

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а мр Лазар Стијак

број уписа

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Испитивање спољашњих и унутрашњих фактора значајних за повреду предње
укрштене везе зглоба колена у спортски активној популацији

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 20. 04. 2012. године



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Лазар Стијак

Број уписа _____

Студијски програм Анатомија

Испитивање спољашњих и унутрашњих фактора значајних за повреду
Наслов рада предње укрштене везе зглоба колена у спортеки активној популацији

Ментор Проф. др Валентина Николић

Потписани мр Лазар Стијак

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 20. 04. 2012. године



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Испитивање спољашњих и унутрашњих фактора значајних за повреду предње
укрштене везе зглоба колена у спортски активној популацији

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 20. 04. 2012. године

Потпис докторанда



**UNIVERZITET U BEOGRADU
MEDICINSKI FAKULTET**

Lazar M. Stijak

**ISPITIVANJE SPOLJAŠNJIH I
UNUTRAŠNJIH FAKTORA ZNAČAJNIH
ZA POVREDU PREDNJE UKRŠTENE
VEZE ZGLOBA KOLENA U SPORTSKI
AKTIVNOJ POPULACIJI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Beograd, 2012.

**UNIVERSITY OF BELGRADE
SCHOOL OF MEDICINE**

Lazar M. Stijak

**STUDY OF THE EXTERNAL AND
INTERNAL FACTORS SIGNIFICANT
FOR INJURY OF THE ANTERIOR
CRUCIATE LIGAMENT OF THE KNEE
JOINT AMONGST ATHLETES**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012.

Mentor: Prof. dr Valentina Nikolić Bećirović

Članovi komisije: Prof. dr Marko Bumbaširević, redovni profesor
Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu
Doc. dr Miloš Mališ, docent Medicinskog fakulteta,
Univerziteta u Beogradu
Prof. dr Dinka Mucić, redovni profesor Stomatološkog
fakulteta, Univerziteta u Beogradu

Datum odbrane: 2012.

Ispitivanje spoljašnjih i unutrašnjih faktora značajnih za povredu prednje ukrštene veze zgloba kolena u sportski aktivnoj populaciji

.....spruzi Gordani, sinu Jovanu, kćerki Zorici...

Ovom prilikom želim da se zahvalim svom mentoru, Prof. dr Valentini Nikolić na nesebičnoj pomoći prilikom izrade disertacije.

Veliku zahvalnost dugujem osoblju Instituta za ortopedsko traumatske bolesti kliničkog centra Srbije i osoblju centra za magnetnu rezonancu kliničkog centra Srbije na pomoći oko prikupljanja podataka za izradu doktorske disertacije.

Zahvaljujem se Prof dr. Nataši Petronijević i osoblju biohemijske laboratorije na pomoći i podršci pomoći prilikom ELISA testa .

Na kraju, želim da se zahvalim na podršci i pomoći svima zaposlenima na Institutu za Anatomiju.

SAŽETAK

Anatomski faktori koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze mogu se svrstati u dve grupe: unutrašnji faktori i faktori spoljašnje sredine. Unutrašnji faktori mogu biti anatomske, neuromuskularne i hormonalne. Uska međukondilarna jama, velik ugao zadnjeg tibijalnog nagiba, vertikalna LCA u frontalnoj ravni, povećana labavost zglobova i loše oslanjanje prilikom doskoka samo su neki od faktora koji mogu uticati na rupturu prednje ukrštene veze. Uzimajući u obzir podatke iz literature ne može se doneti jedinstven stav o ulozi ovih faktora u povređivanju, jer rezultati istraživanja često ne potvrđuju njihov uticaj na povređivanje prednje ukrštene veze. Ciljevi ove doktorske disertacije su: određivanje faktora rizika koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze kolena, njihovo stepenovanje i određivanje statističke verovatnoće povređivanja prednje ukrštene veze kolena. U ovoj studiji su formirane dve grupe pacijenata sa po 41 pacijentom (29 muškaraca i 12 žena unutar svake grupe). Ispitivanu grupu su činili pacijenti sa rupturom LCA. Kontrolnu grupu su činili pacijenti sa distorzijom zgloba kolena ali bez rupture LCA. Ovi pacijenti su upareni prema profesionalitetu i vrsti sporta, polu, godinama i strani tela. Pratili smo 77 faktora za koje smo pretpostavili da mogu uticati na rupturu LCA. Merjenja pojedinih parametara su vršena direktno na donjem ekstremitetu ispitanika, zatim na Rendgenskim i snimcima magnetne rezonance. Informacije o mehanizmu povrede i spoljašnjim faktorima rizika dobijali smo uz pomoć ankete, informacije o načinu oslanjanja tokom doskoka dobijali smo analizom video snimaka a koncentracije polnih hormona u pljuvački smo određivali uz pomoć „Salivametrics“ testa. Od svih praćenih parametara za povređivanje prednje ukrštene veze kod muškaraca značajnost je pokazalo 20 a kod žena 21. Najveći uticaj na rupturu LCA kod muškaraca imali su: povećan zadnji tibijalni nagib spoljašnjeg kondila, veći LESS kao i povećana razlika u nagibu između spoljašnjeg i unutrašnjeg kondila golenjače. Najveći uticaj na rupturu LCA kod žena imali su: smanjen nivo testosterona u pljuvački, veća snaga odmicača natkolenice i promena frontalne angulacije zgloba kolena u pravcu varusa tokom perioda od pripreme za skok u visinu do dodirivanja tla. Na osnovu svih značajnih faktora moguće je prognozirati rupturu prednje ukrštene veze kod muške, sportski aktivne populacije sa verovatnoćom od 77 %, odnosno kod ženske sa verovatnoćom od 96 %.

