukcije prednje ukrštene veze s obzirom da povrede prednje ukrštene veze i meniskusa više doprinose riziku za nastanak osteoartritisa kada su udružene nego u slučajevima kada su izolovane, pogotovo u aktivnih sportista²⁶⁹.

S obzirom da rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena u većini slučajeva ne može potpuno da uspostavi biomehanički status kolena koji je postojao pre povrede²⁷⁰, za očekivati je da osobe sa urađenom primarnom rekonstrukcijom ove veze, posle izvesnog vremena zadobiju ponovnu povredu te je indikovana ponovna rekonstrukcija ove veze. Postavlja se pitanje da li je ishod ponovljene rekonstrukcije identičan ili različit od kliničkog ishoda primarne.

Jedan od ciljeva ovog istraživanja je bio da se utvrdi da li postoji razlika u ishodu rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena ukoliko se ona preduzima kao primarna rekonstrukcija ili kao ponovljena rekonstrukcija, te su analizirane razlike između pokazatelja kojim se procenjuje ishod rekonstrukcije prednje ukrštene veze u vidu IKDC, Tegner i Lysholm skor, artrometrijskog merenja, kao i intenziteta aktivnosti posle operacije i vremena od operacije do početka ponovnog treniranja.

Postoji velik broj sistema bodovanja vezanih za povrede veza kolena^{271,272,273}. IKDC (International Knee Documentation Committee)^{232,233} predstavlja standard za praćenje, objavljivanje i upoređivanje skoro svih rezultata lečenja povreda kolena. IKDC skor je komparabilan sa Lysholm i Tegner bodovnim skalama te se preporučuje kombinovanje ovih pokazatelja u proceni ishoda operativnog lečenja prekida prednje ukrštene veze kolena²⁷⁴. Nakon primarne rekonstrukcije najčešće zastupljen IKDC nalaz je normalan (A) i skoro normalan (B) u podjednakom procentu^{275,276} a zatim slede abnormalan (C) i nalaz teške abnormalnosti (D). Nakon ponovljene rekonstrukcije je u nekim studijama najčešći skoro normalan nalaz (B) a zatim slede normalan (A), abnormalan nalaz (C) i nalaz teške abnormalnosti (D)²⁷⁷ dok je u drugim najčešći abnormalan nalaz (C), nalaz teške abnormalnosti (D), skoro normalan (B) i normalan nalaz (A)²⁷⁸.

Evaluacija rezultata rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena primenom IKDC skora u našem uzorku pokazuje visoko statistički signifikantnu razliku u ishodu primarne u odnosu na

ponovnu rekonstrukciju evaluiranom pomoću IKDC skora u smislu boljeg rezultata primarne od ponovne rekonstrukcije. Naime, zastupljenost normalnog nalaza IKDC skora je statistički značajno manja kod pacijenata sa ponovnom rekonstrukcijom u odnosu na pacijente sa primarnom rekonstrukcijom prednje ukrštene veze. Svi pacijenti sa primarnom rekonstrukcijom su imali ili dominantno normalan nalaz ili skoro normalan nalaz dok su pacijenti sa ponovnom rekonstrukcijom u značajnom procentu imali i abnormalni nalaz i nalaz teške abnormalnosti.

Na osnovu rezultata Lysholm skora, koji je zajedno sa Tegner skorom pouzdan kao subjektivni pokazatelj ponovnog uspostavljanja funkcije kolena nakon rekonstrukcije prednje ukrštene veze²⁷⁹, evidentno je da je ishod ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze signifikantno lošiji od rezultata primarne rekonstrukcije u našem istraživanju jer je svega 26,7% pacijenata imalo dobar ili odličan rezultat nakon ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze u odnosu na preko 70% pacijenata sa osrednjim, slabim i lošim rezultatom. S druge strane ishod kod primarne rekonstrukcije evaluiran pomoću ovog skora je u gotovo 50% slučajeva odličan a zatim osrednji ili dobar dok nije bilo pacijenata sa slabim ili lošim ishodom. Lysholm skor kod 69% pacijenata nakon primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze koje su analizirali Khalfayan i sar.²⁸⁰ bio je dobar ili odličan, sa prosečnom vrednošću 89 bodova i 41% pacijenata sa maksimalnih 100 bodova. Bach i sar.²²⁹ su bodovanjem po Lysholm skali na svom uzorku postoperativno imali dobar i odličan rezultat u 57% slučajeva. Nakon meta-analize različitih studija ustanovljen je Lysholm skor prosečne vrednosti 82.1 nakon ponovne rekonstrukcije²¹⁷ što se poklapa sa našim rezultatom.

S obzirom na činjenicu da Tegner skor sadrži bodovnu skalu sa 11 bodova, a u ovom istraživanju se radilo o malom uzorku sa ukupno 60 ispitanika, opredelili smo se za grupisanje skorova prema stepenu aktivnosti. Na osnovu evaluacije ishoda rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena u odnosu na aktivnosti postoji jasna i statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe u smislu nepovoljnijeg ishoda ponovne u odnosu na primarnu rekonstrukciju. Kod primarne rekonstrukcije dominiraju bodovi 8, 9 i 10 a zatim 4, 5, 6 i 7 dok kod su ponovne rekonstrukcije podjednako zastupljeni bodovi 8, 9, 10 i 4, 5, 6, 7 ali su u značajnom procentu slučajeva registrovani i 1, 2 i 3. Prosečna vrednost Tegner skora nakon primarne rekonstrukcije u ranijim istraživanjima je iznosila 5,6²³³ i 7²⁸¹ a nakon ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze 5,8²⁸² i 6,3²⁸³.

Artrometrijsko merenje Lachman testa spada u objektivne testove rezultata rekonstrukcije. Najčešće utvrđene vrednosti u obe grupe ispitanika su bile $<3\text{mm}$ što se poklapa sa vrednostima dobijenim od strane drugih autora pa tako Ferreti i saradnici u svom radu navode da je u pacijenata kod kojih je načinjena ponovljena rekonstrukcija LCA utvrđena vrednost Lachman testa merena artrometrom najčešće $<3\text{mm}$ a zatim 3-5 a najređe $>5\text{mm}$ ²⁸⁴. Higuchi i saradnici navode nakon da je nakon primarne rekonstrukcije LCA Lachman test meren artrometrom u većini slučajeva takođe bio $<3\text{mm}$ a zatim 3-5mm a najređe $>5\text{mm}$ ²⁸⁵. U našem istraživanju, vrednost ovog merenja u ispitivanoj grupi statistički je značajno veća od vrednosti u kontrolnoj grupi što ukazuje na značajno lošiji rezultat rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena u ispitivanoj (revizionoj) grupi u odnosu na kontrolnu grupu.

Karakteristike koje ukazuju na lošiji ishod ponovne rekonstrukcije u odnosu na primarnu su: za ispitivanu (revizionu) grupu je karakterističan skoro normalan, abnormalan i nalaz teške abnormalnosti IKDC skora dok je za kontrolnu karakterističan normalan nalaz IKDC skora; u ispitivanoj grupi je karakteristična aktivnost posle operacije sa srednjim, malim i umerenim naporom dok je u kontrolnoj ta aktivnost sa velikim naporom; Tegner skor 1,2,3,4,5,6,7 su karakteristični za ispitivanu dok su 8,9,10 karakteristični za kontrolnu grupu; loš ishod i slab rezultat Lysholm skora je karakterističan za ispitivanu dok je odličan rezultat karakterističan za kontrolnu grupu; za pacijente ispitivane (revizione) grupe je karakteristična veća vrednost artrometrijskog merenja i duže vreme od operacije do početka treniranja u odnosu na kontrolnu grupu. Iako su subjektivni pokazatelji ishoda rekonstrukcije lošiji nakon ponovne nego nakon primarne rekonstrukcije te razlike ne moraju biti klinički značajne²⁸⁶.

Jedan od imperativa povoljnog kliničkog ishoda je i zabrana bavljenja sportskim aktivnostima u trajanju od najmanje devet meseci nakon operativnog zahvata²¹¹. Međutim, kada je upoređivana grupa pacijenata koji su se vratili sportskim aktivnostima nakon 2 do 6 meseci nakon rekonstrukcije, sa grupom pacijenata koji su se vratili sportskim aktivnostima nakon 7 do 14 meseci nakon rekonstrukcije, nije ustanovljena statistički značajna razlika u ishodu između ove dve grupe²⁸⁷. Takođe, osobe kojima je urađena rekonstrukcija prednje ukrštene veze kolena imaju skoro šest puta veću verovatnoću da unutar 24 meseca nakon rekonstrukcije i vraćanja sportu zadobiju ponovnu povredu prednje ukrštene veze istog kolena u odnosu na osobe koje nisu imale prvobitnu povredu ove veze²⁸⁸. U preglednom članku i meta-analizi objavljenoj ove godine²⁸⁹ navodi se da mlađa životna dob i rani povratak visokom stepenu fizičke aktivnosti 30

do 40 puta povećavaju rizik za nastanak ponovne povrede prednje ukrštene veze. Ovi podaci ukazuju na to da je neophodno individualizovati pristup rehabilitacionom lečenju u smislu prilagođavanja nivoa fizičke aktivnosti, poboljšanja rehabilitacije, smernica vezanih za povratak sportu i korišćenja integrativnog neuromuskularnog treninga radi omogućavanja bezbednog povratka sportskim aktivnostima i smanjivanja mogućnosti ponovne povrede.

U našem istraživanju evidentno je nepovoljniji ishod ponovne u odnosu na primarnu rekonstrukciju kada se evaluira na osnovu vremena potrebnog da protekne od operacije do početka treniranja. Postoji statistički signifikantna razlika koja se odnosi na ovaj parametar između ispitivane i kontrolne grupe. U pacijenata ispitivane (revizione) grupe bilo je potrebno čak 8 meseci u proseku da protekne do povratka sportskim aktivnostima što je dvostruko duže od vremena koje je bilo potrebno pacijentima kontrolne grupe.

Aktivnost sa različitim stepenom napora koju su pacijenti u stanju da imaju posle završetka postoperativnog rehabilitacionog lečenja nakon načinjene primarne ili ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena predstavlja jedan od pokazatelja uspešnosti primarne ili ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena. Broj pacijenata koji se vrati sportskim aktivnostima nakon ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze je manji nego broj pacijenata koji se vrati nakon primarne rekonstrukcije čemu može doprinositi veći procenat sekundarnih povreda unutar kolena²⁹⁰. U našem istraživanju postoji statistički signifikantna razlika koja govori za nepovoljni ishod ponovljene rekonstrukcije u odnosu na primarnu jer su pacijenti nakon ponovljene rekonstrukcije (ispitivana grupa) svega u 50% slučajeva bili sposobni za aktivnost sa velikim naporom dok su pacijenti nakon primarne rekonstrukcije (kontrolna grupa) u 100% slučajeva bili sposobni za aktivnost sa velikim naporom.

U našem istraživanju prosečno vreme proteklo od primarne rekonstrukcije do ponovne povrede ili nestabilnosti bilo je oko 20 meseci ali sa rasponom od 1 do 96 meseci. Ispitivana grupa je podeljena u dve podgrupe u zavisnosti od toga da li je do ponovne povrede ili nestabilnosti došlo unutar 12 ili nakon 12 i više meseci. Nije nađena statistički signifikantna razlika između ove dve podgrupe u odnosu na ishod ponovne rekonstrukcije te se može zaključiti da se nepovoljniji ishod ponovne rekonstrukcije prednje ukrštene veze u poređenju sa primarnom rekonstrukcijom u našem istraživanju ne može pripisati vremenu pojave ponovne povrede ili nestabilnosti.