Ključne reči: LCA, sport, faktori rizika, međukondilarna jama, tibijalni nagib,

ABSTRACT

The anatomical factors leading to anterior cruciate ligament injury can be divided into two categories: internal factors and factors of the external environment. The internal factors can be anatomical, neuromuscular and hormonal. A narrow intercondylar fossa, a wide angle of the posterior tibial slope, a vertical LCA in the frontal plane, increased looseness of joints and improper contact with the surface when landing after a jump are only some of the factors that may influence the rupture of the anterior cruciate ligament. Taking into consideration the data from relevant literature a uniform conclusion cannot be made regarding the role of these factors in LCA injury, since the results of different studies often do not confirm their influence on anterior cruciate ligament injury. The goals of this doctoral thesis were: determining the risk factors leading to anterior cruciate ligament injury of the knee, grading these factors, and determining the statistical probability of injury to the anterior cruciate ligament of the knee. Two groups of patients were formed for the purpose of this study, with 41 patients in each group (29 men and 12 women per group). The examined group consisted of patients with a ruptured LCA. The control group was made up of patients with a knee joint distortion, but without LCA rupture. These patients were paired off according to the level of professional sports engagement, the type of sports activity, gender, age and side of the body. We monitored 77 factors which we assumed may influence the rupture of LCA. The measurement of individual parameters was performed directly on the lower limb of the examinees, followed by measurement on X-ray and MR images. Data related to the mechanism of the injury and the external risk factors were obtained by a questionnaire, the information related to the mode of leaning onto the surface during landing after a jump was obtained by the analysis of video footage, while the concentrations of hormones in saliva were determined via the "Salivometrics" test. Of all the monitored parameters for anterior cruciate ligament injury, 20 proved to be statistically significant in men and 21 proved to be statistically significant in women. The following parameters had the greatest influence on LCA rupture in men: increased posterior tibial slope of the lateral condyle, a greater LESS as well as an increased difference in the slope between the lateral and the medial condyle of the tibia. The following parameters had the greatest influence on ACL rupture in

women: decreased level of testosterone in the saliva, greater strength of the abductor of the upper leg, and the change of angulation of the knee joint in the direction of the varus in the interval between preparation for a jump upwards and landing. Based on these significant factors it is possible to make a prognosis of anterior cruciate ligament rupture in male athletes with a probability of 77% and in female athletes with a probability of 96%.