Smatra se da je najčešći uzrok rane ponovne nestabilnosti loša pozicija kalema, tj. pozicija tunela koja nije anatomska^{291,292}. Češće je uzrok loša pozicija femoralnog tunela^{250,293} ali i loša pozicija tunela u golenjači dovodi do ponovne nestabilnosti. Ukoliko je tunel u golenjači postavljen suviše napred to dovodi do impindžmenta i pucanja kalema ili umanjenja fleksije dok ukoliko je postavljen suviše pozadi to dovodi do laksiteta u fleksiji^{250,252,294,295}. Takođe, česti uzroci su i neodgovarajuća zategnutost kalema, nedovoljna veličina kalema i neadekvatna fiksacija kalema²⁹⁶. Kako je loša pozicija kalema nakon primarne rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena jedan od najčešćih uzroka rane nestabilnosti, analizirani su parametri za procenu ishoda ponovne rekonstrukcije u zavisnosti od položaja kalema verifikovanog pre ponovne rekonstrukcije. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da ishod ponovljene rekonstrukcije prednje ukrštene veze nije u zavisnosti sa položajem kalema tj. da nije bilo statistički značajne razlike u ishodu između podgrupe sa dobrom i podgrupe sa lošom pozicijom kalema. Moglo bi se zaključiti da se dobrom operativnom tehnikom prilikom ponovne rekonstrukcije može anulirati dodatni negativni uticaj loše pozicije kalema pre ponovne operacije na inače postojeći nepovoljniji ishod ponovne rekonstrukcije u poređenju sa primarnom.

S obzirom da od položaja tunela u butnoj kosti i golenjači zavisi položaj kalema, u poslednje vreme preovladava stav da je neophodno da se umesto konvencionalne, neanatomske pozicije tunela prilikom rekonstrukcije prednje ukrštene veze, tuneli buše u poziciji unutar anatomskih pripoja kako bi se postigla anatomska rekonstrukcija prednje ukrštene veze, ponovo uspostavila stabilnost, normalna kinematika kolena i ubrzao oporavak pacijenta²⁹⁷. Konvencionalnim bušenjem tunela može da se rekonstruiše samo 57% površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači²⁹⁸. Na ovaj način, iako se u kratkom postoperativnom periodu može postići uspeh, kompletna biomehanika kolena se ne može rekonstruisati što dovodi do degenerativnih promena na zglobu kolena. Anatomska rekonstrukcija prednje ukrštene veze podrazumeva funkcionalnu rekonstrukciju ove veze u njenim anatomskim dimenzijama u zavisnosti od individualne anatomije svakog pacijenta ponaosob. Sadoghi²⁹⁹ i saradnici su pokazali da rezultat u smislu kinematike kolena nakon anatomske rekonstrukcije prednje ukrštene veze nije značajno različit od rezultata nepovređenog kolena. Bedi i saradnici³⁰⁰ su u svojoj studiji biomehanike kolena rađenoj na kadaverima ukazali na prednosti anatomske rekonstrukcije kinematike kolena pokazavši da različita vlakna prednje ukrštene veze doprinose različitim funkcijama kolena te da je kalem prednje ukrštene veze kolena imao odlučujući efekat na

stabilnost kolena i impindžment. Konstatovali su da je za rekonstrukciju biomehanike kolena i smanjenje rizika od impindžmenta, od ključne važnosti da se tibijalni tunel prilikom bušenja postavi u centar pripoja prednje ukrštene veze ali centar pripoja nije centar načinjenog otvora na platou golenjače već zavisi od oblika površine pripoja prednje ukrštene veze koji je individualan za svakog pacijenta. Korišćenjem samo artroskopske tehnike nije uvek lako prepoznati pripoje prednje ukrštene veze pa je tako Siebold³⁰¹ razvio koncept “insertion site table” baziran na ideji kompletne rekonstrukcije pripoja prednje ukrštene veze na golenjači što podrazumeva preoperativno merenje prednje-zadnjeg dijametra pripoja ove veze na golenjači lenjirom. Takođe, Rabuck i saradnici³⁰² su predložili preoperativno merenje sagitalnog MR tetive čašice kao i dužine i pripoja prednje ukrštene veze na golenjači.

Međutim, iako trodimenzionalan, pripoj prednje ukrštene veze na golenjači se obično meri pomoću dvodimenzionalne tehnike. Pa je tako, iz praktičnih razloga vezanih za operativni zahvat, otvor tunela na golenjači, a samim tim i pripoj prednje ukrštene veze, prikazan kao elipsa načinjena kao presek između tibijalnog platoa i tibijalnog tunela²⁹⁸. Na taj način, stvarna geometrija kosti nije uračunata tako da je dvodimenzionalna projekcija uvek manja nego realna trodimenzionalna površina pripoja što smo i pokazali u našoj studiji. Površina otvora intraoperativno generisanog tunela u golenjači prilikom rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena je individualna i značajno se razlikuje od elipse kako se obično shematski prikazuje.

U zavisnosti od prečnika burgije i ugla bušenja, površina elipse se može menjati te se na taj način može bolje rekonstruisati anatomske oblike stvarnog pripoja prednje ukrštene veze na golenjači^{298,310}. Što je sagitalni ugao bušenja manji, površina pripoja je veća i bliža anatomske obliku. Takođe, što je transverzalni ugao manji, površina pripoja je približnija anatomske obliku²⁹⁸. Ukoliko bi postojala mogućnost da se kombinacija prečnika burgije i ugla bušenja odredi preoperativno, to bi omogućilo bolju rekonstrukciju pripoja prednje ukrštene veze na golenjači a samim tim i poboljšalo operativne rezultate. S obzirom da je pripoj prednje ukrštene veze na golenjači trodimenzionalan, poboljšanje rekonstrukcije se može postići metodama trodimenzionalnog istraživanja²⁸⁴ a jedna od metoda je korišćena u našem istraživanju.

Trodimenzionalnim skeniranjem uređajem “PHANToM Omni” ustanovili smo tri oblika pripoja ove veze na golenjači - trouglasti, ovalni i nepravilni oblik. Najčešći oblik pripoja je trouglastog oblika ali može da bude i ovalnog oblika³⁰³. Međutim, Siebold i saradnici³⁰⁴, u radu iz

2015. godine, navode da je pripoj ove veze na golenjači zapravo u obliku slova “C”. U našem uzorku taj oblik nije bio zastupljen što bi se moglo pripisati degenerativnim promenama u sklopu životne dobi ispitanika.

Što se tiče veličine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači, ustanovljeno da njegova površina iznosi oko 6% površine platoa golenjače³⁰⁵ te smo pretpostavili da je moguće predvideti površinu pripoja na osnovu merenja dimenzija platoa golenjače pre operativnog zahvata. Izmerena prosečna površina pripoja prednje ukrštene veze na golenjači bila je $142,4 \pm 38,95 \text{mm}^2$ (od 62,2 do 238,9) a prosečna projekcija pripoja bila je $110,2 \pm 32,44 \text{mm}^2$ (od 46,6 do 202,4). Upadljiva je heterogenost uzorka, odnosno velike varijacije u površini pripoja prednje ukrštene veze na golenjači u našoj ispitivanoj grupi što navode i drugi autori. Siebold i saradnici³⁰⁶ navode da je pripoj prednje ukrštene veze na golenjači najširi deo ove veze i da njegova prosečna površina iznosi $114 \pm 36 \text{mm}^2$ (od 67 do 259) dok drugi autori navode prosečnu površinu od $133.8 \pm 31.3 \text{mm}^2$ ³⁰⁷ i $151.53 \pm 28.95 \text{mm}^2$ ³⁰⁸. Takođe, Kopf i saradnici³⁰⁹ navode da postoje velike varijacije u veličini površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači kao i da postoji značajna ali slaba korelacija između veličine pripoja sa jedne strane i visine, težine i BMI pacijenta sa druge strane. U našem uzorku takođe postoji korelacija između AP dijametra platoa golenjače i telesne visine i AP dijametra i telesne težine. Takođe postoji korelacija između ML dijametra platoa golenjače i telesne visine i ML dijametra i telesne težine. Postoji korelacija između površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači i visine ispitanika, površine pripoja i telesne težine ispitanika i površine pripoja i BMI ispitanika. Murawski i saradnici³¹⁰ navode da se merenjem ML dijametra distalnog okrajka butne kosti (bikondilarni dijametar) može predvideti veličina pripoja prednje ukrštene veze i na butnoj kosti i na golenjači u slučajevima kada ne postoji mogućnost MRI pregleda kolena. Naši rezultati govore o postojanju korelacije između ML dijametra platoa golenjače i površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači koja nije statistički signifikantna ali o značajnoj korelaciji između AP dijametra i površine pripoja sa povećanim rizikom za zaključivanje.

S obzirom na postojanje korelacije, matematičko-statističkim metodama je načinjena formula kojom se, u visokom procentu slučajeva, može izvršiti predikcija površine pripoja prednje ukrštene veze kolena na golenjači merenjem samo dva parametra – AP i ML dijametra platoa golenjače na standardnim radiografskim snimcima – anteroposteriornom i profilnom. Cilj rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena je da biomehaničke karakteristike zgloba kolena

budu što približnije karakteristikama pre nastanka povrede prednje ukrštene veze. U tom smislu je neophodno da položaj i veličina kalema kao i površina pripoja budu što približniji položaju i veličini pokidane prednje ukrštene veze kolena i površini njenih pripoja a dobijena formula može da omogući taj cilj.

Ograničavajući faktori eksperimentalnog dela studije: relativno mali broj ispitanika, studija je sprovedena je na platoima golenjače pacijenata starijih od 65 godina i povećanog BMI kod kojih su razvijene degenerativne promene na zglobu kolena, moguća su mala odstupanja na načinjenim radiografijama.

Testiranje korelacije između AP i ML dijametra platoa golenjače i prostorne površine pripoja prednje ukrštene veze izmerene uređajem “PHANToM Omni” zahteva nastavak istraživanja na većem uzorku ispitanika različite životne dobi i uhranjenosti. Takođe, istraživanje mera pripoja prednje ukrštene veze na kadaverima bi doprinelo uvidu u realne mere i poziciju pripoja prednje ukrštene veze na golenjači.

5. ZAKLJUČCI

1. Rezultati eksperimentalnog dela istraživanja pokazali su da postoji korelacija između prednje-zadnjeg i unutrašnje-spoljašnjeg dijametra platoa golenjače izmerenih na radiološkom snimku i prostorne površine pripoja prednje ukrštene veze na golenjači izmerene heptičkim uređajem.
2. Na osnovu postojeće korelacije moguće je izvršiti predikciju površine pripoja prednje ukrštene veze kolena merenjem radiografskih parametara.
3. Istraživanje je pokazalo da je neuspeh rekonstrukcije prednje ukrštene veze kolena multifaktorijalan.
4. Nije ustanovljena statistički značajna razlika u rezultatima kliničkog ishoda u zavisnosti od pozicije kalema.
5. Klinički rezultat ponovne rekonstrukcije je lošiji u odnosu na primarnu u smislu manjih vrednosti IKDC, Tegner i Lisholm skora, slabije fizičke aktivnosti nakon operacije, dužeg vremena potrebnog od operacije do povratka sportskim aktivnostima, kao i većih vrednosti artrometrijskog merenja.