Key words: LCA, sports, risk factors, intercondylar fossa, tibial slope

– **SADRŽAJ** –

<i>Podaci o mentoru i komisiji</i>	<i>III</i>
<i>Zahvalnice</i>	<i>IV</i>
<i>Sažetak</i>	<i>VI</i>
<i>Abstract</i>	<i>VII</i>
<i>Sadržaj</i>	<i>IX</i>
I. UVOD	1
1. Anatomija i funkcija kolenog zgloba.....	2
1.1. Koštane strukture.....	2
1.2. Meke strukture kolena.....	5
1.2.1. Prednji odeljak kolena.....	6
1.2.2. Unutrašnji odeljak kolena.....	6
1.2.3. Spoljašnji odeljak kolena.....	7
1.2.4. Zadnji odeljak kolena.....	7
1.2.5. Meniskusi.....	9
1.2.6. Prednja ukrštena veza.....	9
1.2.6.1.Histološka svojstva prednje ukrštene veze.....	12
1.2.6.2.Biomehantičke karakteristike LCA.....	14
1.2.7. Zadnja ukrštena veza.....	15
1.2.8. Zglobna čahura.....	15
1.2.8.1.Fibrozni list zglobne čahure.....	15
1.2.8.2.Sinovijalni list zglobne čahure.....	15
1.3. Vaskularizacija zgloba kolena.....	16
1.4. Inervacija zgloba kolena.....	17
1.5. Mehanika zgloba kolena.....	17
1.5.1. Uloga LCA u biomehanici zgloba kolena.....	18
1.5.2. Četveropolužni sistem kolena.....	20
1.6. Embriologija zgloba kolena.....	21
2. Povređivanje prednje ukrštene veze.....	22
2.1. Mehanizam povređivanja prednje ukrštene veze.....	22
2.2. Učestalost u populaciji.....	23
2.3. Dijagnostika povreda prednje ukrštene veze.....	24

2.4. Fiziologija lečenja ligamenata.....	25
2.5. Rehabilitacija i povratak sportskim aktivnostima.....	26
3. Faktori koji utiču na povređivanje prednje ukrštene veze.....	27
3.1. Vrsta sportske aktivnosti.....	29
3.2. Uticaj Pola.....	29
3.3. Godine starosti.....	31
3.4. Spoljašnji faktori rizika koji utiču na povređivanje prednje ukrštene veze.....	31
3.4.1. Intenzitet treniranja.....	32
3.4.2. Trakcija obuće o podlogu na kojoj se trenira.....	33
3.4.3. Profesionalna zaštita.....	33
3.4.4. Meteorološki uslovi.....	33
3.5. Unutrašnji faktori koji dovode do rupture prednje ukrštene veze.....	34
3.5.1. Anatomske strukture koje utiču na povređivanje LCA.....	34
3.5.1.1.Međukondilarna jama i kondili butne kosti.....	35
3.5.1.2.Zadnji tibijalni nagib.....	37
3.5.1.3.Morfometrijske osobine LCA i njenih pripoja.....	40
3.5.1.4.Položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos pripoja LCA sa koštanim elementima.....	41
3.5.1.5.Frontalna i sagitalna angulacija zgloba kolena i Q-ugao.....	43
3.5.1.6.Korelacija pojedinih anatomskih faktora rizika.....	43
3.5.2. Neuromuskularni faktori rizika.....	44
3.5.3. Hormonalni faktori rizika.....	46
II. CILJ RADA.....	49
III. PACIJENTI I METODE.....	50
Ograničenja za uključanje u studiju.....	51
1. Instrumenti i način merenja anatomskih faktora rizika.....	52
1.1. Način merenja anatomskih parametara međukondilarne jame i morfometrijskih parametara čašice.....	53
1.2. Način merenja zadnjeg tibijalnog nagiba.....	55
1.3. Način merenja morfometrijskih osobina LCA i njenih pripoja.....	57
1.4. Način merenja položaja prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnosa pripoja LCA sa koštanim elementima.....	58