6. PRILOZI

Prilog 1. INFORMACIJA ZA ISPITANIKA

Naziv studije:

"POREĐENJE REZULTATA PRIMARNE I PONOVNE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA"

Ovim istraživanjem želimo da analiziramo rezultate operativnog zahvata koji je uobičajen u ovakvim situacijama i koji ima za cilj uspostavljanje normalne funkcije kolena. S obzirom da je kod Vas ovakva operacija načinjena predlažemo da se uključite u ovo ispitivanje. Bićete pregledani na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju. Planirani pregledi i merenja u skladu su prihvaćenom praksom i obaviće se u ortopedskoj ambulanti u poliklinici Kliničkog centra Vojvodine. Svi pregledi i merenja su neinvazivni, sa pouzdanošću se sprovode u svakodnevnoj dijagnostičkoj praksi lekara i na načine koji neće narušavati Vaše zdravlje.

Voleli bi smo da se uključite u ovo ispitivanje. Vaše učešće je dobrovoljno. Ako pristanete, osim eventualne zdravstvene ne očekujte nikakvu drugu korist. Ukoliko se uključite u naše ispitivanje imate mogućnost da iz njega istupite u bilo kom trenutku, bez obrazlaganja takve Vaše odluke i bez ikakvih posledica. Tokom ispitivanja od Vas će se zahtevati samo pažljivo praćenje uputstava ispitivača radi što efikasnijeg sprovođenja ovih merenja, a odlukom da učestvujete u istraživanju neće Vam biti nametnuti dodatni materijalni troškovi.

Svi rezultati i podaci dobijeni od Vas biće čuvani u tajnosti od drugih lica, a u skladu sa Hipokratovom zakletvom lekara o čuvanju lekarske tajne.

Vaša odluka o neučestvovanju ili napuštanju ispitivanja u bilo kojoj njegovoj fazi ni na koji način neće uticati na dalji tok i ishod lečenja. Ovo ispitivanje će se vršiti i dobijeni rezultati koristiti isključivo u naučne svrhe.

Za sve nejasnoće obratite se lekaru koji vodi ispitivanje Kovačev dr Nemanji na telefon 063/548-682.

Prilog 2. TEKST PRISTANKA PACIJENTA**Naziv studije:**

"POREĐENJE REZULTATA PRIMARNE I PONOVNE REKONSTRUKCIJE PREDNJE UKRŠTENE VEZE KOLENA"

Ja (Ime Prezime), pročitao sam tekst o cilju i načinu ispitivanja. Razgovarao sam sa voditeljem ispitivanja. Razjašnjene su mi sve nejasnoće.

Svestan sam toga da:

1. mogu slobodno ući, ali isto tako i slobodno napustiti ispitivanje u bilo kojoj fazi bez obrazlaganja svoje odluke,
2. ukoliko donesem odluku da ne učestvujem ili da napustim ispitivanje, neću snositi nikakve posledice i ta moja odluka neće uticati na dalji tok i ishod lečenja,
3. je moja tajnost u ovom ispitivanju garantovana.
4. u svakom trenutku za sve nejasnoće mogu kontaktirati Kovačev dr Nemanju na telefon 063/548-682

Dobrovoljno dajem pristanak za učestvovanje u navedenom ispitivanju što i potvrđujem svojeručnim potpisom.

Ispitanik:

Datum:

Ispitivač:

Kovačev Nemanja

Prilog 3. TEGNER BODOVNA SKALA AKTIVNOSTI

10. Takmičarski sportovi: fudbal nacionalne i internacionalne utakmice.	5. Rad: težak rad (građevina, drvoseča). Takmičarski sportovi: biciklizam, trčanje na skijama. Rekreativni sportovi: džoging na neravnom terenu najmanje 2x nedeljno.
9. Takmičarski sportovi: fudbal niže lige, hokej na ledu, rvanje, gimnastika.	4. Rad: umereno težak rad (kućni poslovi). Rekreativni sport: biciklizam, trčanje na skijama, trčanje po ravnom najmanje 2x nedeljno.
8. Takmičarski sportovi: badminton, atletika (skakanje itd.), skijanje, polo.	3. Rad: lak posao (sestrinski). Takmičarski i rekreativni sportovi: plivanje, hodanje kroz šumu moguće.
7. Takmičarski sportovi: tenis, atletika (trčanje), motokros, spidvej, rukomet. Rekreativni sportovi: fudbal, polo, hokej na ledu, atletika (skakanje), orijentaciono trčanje.	2. Rad: lak posao. Hod – moguć po neravnom, ali ne i kroz šumu.
6. Rekreativni sportovi: tenis i badminton, rukomet, košarka, skijanje, džoging najmanje 5x nedeljno.	1. Rad: sedeći posao. Hod po ravnom.
	0. Bolovanje ili invalidska penzija zbog problema sa kolenom.

Prilog 4. LYSHOLM BODOVNA SKALA ZA KOLENO

NESSTABILNOST	
nikad ne "klecne"	25
retko, tokom sportskih ili drugih jakih naprezanja	20
često, tokom sportskih aktivnosti (ili sport nemoguć)	15
povremeno, u svakodnevnim aktivnostima	10
često, u svakodnevnim aktivnostima	5
pri svakom koraku "klecne "	0
BOL	
Nikada	25
povremen i blag za vreme jakih naprezanja	20
naznačen, za vreme jakih naprezanja	15
naznačen, za vreme ili nakon pešačenja dužeg od 2 km	10
naznačen, za vreme ili nakon pešačenja kraćeg od 2 km	5
stalan i jak	0
BLOKIRANJE	
nema blokiranja ili osećaja punoće	15
osećaj punoće ali bez blokiranja	10
blokiranje, povremeno	6
blokiranje, često	2
blokiranje koleno pri pregledu	0
OTICANJE	
nikad	10
posle jakih naprezanja	6
posle uobičajenih naprezanja	2
stalno	0
OSLONAC	

pun oslonac	5
koristi štap ili štaku	2
oslonac nemoguć	0
ČUČANJE	
bez problema	5
uz blage teškoće	4
ne preko 90 stepeni	2
nemoguće	0
PENJANJE UZ STEPENICE	
bez problema	10
uz blage teškoće	6
po jednu stepenicu	2
nemoguće	0
ŠANTANJE	
nikada	5
neznatno ili periodično	3
jako i stalno	2

Prilog 5: IKDC STANDARD**OBRAZAC ZA ISPITIVANJE LIGAMENATA KOLENA**

Broj ispitanika: Datum:/...../.....

Zanimanje:

Sport: A) prvi B) drugi

Godine: Pol: Visina:cm Težina:kg

Koleno: A) desno B) levo

Suprotno normalno: A) da B) ne

Uzrok povrede:.....

Datum povrede:/...../.....

Lečenje:.....

Dnevne aktivnosti:.....

Saobraćaj:.....

Kontakt Bez kontakta

Datum Op:...../...../.....

Postop.:

STANJE MENISKUSA

	N1	1/3	2/3	Ceo	Labav	Čvrst	Normalan
Lat							
Med							

AKTIVNOST	Pre povrede	Pre operacije	Posle operacije
------------------	-------------	---------------	-----------------

I Veliki napor skakanje,
promena pravca, jak udarac
(fudbal, ragbi)

II Srednji napor težak ručni rad

(skijanje, tenis)

III Malo naprezanje lak ručni rad

(džoging, trčanje)

IV Umereno naprezanje

(kućni poslovi, dnevne aktivnosti)

OSAM GRUPA A.Normalno B.Skoro norm. C.Abnormalno D.Teška abn. A B C D**1. Subjektivno**

- kako funkcioniše koleno 0 1 2 3

- Od 0-3, kako koleno

utiče na aktivnost 0 1 2 3**3. Simptomi**

(stepenuje se max.aktiv.

bez simptoma. Isključiti 0

za neznatno)

BOL

OTOK

Delimična nesposobnost

Potpuna nesposobnost

I**II****III****IV****max.napor****srednji****lagan****umeren**

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

3. Obim pokreta Ext/Fle:

merena / / suprotna / /

deficit ekstenzije

<3

3 - 5

6-10

> 10

deficit fleksije

0 - 5

6 - 15

16 - 25

> 25

4. Ispitivanje ligamenta

- LACHMAN (25 flex)

1 do 2mm

3-5mm

6 - 10 mm

> 10 mm

< -1 do -3 tvrd

< -3 tvrd

zaustavljanje	čvrsto		meko	
- A.P. pomeraj (70 flex)	0-2 mm	3-5 mm	6-10 mm	> 10 mm
- zadnja fioka (70 flex)	0-2 mm	3-5 mm	6-10 mm	> 10 mm
- med. otvaranje (20 flex)	0-2 mm	3-5 mm	6-10 mm	> 10 mm
- lat. otvaranje (20 flex)	0-2 mm	3-5 mm	6-10 mm	> 10 mm
- pivot shift	jednak	+ (klizi)	++ (škljoca)	+++ (znatno)
- reverzni pivot shift	jednak	sklizavanje	upadljiv	znatan

5. Lokalni nalaz

- patelofemoralni krepitus	nema	umereno	srednje bolno	> srednje
- krepitacije med. dela	nema	umereno	srednje bolno	> srednje
- krepitacije lat. dela	nema	umereno	srednje bolno	> srednje

6. Vidljiva patologija nema srednje umereno jako

7. RTG ispitivanje

- med. pukotina	nema	srednje	umereno	jako
- lat. pukotina	nema	srednje	umereno	jako
- patelofemoralno	nema	srednje	umereno	jako

8. Funkcionalni testovi

skok na jednoj nozi

(% od druge strane) > 90% 89-76% 75-50% <50 %

****KONAČNA OCENA**

* Najniži stepen unutar grupe određuje stepen grupe

** Najgori stepen određuje konačnu ocenu kod akutnih i subakutnih.

*** Kod hroničnih uporediti pre i postoperativni status. U konačnoj oceni ispituju se samo prve 4 grupe ali se sve dokumentuju.

7. LITERATURA

¹ Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G, De Biase P. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for LCA reconstruction. *Am J Sports Med.* 1994 Mar-Apr;22(2):83-94.

² Frank CB, Jackson DW. The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1997 Oct;79(10):1556-76.

³ Allman FL. Arthroscopy in the diagnosis and management of the ACL deficient knee. *Clin Orthop.* 1992;172:52-6.

⁴ Chouliaras V, Passler HH. The history of the anterior cruciate ligament from Galen to double-bundle ACL reconstruction. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Hellenica.*

⁵ Snook GA. A short history of the anterior cruciate ligament and the treatment of tears. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Jan-Feb;(172):11-3.

⁶ Mayo Robson AW. Ruptured cruciate ligaments and their repair by operation. *Ann Surg.* 1903 May;37(5):716-8.

⁷ Hey Groves EW. Operation for the repair of cruciate ligament. *Lancet.* 1917 Nov 3;190(4914):674-6.

⁸ Galeazzi R. La ricostituzione dei legamenti crociati del ginocchio. *Atti Mem Soc Lombarda Chir.* 1934;13:302-17.

⁹ Campbell WC. Repair of the ligaments of the knee: Report of a new operation for the repair of the anterior cruciate ligament. *Surg Gynecol Obstet.* 1936;62:964-8.

¹⁰ Macey HB. A new operative procedure for repair of ruptured cruciate ligament of the knee joint. *Surg Gynecol Obstet.* 1939;69:108-9.

¹¹ Ritchey SJ. Ligamentous disruption of the knee. A review with analysis of 28 cases. *U S Armed Forces Med J.* 1960 Feb;11:167-76.

¹² Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee, its pathogenesis and clinical sign to demonstrate its presence. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Mar;50(2):211-25.

¹³ Franke K. Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. *Orthop Clin North Am.* 1970 Jan;7(1):191-3.

¹⁴ Galway RD, Beaupre A, MacIntosh DL. Pivot shift: a clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:763-4.

¹⁵ Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sport Med.* 1976 Mar-Apr;4(2):84-93.

¹⁶ Rubin RM, Marshall JL, Wang J. Prevention of knee instability: experimental model for prosthetic anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1975 Nov-Dec;113:212-36.

¹⁷ Dandy DJ. *Arthroscopic surgery of the knee.* Edinburgh: Churchill Livingstone. 1981. p. 45-51.

¹⁸ Dandy DJ, Flanagan JP, Steemeyer V. Arthroscopy and management of the ruptured anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1982 Jul;167:43-9.

¹⁹ Clancy WG Jr, Rajesh GN, Rosenberg TD, Gmeiner JG, Wisnefske DD, Lange TA. Anterior et posterior cruciate ligament reconstruction in rhesus monkeys. *J Bone Joint Surg.* 1981 Oct;63(8):1270-84.

²⁰ Noyes FR, Matthews DS, Mooar PA, Grood ES. The symptomatic anterior cruciate deficient knee. Part II: The result of rehabilitation, activity modification and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg Am.* 1983 Feb;65(2):163-74.

²¹ Ekstrand J, Gillquist J, Möller M, Oberg B, Liljedahl SO. Incidence of soccer injuries and their relation to training and team success. *Am J Sports Med.* 1983 Mar-Apr;11(2):63-7.

²² Rosenberg TD. Technique for endoscopic method of ACL reconstruction. *Technical Bulletin.* Mansfield. MA. Acuflex Microsurgical. 1993.

²³ Snow M, Stanish WD. Double-bundle ACL reconstruction: how big is the learning curve? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010 Sep;28(9):1195-200.

²⁴ Kurosaka M, Yoshiya S, Andrish JT. A biomechanical comparison of different surgical techniques of graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1987 May-Jun;15(3):225-9.

²⁵ Lipscomb AB, Johnston RK, Synder RB, Warburton MJ, Gilbert PP. Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendons to reconstruct the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 1982 Nov-Dec;10(6):340-2.

²⁶ Friedman MJ. Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. *Tech Orthop.* 1988;2(4):74-80.

²⁷ Howell SM. Arthroscopically assisted technique for preventing roof impingement of anterior cruciate ligament graft illustrated by the use of an autogenous double-looped semitendinosus and gracilis graft. *Oper Techn Sport Med.* 1993 Jan;1(1):58-65.

-
- ²⁸ Pinczewski LA. Two-years results of endoscopic reconstruction of isolated ACL ruptures with quadruple hamstring tendon autograft and interference screw fixation. Proceedings of the AAOS Annual meeting; 1997; San Francisco, CA.
- ²⁹ Pinczewski LA, Clingeleffer AJ, Otto DD, Bonar SF, Corry IS. Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*. 1997 Oct;13(5):641-3.
- ³⁰ Pinczewski LA, Thuresson P, Otto D, Nyquist F. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using four-strand hamstring tendon graft and interference screws. *Arthroscopy*. 1997 Oct;13(5):661-5.
- ³¹ Marcacci M, Molgora AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy*. 2003 May-Jun;19(5):540-6.
- ³² Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Sep;18(9):1151-3.
- ³³ Fu FH, Bennett CH, Ma CB, Menetrey J, Lattermann C. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med*. 2000 Jan-Feb;28(1):124-30.
- ³⁴ Vunjak-Novakovic G, Altman G, Horan R, Kaplan DL. Tissue engineering of ligaments. *Annu Rev Biomed Eng*. 2004;6:131-56.
- ³⁵ Laurencin CT, Freeman JW. Ligament tissue engineering: An evolutionary materials science approach. *Biomaterials*. 2005 Dec;26(36):7530-6.
- ³⁶ Pećina M. Biomehanička podloga klasifikacije nestabilnosti koljena. In: Pećina M, editor. *Koljeno*. Zagreb: Jumena; 1982. p. 263-88.

³⁷ Krajčinović J, Janjić Đ, Tubić M. Rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta Kennet-Jones-ovom operacijom. VI kongres ortopeda i traumatologa Mediterana i Bliskog istoka; Split; 1980. p. 79-80.

³⁸ Mikić Ž, Vukadinović S, Somer T, Ercegan G. Vaskularizacija ukrštenih ligamenata kolena u psa. In: Mikić Ž, editor. Eksperimentalna hirurgija kolena u psa. Novi Sad: Društvo lekara Vojvodine; 1987. p. 66-77.

³⁹ Vukadinović S. Eksperimentalna istraživanja kvaliteta tetiva, ligamenata, fascija i meniskusa rekonstrukciji ukrštenih ligamenata kolena u psa [dissertation]. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet; 1984.

⁴⁰ Savić D. Transplantacija ukrštenih ligamenata kolena u eksperimentalnim uslovima [dissertation]. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet; 1999.

⁴¹ Milankov M, Savić D, Stanković M, Kecojević V, Zabunov S, Ninković S. Artroskopski asistirana ligamentoplastika prednjeg ukrštenog ligamenta (LCA) kolena. XIII Kongres reumatologa Jugoslavije, Acta rheumatologica Belgradensia; 2002. p. 139.

⁴² Ruszkowski I, Pećina M. Biomehanika u gonologiji. In: Pećina M, editor. Koljeno. Zagreb: Jumea; 1982. p. 13-7.

⁴³ Jovanović S, Keros P, Kargovska-Klisarova A, Ruszkowski I, Malobabić S. Donji ekstremitet. Beograd: Naučna knjiga; 1989. p. 71-100.

⁴⁴ Radivojević S. Zglob kolena. In: Radivojević S, editor. Anatomija-noga. Beograd: Naučna knjiga. 1975. p. 9-19.

⁴⁵ Harner CD, Livesay GA, Kashiwaguchi S, Fujie H, Choi NY, Woo SL. Comparative study of the size and shape of human anterior and posterior cruciate ligaments. *J Orthop Res.* 1995 May;13(3):429-34.

⁴⁶ Kadija M. Komparativna analiza anatomske i transtibijalne artroskopske tehnike za rekonstrukciju anteromedijalnog snopa prednjeg ukrštenog ligamenta [dissertation]. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet; 2010.

⁴⁷ Norwood LA, Cross MJ. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med.* 1979 Jan-Feb;7(1):23-6.

⁴⁸ Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of anterior cruciate ligament. Fibre bundles actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 Mar;73(2):260-7.

⁴⁹ Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6 Suppl 1:S2-12.

⁵⁰ Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy.* 1999 Oct;15(7):741-9.

⁵¹ Silver FH. *Biomaterials, medical devices and tissue engineering: an integrated approach.* London: Chapman&Hall; 1994. p. 92-119.

⁵² Kennedy JC, Stewart R, Walker DM. Anterolateral rotatory instability of the knee joint. An early analysis of the Ellison procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;60(8):1031-9.

⁵³ Hunziker EB, Staubli HU, Jakob RP. Surgical anatomy of the knee joint. In: Jakob RP, Staubli HU, editors. *The knee and the cruciate ligaments.* New York: Springer Verlag; 1992. p. 31-47.

- ⁵⁴ Scapanelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat.* 1997;10(3):151-62.
- ⁵⁵ Arnozky SP. Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. *Orthop Clin North Am.* 1985 Jan;16(1):15-28.
- ⁵⁶ Simank HG, Graf J, Schneider U, Fromm B, Niethard FU. Demonstration of the blood supply of human cruciate ligaments using the plastination method. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1995 Jan-Feb;133(1):39-42.
- ⁵⁷ Bray RC, Fischer AW, Frank CB. Fine vascular anatomy of adult rabbit knee ligaments. *J Anat.* 1990 Oct;172:69-79.
- ⁵⁸ Rubin R, Marshall JL. Vascular anatomy of the cruciate ligaments in the dog. Normal and injured states. *Trans Orthop Res Soc.* 1976;1:148.
- ⁵⁹ Amiel D, Abel MF, Kleiner JB, Lieter RL, Akeson WH. Synovial fluid nutrient delivery in the diarthrial joint: analysis of rabbit knee ligaments. *J Orthop Res.* 1986;4(1):90-5.
- ⁶⁰ Murakami Y, Ochi M, Ikuta Y, Higashi Y. Permeation from the synovial fluid as nutritional pathway for the anterior cruciate ligament in rabbits. *Acta Physiol Scand.* 1996 Oct;158(2):181-7.
- ⁶¹ Tirgari M. The surgical significance of the blood supply of the canine stifle joint. *J Small Anim Pract.* 1978 Aug; 19(8):451-62.
- ⁶² Hart RA, Woo SL, Newton PO. Ultrastructural morphometry of anterior cruciate and medial collateral ligaments: an experimental study in rabbits. *J Orthop Res.* 1992 Jan;10(1):96-103.
- ⁶³ Merida-Velasco JA, Sanchez-Montesinos I, Espin-Ferra J, Merida-Velasco JR, Rodrigues-Vasquez JF, Jimenez-Collado J. Development of the human knee ligaments. *Anat Rec.* 1997 Jun;248(2):259-68.

⁶⁴ van Limborgh J, Kwakije LB, Boersma W. The venous drainage of the cruciate ligaments. *Acta Morphol Neerl Scand.* 1975 Dec;13(4):313.

⁶⁵ Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1987 Feb;69(2):243-7.

⁶⁶ Schulltz RA, Miller DC, Kerr CS, Michelli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligament. A histological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Sep;66(7):1072-6.

⁶⁷ Fromm B, Schafer B, Kummer W. Nerve supply to the anterior cruciate ligament and cruciate ligament allograft. *Sportverletz Sportschaden.* 1993 Sep;7(3):101-8.

⁶⁸ Krauspe R, Schmidt M, Schaible HG. Sensory innervation of the anterior cruciate ligament. An electrophysiological study of the response properties of single identified mechanoreceptors in the cat. *J Bone Joint Surg Am.* 1992 Mar; 74(3):390-7.

⁶⁹ Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissue. *Am J Anat.* 1988 May;182(1):16-32.

⁷⁰ Parsch D, Fromm B, Kummer W. Projections and fiber characteristics of sensory afferents of the anterior cruciate ligament in an animal experiment. *Unfallchirurgie.* 1996 Oct;22(5):193-201.

⁷¹ Marinozzi G, Ferrante F, Gaudio E, Ricci A, Amenta F. Intrinsic innervation of the knee joint articular capsule and ligaments. *Acta Anat (Basel).* 1991;141(1):8-14.

⁷² Biedert RM, Stauffer E, Friederich NF. Occurrence of free nerve endings in the soft tissue of the knee joint. A histologic investigation. *Am J Sports Med.* 1992 Jul-Aug;20(4):430-3.

⁷³ Amiel D, Billings E Jr, Harwood FL. Collagenase activity in anterior cruciate ligament: protective role of the synovial sheath. *J Appl Physiol.* 1990 Sep;69(3):902-6.

-
- ⁷⁴ Insall J. Anatomy of the knee. In: Insall J, editor. Surgery of the knee. New York: Churchill Livingstone; 1984. p. 1-20.
- ⁷⁵ Merida-Velasco JA, Sanchez-Montesinos I, Espin-Ferra J, Merida-Velasco JR, Rodriques-Vasquez JF, Jimenez-Collado J. Development of the human knee joint ligaments. *Anat Rec.* 1997 Jun;248(2):259-68.
- ⁷⁶ Burstein AH. Biomechanics of the knee. In: Insall JN, editor. Surgery of the knee. New York: Churchill Livingstone; 1984. p. 21-39.
- ⁷⁷ Vukićević S, Pećina M, Vukićević D. Biomehanika koljenskog zgloba. U: Pećina M, editor. *Koljeno*. Zagreb: Jumena; 1982. p. 17-45.
- ⁷⁸ Huijskes R, Blankevoort L. Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament: A three-dimensional problem. In: Jakob RP, Staubli H, editors. *The knee and the cruciate ligaments*. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 92-109.
- ⁷⁹ Muller W. *Das Knie*. Berlin: Springer-Verlag; 1982.
- ⁸⁰ Menschik A. *Mechanic des Kniegelenks*. Wien: Sailer; 1974.
- ⁸¹ Collins JJ, O'Connor JJ. Muscle-ligament interactions at the knee during walking. *Proc Inst Mech Eng H.* 1991;205(1):11-8.
- ⁸² Takai S, Woo SL, Livesay GA, Adams DJ, Fu FH. Determination of the in-situ loads on the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res.* 1993 Sep;11(5):686-95.
- ⁸³ Mommesteg TJ TJ, Blankevoort L, Huijskes R, Kooloos JG, Kauer JM. Characterization of the mechanical behavior of human knee ligaments: a numerical-experimental approach. *J Biomech.* 1996 Feb;29(2):151-60.

-
- ⁸⁴ Kubotera D. Studies of the mechanical properties of the knee ligament. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. 1987 Apr;61(4):347-59.
- ⁸⁵ American Medical Association. Committee on the Medical Aspects of Sports. Standard nomenclature of athletic injuries. Chicago: American Medical Association; 1966. p 99-100.
- ⁸⁶ Adamczyk G. ACL-deficient knee. *Acta Clinica*. 2002;2(1):11-6
- ⁸⁷ Mikić Ž, Somer T, Vukadinović S, Ercegan G. Vaskularne promene prednjeg (kranijalnog) ukrštenog ligamenta nakon eksperimentalne povrede i hirurške reparacije. In: Mikić Ž, editor. *Eksperimentalna hirurgija kolena u psa*. Novi Sad: Društvo lekara Vojvodine; 1987. p. 158-68.
- ⁸⁸ Noyes FR, Mooar LA, Moorman CT 3rd, McGinniss GH. Partial tears of the anterior cruciate ligament. Progression to complete ligament deficiency. *J Bone Joint Surg Br*. 1989 Nov;71(5):825-33.
- ⁸⁹ Palmer I. On the injuries to the ligaments of the knee joint. *Acta Chir Scand*. 1938;53(Suppl 81):1-282.
- ⁹⁰ Warren R. Acute ligament injuries. In: Insall J, editor. *Surg of the nee*. New York: Churchill Livingstone; 1984. p. 61-94.
- ⁹¹ Noesberger B. Diagnosis of acute tears of the anterior cruciate ligament and the clinical features of chronic anterior instability. In: Jakob RP, Staubli H, editors. *The knee and the cruciate ligaments*. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 143-56.
- ⁹² Kennedy JC, Weinberg HW, Wilson AS. The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*. 1974 Mar;56(2):223-35.
- ⁹³ Woo SL, Chan SS, Yamaji T. Biomechanics of knee ligament healing, repair and reconstruction. *J Biomech*. 1997 May;30(5):431-9.

⁹⁴ Brantigan OC, Voshell AF. The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. *J Bone Joint Surg.* 1941 Jan;23(1):44-66.

⁹⁵ LeRoy C, Abbot JB, Saunders M, Bost FC, Anderson CE. Injuries of the ligaments of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1944;26(3):503-21.

⁹⁶ O'Donoghue DH, Rockwood CA, Frank GR, Jack SC, Kenyon R. Repair of the anterior cruciate ligament in dogs. *J Bone Joint Surg.* 1966 Apr;48(6):503-19.

⁹⁷ Feagin JA Jr, Lambert KL, Cunningham RR, Anderson LM, Riegel J, King PH, et al. Consideration of the anterior cruciate ligament injury in skiing. *Clin Orthop Relat Res.* 1987 Mar;(216):13-8.

⁹⁸ Tillman MD, Smith KR, Bauer JA, Cauraugh JH, Falsetti AB, Pattishall JL. Differences in three intercondylar notch geometry indices between males and females: a cadaver study. *Knee.* 2002 Feb;9(1):41-6.

⁹⁹ Jones KG. Results of use of the central one-third of the patellar ligament to compensate for anterior cruciate ligament deficiency. *Clin Orthop Relat Res.* 1980 Mar-Apr;(147):39-44.

¹⁰⁰ Feagin AJ. The syndrom of the torn anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am.* 1979;10:81-90.

¹⁰¹ Wang JB, Rubin RM, Marshall JL. A mechanism of isolated anterior cruciate ligament rupture. Case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1975 Apr;57:411-3..

¹⁰² McMaster JH, Weinert CR Jr, Scranton P Jr. Diagnosis and management of isolated anterior cruciate ligament tears: a preliminary report on reconstruction with the gracilis tendon. *J Trauma.* 1974 Mar;14(3):230-5.

¹⁰³ Daniel DM. Knee ligaments: structure, function, injury and repair. New York: Raven Press; 1990.

¹⁰⁴ Thompson WO, Fu FH. The meniscus in the cruciate-deficient knee. Clin Sports Med. 1993 Oct;12(4):771-96.

¹⁰⁵ Bellabarba C, Busch-Joseph CA, Bach BR. Pattern of meniscal injury in the anterior cruciate-deficient knee: a review of the literature. Am J Orthop (Belle Mead NJ). 1997 Jan;26(1):18-23.

¹⁰⁶ Irvine GB, Glasgow MM. The natural history of the meniscus in anterior cruciate insufficiency. Arthroscopic analysis. J Bone Joint Surg Br. 1992 May;74(3):403-5.

¹⁰⁷ Lohmander LS, Roos H. Knee ligament injury, surgery and osteoarthritis. Truth or consequences? Acta Orthop Scand. 1994 Dec;65(6):605-9.

¹⁰⁸ Friederich NG, O'Brien WR. Gonarthrosis after injury of the anterior cruciate ligament: a multicenter, long-term study. Z Unfallchir Versicherungsmed. 1993;86(2):81-9.

¹⁰⁹ Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. Am Fam Physician. 2010 Oct;82(8):923-4.

¹¹⁰ Micheo W, Hernández L, Seda C. Evaluation, management, rehabilitation and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. PM R. 2010 Oct;2(10):935-44.

¹¹¹ Ristić V, Ninković S, Harhaji V, Milankov M. Causes of anterior cruciate ligament injuries. Med Pregl. 2010 Jul-Aug;63(7-8):541-5.

¹¹² Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature-part 1: neuromuscular and anatomic risk. Sports Health. 2012 Jan;4(1): 69-78.

¹¹³ Banović D. Povrede kolena. In: Banović D, editor. Traumatologija koštano-zglobnog sistema. Gornji Milanovac: Dečje novine. 1989. p. 474-506.

¹¹⁴ al-Duri Z. Relation of the fibular head sign to other signs of anterior cruciate ligament insufficiency. A follow-up letter to the editor. Clin Orthop Relat Res. 1992 Feb;275:220-5.

¹¹⁵ Shelbourne KD, Johnson GE. Locked bucket-handle meniscal tears in knees with chronic anterior cruciate ligament deficiency. Am J Sports Med. 1993 Nov-Dec;21(6):779-82.

¹¹⁶ Hendrich V. Diagnosis of fresh combined injuries of the knee ligaments (clinical and technical diagnosis). Langenbecks Arch Chir Suppl II Verch Dtsch Ges Chir. 1989;415-9.

¹¹⁷ Zhai GH. Diagnosis of anterior cruciate ligament injury of the knee joint. Zhonghua Wai Ke Za Zhi. 1992 Jan;30(1): 10-3.

¹¹⁸ Rosenberg TD, Rasmussen GL. The function of the anterior cruciate ligament during anterior drawer and Lachman's testing. An in vivo analysis in normal knees. Am J Sports Med. 1984 Jul-Aug;12(4):318-22.

¹¹⁹ Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part I: The medial compartment and cruciate ligaments. J Bone Joint Surg Am. 1976 Mar;58(2):159-79.

¹²⁰ Lubowitz JH, Bernardini BJ, Reid JB 3rd. Current concepts review: comprehensive physical examination for instability of the knee. Am J Sport Med. 2008 Mar;36(3):577-94.

¹²¹ Frank BC, Loitz B, Bray R, Chimich D, King G, Shrive N. Abnormality of the contralateral ligament after injuries of the medial collateral ligament. An experimental study in rabbits. J Bone Joint Surg Am. 1994 Mar;76(3):403-12.

¹²² Hopf T, Gleitz M, Rupp S, Muller B. Cruciate ligament injuries with knee joint effusion—why can the Lachman sign not be elicited? *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1996 Sep-Oct;134(5):418-21.

¹²³ Sandberg R, Balkfors B, Henricson A, Westlin N. Stability test in knee ligament injuries. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1986;106(1):5-7.

¹²⁴ Frank C, Woo SL, Amiel D, Harwood F, Gomez M, Akeson WAJ. Medial collateral ligament healing: a multidisciplinary assessment in rabbits. *Am J Sports Med.* 1983 Nov-Dec;11(6):379-89.

¹²⁵ Felenda M, Dittel KK. Importance of the Segond avulsion fracture as a sign of complex ligamentous knee injury. *Aktuelle Traumatol.* 1992 Jun;22(3):120-2.

¹²⁶ Jimenez JR, Dotz J, Monreal M, Pedrola V. Segond's fracture at the knee level. *Rev Chir Orthop.* 1991 Feb;77(8): 551-4.

¹²⁷ Runkel M, Blum J, Roder W, Ahlers J, Kretner KF. The value of the radiologic Lachman test in anterior cruciate ligament ruptures. *Aktuelle Traumatol.* 1993 Oct;23(6):297-301.

¹²⁸ Falchok FS, Tigges S, Carpenter WA, Branch TP, Stiles RG. Accuracy of direct signs of tears of the anterior cruciate ligament. *Can Assoc Radiol J.* 1996 Apr;47(2):114-20.

¹²⁹ Sanchis-Alfonso V, Martinez-Sanjuan V, Gastaldi-Orquin E. The value of MRI in the evaluation of the ACL deficient knee and in the post-operative evaluation after ALC reconstruction. *Eur J Radiol.* 1993 Feb;16(2):126-30.

¹³⁰ Fitzgerald SW, Remer EM, Friedman H, Rogers LF, Hendrix RW, Chafer MF. MR evaluation of the anterior cruciate ligament: value of supplementing sagittal images with coronal and axial images. *AJR Am J Roentgenol.* 1993 Jun; 160(6):1233-7.

-
- ¹³¹ Chieng PU, Chan WP, Huang KM, Chang H, Djukic S, Genant HK. Concomitant occurrence of subchondral cyst and ruptured anterior cruciate ligament at knee joint: new findings by MRI. *J Formosan Med Assoc.* 1991;90:388-91.
- ¹³² Poleksić Lj, Milankov M, Prvulović M. Magnetna rezonanca kod sportske traume kolena. IV međunarodno savetovanje. Novi Sad; 1996. p. 9.
- ¹³³ Marks PH, Goldenberg JA, Vezina WC, Chamberlain MJ, Vellet AD, Fowler PJ. Subchondral bone infractions in acute ligamentous knee injuries demonstrated on bone scintigraphy and magnetic resonance imaging. *J Nucl Med.* 1992 Apr;33(4):516-20.
- ¹³⁴ Kaplan PA, Walker CW, Kilcoyne RF, Brown DE, Tusek D, Dussault RG. Occult fracture patterns of the knee associated with anterior cruciate ligament tears: assessment with MR imaging. *Radiology.* 1992 Jun;183(3):835-8.
- ¹³⁵ Nawata K, Teshima R, Suzuki T. Osseous lesions associated with anterior cruciate ligament injuries. Assessment by magnetic resonance imaging at various periods after injuries. *Acta Orthop Trauma Surg.* 1993;113(1):1-4.
- ¹³⁶ Ihara H. Double-contrast CT arthrography of the cruciate ligaments. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi.* 1991 Aug;65(8):477-87.
- ¹³⁷ Maitland ME, Lowe R, Stewart S, Fung T, Bell GD. Does Cybex testing increase knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction? *Am J Sport Med.* 1993 Sep;21(5):690-5.
- ¹³⁸ Segawa H, Omori G, Koga Y, Kameo T, Iida S, Tanaka M. Rotational muscle strength of the limb after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendon. *Arthroscopy.* 2002 Feb;18(2):177-82.
- ¹³⁹ Feller J, Hoser C, Webster K. EMG biofeedback assisted KT-1000 evaluation of anterior tibial displacement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(3):132-6.

¹⁴⁰ Ladero F, Maestro A. Comparative study of two systems to measure ACL laxity. *Rev Orthop Traumatol.* 2006;50: 263-7.

¹⁴¹ Gachter A. The various faces of anterior cruciate ligaments tears during arthroscopic examination. In: Jakob RP, Staubli HU, editors. *The knee and the cruciate ligament.* Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 190-2.

¹⁴² Cook GJ, Ryan PJ, Clarke SE, Fogelman I. SPECT bone scintigraphy of anterior cruciate ligament injury. *J Nucl Med.* 1996 Aug;37(8):1353-6.

¹⁴³ Fu FH, Shen W, Starman JS, Okeke N, Irrgang JJ. Primary anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary 2-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2008 Jul;36(7):1263-74.

¹⁴⁴ Fink C, Hoser C, Bemedetto RP, Hackl W, Gabl M. Long-term outcome of conservative or surgical therapy of anterior cruciate ligament rupture. *Unfallchirurg.* 1996 Dec;99(12):964-9.

¹⁴⁵ Anderson AC. Knee laxity and function after conservative treatment of anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Int J Sport Med.* 1993 Apr;14(3):150-3.

¹⁴⁶ Seitz H, Chrysopoulos A, Egkher E, Mousavi M. Long-term results of replacement of the anterior cruciate ligament in comparison with conservative therapy. *Chirurg.* 1994 Nov;65(11):992-8.

¹⁴⁷ Kannus P, Jarvinen M. Long-term prognosis of conservatively treated acute knee ligament injuries in competitive and spare time sportsmen. *Int J Sports Med.* 1987 Oct;8(5):348-51.

¹⁴⁸ Lehnert M, Eisenschenk A, Zellner A. Results of conservative treatment of partial tears of the anterior cruciate ligament. *Int Orthop.* 1993;17(4):219-23.

-
- ¹⁴⁹ Muller W. Treatment of acute tears. In: Jakob RP, Staubli HU, editors. The knee and cruciate ligaments. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 279-88.
- ¹⁵⁰ Holzach P, Matter P. Complex internal knee lesions-diagnosis, indications and timing. *Ther Umsch.* 1993 Jul;50(7): 500-8.
- ¹⁵¹ Wirth CJ. Indications for the operative and conservative treatment of cruciate ligament injuries. In: Jakob RP, Staubli HU, editors. The knee and the cruciate ligaments. Berlin: Springer-Verlag; 1992. p. 266-70.
- ¹⁵² Clancy WG Jr, Narechania RG, Rosenberg TD, Gmeiner JG, Wisnefske DD, Lange TA. Anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in Rhesus monkeys. *J Bone Joint Surg Am.* 1981 Oct;63(8):1270-84.
- ¹⁵³ O'Neill DB. Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Jun;78(6):803-13.
- ¹⁵⁴ Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G. Patellofemoral problems after intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(288):195-204.
- ¹⁵⁵ Herrington L, Wrapson C, Matthews M, Matthews H. Anterior cruciate ligament reconstruction, hamstring versus bone-patellar tendon-bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery. *Knee.* 2005 Jan;12(1):41-50.
- ¹⁵⁶ Miller SL, Gladstone JN. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am.* 2002 Oct;33(4):675-83.
- ¹⁵⁷ Arnozky SP, Tarvin GB, Marschall JL. Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. An evaluation of graft revascularisation in the dog. *J Bone Joint Surg Am.* 1982 Feb;64(2):217-24.

¹⁵⁸ Noyes FR, Barber-Westin SD. A comparison of results in acute and chronic anterior cruciate ligament ruptures of arthroscopically assisted autogenous patellar tendon reconstructions. *Am J Sport Med.* 1997 Jul;25(4):460-71.

¹⁵⁹ Riel KA, Bernett P. Long-term follow up of anterior cruciate ligament reconstruction using autologous tendon graft augmented with alloplasty (Kennedy LAD). *Chirurg.* 1990 Nov;61(11):808-14.

¹⁶⁰ Mitsou A, Vallianatos P. Reconstructions of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon autograft. A long term follow up. *Int Orthop.* 1996;20(5):285-9.

¹⁶¹ Papadopoulos D, Efstathiou P, Iliadis A, Antonogiannakis E. Anterior cruciate ligament replacement using part of the patellar tendon as a free graft. *Bull Hosp Jt Dis.* 1996;55(1):33-5.

¹⁶² Rackemann S, Robinson A, Dandy DJ. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with an intra-articular patellar tendon graft and an extra-articular tenodesis. Results after six years. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 May;73(3):368-73.

¹⁶³ Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Pisaneschi A, Zaccherotti G. Reconstruction of the chronically lax anterior cruciate ligament using the middle third of the patellar tendon. A 3-9 year follow-up. *Ital J Orthop Traumatol.* 1991 Dec;17(4):479-90.

¹⁶⁴ Howe JG, Johnson RJ, Kaplan MJ, Fleming B, Jarvinen M. Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps patellar tendon graft. Part I: Long-term follow-up. *Am J Sports Med.* 1991 Sep-Oct;19(5):447-57.

¹⁶⁵ O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, Panariello R, Wickiewicz TL. Reconstruction of chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of patellar ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1998 Feb;73(2):278-86.

-
- ¹⁶⁶ Clayton RA, Court-Brown CM. The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. *Injury*. 2008 Dec;39(12):1338-44.
- ¹⁶⁷ Natri A, Jarvinen M, Lehto M, Kannus P. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament: long-term results of the Eriksson procedure. *Int Orthop*. 1996;20:28-31.
- ¹⁶⁸ Aglietti P, Buzzi R, D'Adria S, Zaccherotti G. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. *Arthroscopy*. 1992;8(4):510-6.
- ¹⁶⁹ Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF. Patellofemoral problems after cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 1989 Nov-Dec;17(6):760-5.
- ¹⁷⁰ Yasuda K, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Quantitative evaluation of the knee instability and muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar and quadriceps tendon. *Am J Sports Med*. 1992 Jul-Aug;20(4):471-5.
- ¹⁷¹ Rubinstein RA Jr, Shelbourne KD, VanMeter CD, McCarroll JC, Retting AC. Isolated autogenous bone-patellar tendon-bone graft site morbidity. *Am J Sports Med*. 1994 May-Jun;22(3):324-7.
- ¹⁷² Passler JM, Schippinger G, Schweighofer F, Fellingner M, Seibert FJ. Complications in 283 cruciate ligament replacement operations with free patellar tendon transplantation. *Unfallchirurgie*. 1995 Oct;21(5):240-6.
- ¹⁷³ Marzo JM, Bowen MK, Warren RF, Wickiewicz TL, Altchek DW. Intraarticular fibrous nodules as a cause of loss of extension following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 1992;8(1):10-8.
- ¹⁷⁴ Jackson DW, Schaefer RK. Cyclops syndrome: loss of extension following intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 1990;6(3):171-8.

¹⁷⁵ Kleipool AE, van Loon T, Marti RK. Pain after use of the central third of the patellar tendon for cruciate ligament reconstruction. 33 patients followed 2-3 years. *Acta Orthop Scand*. 1994 Feb;65(1):62-6.

¹⁷⁶ Berg EE. Management of patella fractures associated with central third bone-patellar tendon-bone autograft ACL reconstructions. *Arthroscopy*. 1996 Dec;12(6):756-9.

¹⁷⁷ Bonatus TJ, Alexander AH. Patellar fracture and avulsion of the patellar ligament complicating arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Rev*. 1991 Sep;20(9):770-4.

¹⁷⁸ Brulhart KB, Sartoretti C, Roggo A, Kossman T, Duff C, Trentz O. Rupture of the patellar ligament at the tibial tuberositas as a complication following reconstruction of the cruciate ligament. *Unfallchirurg*. 1993 Jul;96(7):387-9.

¹⁷⁹ Wallenbock E. Rupture of the patellar ligament-a late complication after removal of a bone-tendon-bone transplant as a cruciate ligament replacement. *Langenbecks Arch Chir*. 1993;378(6):339-40.

¹⁸⁰ Johnson DL, Either DB, Vanarthos WJ. Herniation of the patellar fat pad through the patellar tendon defect after autologous bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. A case report. *Am J Sports Med*. 1996 Mar-Apr;24(2):201-4.

¹⁸¹ Sgaglione NA, Del Pizzo W, Fox JM, Friedman MJ, Snyder SJ, Ferkel RD. Arthroscopic-assisted anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon: comparison of results with and without braided polypropylene augmentation. *Arthroscopy*. 1992;8(1):65-77.

¹⁸² Meystre JL. Use of the semitendinosus tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. In: Jakob RP, Staubli HU, editors. *The knee and the cruciate ligaments*. Berlin: Springer-Verlag; 2011. p. 376-83.

¹⁸³ Simonian PT, Harrison SD, Cooley VJ, Escabedo EM, Deneka DA, Larson RV. Assessment of morbidity of semitendinosus and gracilis tendon harvest for ACL reconstruction. *Am J Knee Surg.* 1997 Spring;10(2):54-9.

¹⁸⁴ Aglietti P, Buzzi R, Menchetti PM, Giron F. Arthroscopically assisted semitendinosus and gracilis tendon graft in reconstruction for acute anterior cruciate ligament injuries in athletes. *Am J Sports Med.* 1996 Nov-Dec;24(6):726-31.

¹⁸⁵ Brown CH Jr, Steiner ME, Carson EW. The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. Technique and results. *Clin Sports Med.* 1993 Oct;12(4):723-56.

¹⁸⁶ Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med.* 1995 Nov-Dec;23(6):706-14.

¹⁸⁷ Seo JG, Cho DY, Kim KY. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with Achilles tendon autograft. *Orthopedics.* 1993 Jun;16(6):719-24.

¹⁸⁸ Grontvedt T, Engebretsen L, Bredland T. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone grafts with and without augmentation. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Br.* 1996 Sep;78(5):817-22.

¹⁸⁹ Thuresson P, Sandberg R, Johansson Q, Balkfors B, Westlin N. Anterior cruciate ligament reconstruction with the patellar tendon – augmentation or not? A 2-year follow-up of 82 patients. *Scand J Med Sci Spor.* 1996 Aug;6(4):247-54.

¹⁹⁰ Fulkerson JP, Langeland R. An alternative cruciate reconstruction graft: the central quadriceps tendon. *Arthroscopy.* 1995 Apr;11(2):252-4.

¹⁹¹ Cole DW, Ginn TA, Chen GJ, Smith BP, Curl WW, Martin DF, et al. Cost comparison of anterior cruciate ligament reconstruction: autograft versus allograft. *Arthroscopy*. 2005 Jul;21(7):786-90.

¹⁹² Shapiro MS, Freedman EL. Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocation. *Am J Sports Med*. 1995 Sep-Oct;23(5):580-7.

¹⁹³ Stringham DR, Pelmas CJ, Burks RT, Newman AP, Marcus RL. Comparison of anterior cruciate ligament reconstructions using patellar tendon autograft or allograft. *Arthroscopy*. 1996 Aug;12(4):414-21.

¹⁹⁴ Levitt RL, Malinin T, Posada A, Michalow A. Reconstruction of anterior cruciate ligament with bone-patellar tendon-bone and Achilles tendon allografts. *Clin Orthop Relat Res*. 1994 Jun;(303):67-78.

¹⁹⁵ Barber FA, Aziz-Jacobo J, Oro FB. Anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon allograft: an age-dependent outcome evaluation. *Arthroscopy*. 2010 Apr;26(4):488-93.

¹⁹⁶ Langar F, Gross AE, West M, Urovitz EP. The immunogenicity of allograft knee joint transplants. *Clin Orthop Relat Res*. 1978;(132):155-61.

¹⁹⁷ Meyers MH, Chatterjee SN. Osteochondral transplantation. *Surg Clin North Am*. 1978 Apr;58(8):429-55.

¹⁹⁸ Prokopis PM, Schepisis AA. Allograft use in ACL reconstruction. *The Knee*. 1999 Apr;6(2):75-85.

¹⁹⁹ Veen MR, Rietveld DC, Bloem RM. The use of allogenic bone and tendon tissue from central bone bank. *Ned Tijdschr Geneesk*. 1991 Oct;135(43):2028-32.

-
- ²⁰⁰ Center for Disease Control and Prevention (CDC). Invasive *Streptococcus pyogenes* after allograft implantation— Colorado, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2003 Dec;52(48):1174-6.
- ²⁰¹ Poehling GG, Curl WW, Lee CA, Ginn TA, Rushing JT, Naughton MJ, et al. Analysis of outcomes of anterior cruciate ligament repair with 5-year follow-up: allograft versus autograft. *Arthroscopy.* 2005 Jul;21(7):774-85.
- ²⁰² Shelbourne KD, Wilckens JH. Current concepts in anterior cruciate ligament rehabilitation. *Orthop Rev.* 1990 Nov;9(11):957-64.
- ²⁰³ Tegner Y, Lysholm J, Odensten M, Gillquist J. Evaluation of cruciate ligament injuries. A review. *Acta Orthop Scand.* 1988 Jun;59(3):336-41.
- ²⁰⁴ Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982 May-Jun;10(3):150-4.
- ²⁰⁵ Risberg MA, Holm I, Steen H, Beynnon BD. Sensitivity to changes over time for the IKDC form, the Lysholm score, and Cincinnati knee score. A prospective study of 120 ACL reconstructed patients with a 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(3):152-9.
- ²⁰⁶ Hefti F, Muller W, Jakob RP, Staubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1993;1(3-4):226-34.
- ²⁰⁷ Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(2):107-14.
- ²⁰⁸ Milankov M, Kecojević V, Stanković M, Pejić D, Miljković N. Measurement of knee instability: A new version of rolimeter. *Acta Orthop Traum Hell.* 2002;53:88-92.

- ²⁰⁹ Noyes FR, Barber-Westin SD. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: report of 11-year experience and results in 114 consecutive patients. *Instr Course Lect.* 2001;50:451-61.
- ²¹⁰ Harner CD, Olson E, Irrgang JJ, Silverstein S, Fu FH, Silbey M. Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Mar;(324):134-44.
- ²¹¹ Vergis A, Gilquist J. Graft failure in intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions: a review of the literature. *Arthroscopy.* 1995 Jun;11(3):312-21.
- ²¹² Hewett TE, Di Stasi SL, Myer GD. Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2013 Jan;41(1):216-24.
- ²¹³ Lind M, Menhert F, Pedersen AB. Incidence and outcome after revision anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish registry for knee ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2012 Jul;40(7):1551-7.
- ²¹⁴ MARS Group, Wright RW, Huston LJ, Spindler KP, Dunn WR, Haas AK, Allen CR, et al. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med.* 2010 Oct;38(10):1979-86.
- ²¹⁵ Wright RW, Spindler KP, Huston LJ, Amendola A, Andrich JT, Brophy R, et al. Revision ACL reconstruction outcomes-MOON cohort. *J Knee Surg.* 2011 Dec;24(4):289-94.
- ²¹⁶ Brown CH, Jr. Revision ACL Surgery [cited 2016 Mar 22]. Available from: https://www.isakos.com/data/abstractpresentations/ForumI%5C2015-06-11%5C0730-SectionID1014%5C0730-Brown,Jr%5COUTLINE_EVENT_8482_MEMBER_ID_1205.pdf
- ²¹⁷ Milankov M, Miličić A, Savić D, Stanković M, Ninković S, Matijević R, et al. Ponovna rekonstrukcija prednjeg ukrštenog ligamenta zbog nestabilnosti kolena. *Med Pregl.* 2007;60(11-12):587-92.

- ²¹⁸ Chhabra A, Diduch DR, Blessey PB, Miller MD. Recreating an acceptable angle of tibial tunnel in the coronal plane in anterior cruciate ligament reconstruction using external landmarks. *Arthroscopy*. 2004 Mar;20(3):328-30.
- ²¹⁹ Howell SM, Taylor MA. Failure of reconstruction of the anterior cruciate ligament due to impingement by the intercondylar roof. *J Bone Joint Surg Am*. 1993 Jul;75(7):1044-55.
- ²²⁰ Simmons R, Howell SM, Hull ML. Effect of the angle of the femoral and tibial tunnels in the coronal plane and incremental excision of the posterior cruciate ligament on tension of an anterior cruciate ligament graft: an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 Jun;85-A(6):1018-29.
- ²²¹ Muneta T, Yamamoto H, Ishibashi T, Asahina S, Murakami S, Furuya K. The effect of tibial tunnel placement and roofplasty on reconstruction anterior ligament knees. *Arthroscopy*. 1995 Feb;11(1):57-62.
- ²²² Gertel TH, Lew WD, Lewis JL, Stewart NJ, Hunter RE. Effect of the anterior cruciate ligament graft tensioning direction, magnitude, and flexion angle on knee biomechanics. *Am J Sports Med*. 1993 Jul-Aug;21(4):572-81.
- ²²³ Schabus R, Fuchs M, Kwasny O. The effect of ACL graft pre-load on the static pressure distribution in the knee joint. *Orthop Trans*. 1990;14:431-2.
- ²²⁴ Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1998;6 Suppl 1:S2-12.
- ²²⁵ Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF. Tendon healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg Am*. 1993 Dec;75(12):1795-803.

-
- ²²⁶ Steiner ME, Hecker AT, Brown CH Jr, Hayes WC. Anterior cruciate ligament graft fixation. Comparison of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med.* 1994 Mar-Apr;22(2):240-6.
- ²²⁷ Matthews LS, Soffer SR. Pitfalls in the use of interference screws for anterior cruciate ligament reconstruction: brief report. *Arthroscopy.* 1989;5(3):225-6.
- ²²⁸ Milankov M, Stankovic M, Miljkovic N. Protection of the bone-tendon-bone graft during anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005 May;125(4):288-90.
- ²²⁹ Corsetti JR, Jackson DW. Failure of anterior cruciate ligament reconstruction: the biological basis. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Apr;(325):42-9.
- ²³⁰ Greis PE, Steadman JR. Revision of failed prosthetic anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Apr;(325):78-90.
- ²³¹ Chang SK, Egami DK, Shaieb MD, Kan DM, Richardson AB. Anterior cruciate ligament reconstruction: allograft versus autograft. *Arthroscopy.* 2003 May-Jun;19(5):453-62.
- ²³² Al-Hadithy N, Dodds AL, Akhtar KSN, Gupte CM. Current concepts of the management of anterior cruciate ligament injuries in children. *Bone Joint J.* 2013 Oct;95-B:1562-9.
- ²³³ Barber FA, Elrod BF, McGuire DA, Paulos LE. Is an anterior cruciate ligament reconstruction outcome age dependent? *Arthroscopy.* 1996 Dec;12(6):720-5.
- ²³⁴ Miller MD, Col MC, Sullivan RT, Capt MC. Anterior cruciate ligament reconstruction in an 84-year-old man. *Arthroscopy.* 2001 Jan;17(1):70-2.
- ²³⁵ Webster KE, Feller JA, Leigh WB, Richmong AK. Younger patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2014 Mar;42(3):641-7.

- ²³⁶ Paterno MV. Incidence and predictors of second anterior cruciate ligament injury after primary reconstruction and return to sport. *J Athl Train*. 2015 Sep 4;50(10):000-000. [Epub ahead of print].
- ²³⁷ Allen CR, Giffin JR, Harner CD. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am*. 2003 Jan;34(1):79-98.
- ²³⁸ Noyes FR, Barber-Westin SD. Revision anterior cruciate surgery with use of bone-patellar tendon-bone autogenous grafts. *J Bone Joint Surg Am*. 2001 Aug;83-A(8):1131-43.
- ²³⁹ Battaglia TC, Miller MD. Management of bone deficiency in revision anterior cruciate ligament reconstruction using allograft bone dowels: surgical technique. *Arthroscopy*. 2005 Jun;21(6):767.
- ²⁴⁰ Ferrari JD, Bach BR Jr, Bush-Joseph CA, Wang T, Bojchuk J. Anterior cruciate ligament reconstruction in men and women: An outcome analysis comparing gender. *Arthroscopy*. 2001;17(6):588-96.
- ²⁴¹ Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynnon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*. 2008;42:394-412.
- ²⁴² Arendt EA, Bershadsky B, Agel J. Periodicity of noncontact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. *J Gend Specif Med*. 2002 Mar-Apr;5(2):19-26.
- ²⁴³ Pappas E, Carpes FP. Lower extremity kinematic asymmetry in male and female athletes performing jump-landing tasks. *J Sci Med Sport*. 2012 Jan;15(1):87-92.

-
- ²⁴⁴ Ryan J, Magnussen RA, Cox CL, Hurbanek JG, Flanigan DC, Kaeding CC. ACL reconstruction: do outcomes differ by sex? A systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Mar 19;96(6):507-12.
- ²⁴⁵ Tan SH, Lau BP, Khin LW, Lingaraj K. The importance of patient sex in the outcomes of anterior cruciate ligament reconstructions-a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016 Jan;44(1):242-54.
- ²⁴⁶ Webb JM, Corry IS, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Endoscopic reconstruction for isolated anterior cruciate ligament rupture. *J Bone Joint Surg Br.* 1998 Mar;80(2):288-94.
- ²⁴⁷ Thomas S, Bhattacharya R, Saltikov JB, Kramer DJ. Influence of anthropometric features on graft diameter in ACL reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;133(2):215-8.
- ²⁴⁸ Bowers AL, Spindler KP, McCarty, Arrigain S. Height, weight, and BMI predict intra-articular injuries observed during ACL reconstruction: evaluation of 456 cases from a prospective ACL database. *Clin J Sport Med.* 2005 Jan;15(1):9-13.
- ²⁴⁹ Andernord D, Desai N, Björnsson H, Ylander M, Karlsson J, Samuelsson K. Patient predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 16,930 patients with 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2015 Jan;43(1):121-7.
- ²⁵⁰ Fok AWM, Yau WP. Anterior cruciate ligament tear in Hong Kong Chinese patients. *Hong Kong Med J.* 2015;20(2):131-5.
- ²⁵¹ Stijak L, Radonjić V, Nikolić V, Blagojević Z, Herzog RF. The position of anterior cruciate ligament in frontal and sagittal plane and its relation to the inner side of the lateral femoral condyle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Aug;17(8):887-94.

-
- ²⁵² Bach BR, Tradonsky S, Bojchuk J, Levy ME, Bush-Joseph CA, Khan NH. Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft. Five-to nine-year follow-up evaluation. *Am J Sports Med.* 1998 Jan;26(1):20-9.
- ²⁵³ Laxdal G, Kartus J, Ejerhed L, Sernert N, Magnusson L, Faxén E, et al. Outcome and risk factors after anterior cruciate ligament reconstruction: a follow-up study of 948 patients. *Arthroscopy.* 2005 Aug;21(8):958-64.
- ²⁵⁴ Magnussen RA, Pedroza AD, Donaldson CT, Flanigan DC, Kaeding CC. Time from ACL injury to reconstruction and the prevalence of additional intra-articular pathology: is patient age an important factor? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013 Sep;21(9):2029-34.
- ²⁵⁵ Fältström A, Hägglund M, Magnusson H, Forsblad M, Kvist J. Predictors for additional anterior cruciate ligament reconstruction: data from the Swedish national ACL register. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Mar;24(3):885-94.
- ²⁵⁶ Urabe Y, Iwamoto H, Koshida S, Tanaka K, Kotaro M, Ochi M. Does laterality exist in ACL injury prevalence in alpine skiers? *J ASTM Int.* 2008 Nov;5(10):1-7.
- ²⁵⁷ Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Samani J, et al. Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Sep;84-A(9):1503-13.
- ²⁵⁸ Milankov M, Miljkovic N. A new positioning device for precise femoral insertion of the anterior cruciate ligament autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(3):149-53.
- ²⁵⁹ Rochcongar P, Laboute E, Jan J, Carling C. Ruptures of the anterior cruciate ligament in soccer. *Int J Sports Med.* 2009 May; 30(5):372-8.
- ²⁶⁰ Brophy R, Silvers HC, Gonzales T, Mandelbaum BR. Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *Br J Sports Med.* 2010 Aug;44(10):694-7.

²⁶¹ Dargel J, Pohl P, Tzikaras P, Koebke J. Morphometric side-to-side differences in human cruciate ligament insertions. *Surg Radiol Anat.* 2006 Aug;28(4):398-402.

²⁶² Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics.* 2000 Jun;23(6):573-8.

²⁶³ Micheo W, Hernandez L, Seda C. Evaluation, management, rehabilitation and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. *PM R.* 2010 Oct;2(10):935-44.

²⁶⁴ Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med.* 2005 Apr;33(4):524-30.

²⁶⁵ Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management and prevention. *Am Fam Physician.* 2010 Oct;82(8):917-22.

²⁶⁶ Moisala AS, Järvelä T, Harilainen A, Sandelin J, Kannus P, Järvinen M. The effect of graft placement on the clinical outcome of the anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007 Jul;15(7):879-87.

²⁶⁷ Cerabona F, Sherman MF, Bonamo JR, Sklar J. Patterns of meniscal injury with acute anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med.* 1988 Nov-Dec;16(6):603-9.

²⁶⁸ Binfield PM, Maffulli N, King JB. Patterns of meniscal tears associated with anterior cruciate ligament lesions in athletes. *Injury.* 1993 Sep;24(8):557-61.

²⁶⁹ Schmitz MA, Rouse LM Jr, DeHaven KE. The management of meniscal tears in the ACL-deficient knee. *Clin Sports Med.* 1996 Jul;15(3):573-93.

-
- ²⁷⁰ Konrads C, Reppenhagen S, Plumhoff P, Hoberg M, Rudert M, Barthel T. No significant difference in clinical outcome and knee stability between patellar tendon and semitendinosus tendon in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016 Jan 2 [Epub ahead of print].
- ²⁷¹ Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Bone-patellar ligament-bone and fascia lata allografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1990 Sep;72(8):1125-36.
- ²⁷² Hugstone JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Clasification of knee ligament instabilities. Part I: The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am.* 1976 Mar;58(2):159-79.
- ²⁷³ Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective knee evaluation form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res.* 2011 Nov;63 Suppl 11:S208-28.
- ²⁷⁴ Wera JC, Nyland J, Ghazi C, MacKinlay KG, Henzman RC, Givens J, et al. International knee documentation committee knee survey use after anterior cruciate ligament reconstruction: a 2005-2012 systematic review and world region comparison. *Arthroscopy.* 2014 Nov;30(11):1505-12.
- ²⁷⁵ Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6(2):107-14.
- ²⁷⁶ Järvelä T, Kannus P, Latvala K, Järvinen M. Simple measurements in assessing muscle performance after and ACL reconstruction. *Int J Sports Med.* 2002 Apr;23(3):196-201.

-
- ²⁷⁷ Wright RW, Gill CS, Chen L, Brophy RH, Matava MJ, Smith MV, et al. Outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am*. 2012 Mar 21;94(6):531-6.
- ²⁷⁸ Johnson WR, Makani A, Wall AJ, Hosseini A, Hampilos P, Li G, et al. Patient outcomes and predictors of success after revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2015 Oct 27;3(10):2325967115611660.
- ²⁷⁹ Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*. 2009 May;37(5):890-7.
- ²⁸⁰ Khalfayan EE, Sharkey PF, Alexander AH, Bruckner JD, Bynum EB. The relationship between tunnel placement and clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 1996 May-Jun;24(3):335-41.
- ²⁸¹ Ruiz AL, Kelly M, Nutton RW. Arthroscopic ACL reconstruction: a 5-9 year follow-up. *Knee*. 2002 Sep;9(3):197-200.
- ²⁸² Colosimo AJ, Heidt RS Jr, Traub JA, Carlonas RL. Revision anterior cruciate ligament reconstruction with a reharvested ipsilateral patellar tendon. *Am J Sports Med*. 2001 Nov-Dec;29(6):746-50.
- ²⁸³ Fox JA, Pierce M, Bojchuk J, Hayden J, Bush-Joseph CA, Bach BR Jr. Revision anterior cruciate ligament reconstruction with nonirradiated fresh-frozen patellar tendon allograft. *Arthroscopy*. 2004 Oct;20(8):787-94.
- ²⁸⁴ Ferreti A, Conteduca F, Monaco E, De Carli A, D'Arrigo C. Revision anterior cruciate ligament reconstruction with doubled semitendinosus and gracilis tendons and lateral extra-articular reconstruction. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Sep;89 Suppl 2 Pt.2:196-213.

²⁸⁵ Higuchi H, Terauchi M, Kimura M, Kobayashi A, Takeda M, Watanabe H, et al. The relation between static and dynamic knee stability after ACL reconstruction. *Acta Orthop Belg.* 2003 Jun;69(3):257-66.

²⁸⁶ Wright RW, Gill CS, Chen L, Brophy RH, Matava MJ, Smith MV, et al. Outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2012 Mar;94(6):531-6.

²⁸⁷ Glasgow SG, Gabriel JP, Sapega AA, Glasgow MT, Torg JS. The effect of early versus late return to vigorous activities on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 1993 Mar-Apr;21(2):243-8.

²⁸⁸ Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med.* 2014 Jul;42(7):1567-73.

²⁸⁹ Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016 Jan 15. pii: 0363546515621554. [Epub ahead of print]

²⁹⁰ Anand BS, Feller JA, Richmond AK, Webster KE. Return-to-sport outcomes after revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2016 Mar;44(3):580-4.

²⁹¹ Wetzler MJ, Getelman MH, Friedman MJ, Bartolozzi AR. Revision anterior cruciate ligament surgery: etiology of failures. *Oper Techn Sport Med.* 1998 Apr;6(2):64-70.

²⁹² Schepsis A, Getelman M, Zimmer J. Revision ACL reconstruction: autograft vs allograft. Presented at Arthroscopy Association of North America: Annual Meeting; 1995 May 4-7; San Francisco, CA.

²⁹³ Getelman MH, Friedman MJ. Revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999 May-Jun;7(3):189-98.

²⁹⁴ Wojtys EM, editor. *The ACL deficient knee.* Rosemont, Ill, American Association of Orthopaedic Surgeons. 1994. p. 65, 92-101.

²⁹⁵ Petsche TS, Hutchinson MR. Loss of extension after ACL reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999 Mar-Apr;7(2):119-27.

²⁹⁶ Wolf RS, Lemak LJ. Revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *J South Orthop Assoc.* 2002 Spring;11(1):25-32.

²⁹⁷ Milojević Z, Tabaković S, Vićević M, Obradović M, Vranješ M, Milankov M. Analiza površine otvora tunela na golenjači prilikom rekonstrukcije prednjeg ukrštenog ligamenta. *Med Pregl.* [Epub ahead of print]

²⁹⁸ Kopf S, Martin DE, Tashman S, Fu FH. Effect of tibial drill angles on bone tunnel aperture during anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2010 Apr;92(4):871-81.

²⁹⁹ Sadoghi P, Kröpfl A, Jansson V, Müller PE, Pietschmann MF, Fischmeister MF. Impact of tibial and femoral tunnel position on clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2011 Mar;27(3):355-64.

³⁰⁰ Bedi A, Maak T, Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, et al. Effect of tibial tunnel position on stability of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction is the tibial tunnel position most important? *Am J Sports Med.* 2011 Feb;39(2):366-73.

³⁰¹ Siebold R. The concept of complete footprint restoration with guidelines for single-and double-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 May;19(5):699-706.

³⁰² Rabuck SJ, Middleton KK, Maeda S, Fujimaki Y, Muller B, Araujo PH, et al. Individualized anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2012 Mar 3;1(1):e23-9.

³⁰³ Ferretti M., Doca D., Ingham S.M., Cohen M., Fu F.H. Bony and soft tissue landmarks of the ACL tibial insertion site: an anatomical study *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* DOI 10.1007/s00167-011-1592-z

³⁰⁴ Siebold R, Schuhmacher P, Fernandez F, Smigielski R, Fink C, Brehmer A, et al. Flat midsubstance of the anterior cruciate ligament with tibial “C”-shaped insertion site. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Nov; 23(11):3136-42.

³⁰⁵ Iriuchishima T, Ryu K, Aizawa S, Fu FH. Proportional evaluation of anterior cruciate ligament footprint size and knee bony morphology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Nov;23(11):3157-62.

³⁰⁶ Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks, and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy.* 2008 Feb;24(2):154-61.

³⁰⁷ Iriuchishima T, Ryu K, Aizawa S, Fu FH. Proportional evaluation of anterior cruciate ligament footprint size and knee bony morphology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Nov;23(11):3157-62.

³⁰⁸ Bhatia S, Korth K, Van Thiel GS, Gupta D, Cole BJ, Bach BR Jr, et al. Effect of tibial tunnel diameter on anatomic femoral tunnel placement in transtibial endoscopic single bundle ACL reconstruction [cited 2016 Mar 22]. Available from: <http://www.orthoillinois.com/wp-content/uploads/2012/07/ACL-Reconstruction-with-Different-Size-Tibial-Reamers.pdf>

³⁰⁹ Kopf S, Pombo MW, Szczodry M, Irrgang JJ, Fu FH. Size variability of the human anterior cruciate ligament insertion sites. *Am J Sports Med.* 2011 Jan;39(1):108-13.

³¹⁰ Murawski CD, Chen AF, Fu FH. Radiographic femoral bicondylar width predicts anterior cruciate ligament insertion site sizes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Nov 26. [Epub ahead of print].