1.5. Način merenja spoljašnje morfologije zgloba kolena, natkolenice i potkolenice.....	61
2. Instrumenti i način prikupljanja podataka o spoljašnjim faktorima rizika.....	62
3. Instrumenti i način prikupljanja podataka o neuromuskularnim faktorima rizika.....	62
3.1. Merenje amplitude pokreta u zglobu kolena.....	62
3.2. Merenje snage mišića.....	63
3.3. Dinamički testovi.....	64
4. Instrumenti i način prikupljanja podataka o hormonalnim faktorima rizika....	69
5. Obrada podataka.....	70
IV. REZULTATI.....	71
1. Anatomski faktori rizika.....	71
1.1. Parametri međukondilarne jame i čašice.....	71
1.1.1. Apsolutne dimenzije međukondilarne jame.....	71
1.1.2. Relativni parametri međukondilarne jame.....	72
1.1.3. Ugao krova međukondilarne jame.....	73
1.1.4. Radijus unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti.....	74
1.1.5. Širina unutrašnje i spoljašnje facte čašice.....	76
1.1.6. Geometrija zglobnih površina čašice.....	77
1.2. Zadnji tibijalni nagib.....	79
1.2.1. Zadnji tibijalni nagib spoljašnjeg i unutrašnjeg kondila.....	79
1.2.2. Razlike između nagiba na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu unutar svake grupe posebno.....	80
1.3. Morfometrijske osobine LCA i njenih pripoja.....	81
1.3.1. Dimenzije LCA.....	81
1.3.2. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornjeg okrajka golenjače.....	83
1.4. Položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos pripoja LCA sa koštanim elementima.....	84
1.4.1. Položaj LCA u frontalnoj ravni.....	84
1.4.2. Položaj LCA u sagitalnoj ravni.....	86
1.4.3. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni.....	88

1.4.4. Odnos između uglova unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u frontalnoj i horizontalnoj ravni unutar svake grupe posebno.....	90
1.5. Frontalna angulacija zgloba kolena i Q-ugao.....	90
1.5.1. Frontalna angulacija zgloba kolena.....	91
1.5.2. Ugao četvoroglavog mišića (Q-ugao).....	92
2. Socioepidemiološki podaci i spoljašnji faktori rizika.....	93
2.1. Telesna visina i masa ispitanika.....	93
2.2. Profesionalno bavljenje sportom.....	94
2.3. Ranije povrede i porodična predispozicija.....	94
2.4. Vreme nastanka povrede kolena, položaj ekstremiteta pri povredi i nastavak treniranja.....	95
2.5. Faktori spoljašnje sredine.....	96
2.6. Zdravstveno stanje pacijenta i njihove socijalne navike.....	96
2.7. Vreme hirurške intervencije.....	97
2.8. Faktori koji se pojavljuju samo u ženskoj podgrupi.....	97
3. Neuromuskularni faktori rizika.....	97
3.1. Snaga pregibača i opružača u zglobo kolena.....	97
3.2. Snaga primicača i odmicača natkolenice.....	98
3.3. Amplitude pokreta u zglobo kolena.....	100
3.4. LESS (landing error score sistem).....	101
3.5. Promene ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni prilikom doskoka.....	102
3.5.1. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „start“.....	102
3.5.2. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „skok“.....	102
3.5.3. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok“.....	103
3.5.4. Ugao „odstupanje“ kolena od palca u frontalnoj ravni u položaju „doskok“.....	104
3.5.5. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „start 2“.....	105
3.5.6. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „skok 2“.....	105
3.5.7. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok 2“.....	106
3.5.8. Ugao „odstupanje 2“ kolena od palca u frontalnoj ravni u položaju „doskok 2“.....	107
3.6. Promene ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni prilikom doskoka.....	107

3.6.1. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „start“.....	108
3.6.2. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „skok“.....	108
3.6.3. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“.....	109
3.6.4. Ugao između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“.....	110
3.6.5. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „start 2“.....	110
3.6.6. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „skok 2“.....	110
3.6.7. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“.....	111
3.6.8. Ugao između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“.....	112
3.7. Položaj zgloba kolena prilikom čučnja sa iskorakom.....	113
3.7.1. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „čučanj“.....	113
3.7.2. Ugao odstupanje čučnja u frontalnoj ravni.....	114
4. Hormonalni faktori rizika.....	114
4.1. Testiranje generalizovane hiperelastičnosti.....	114
4.2. Koncentracija testosterona u pljuvački.....	116
4.3. Koncentracija 17-β estradiola u pljuvački.....	116
4.4. Koncentracija progesterona u pljuvački.....	116
5. Kratak pregled faktora koji dovode do povređivanja LCA kolena.....	117
V. DISKUSIJA.....	123
1. Anatomski faktori rizika.....	123
1.1. Parametri međukondilarne jame i čašice.....	123
1.1.1. Apsolutne dimenzije međukondilarne jame.....	123
1.1.1.1. Širina međukondilarne jame.....	123
1.1.1.2. Visina međukondilarne jame.....	125
1.1.1.3. Epikondilarna širina.....	125
1.1.2. Relativni parametri međukondilarne jame.....	126
1.1.2.1. Indeks širine međukondilarne jame.....	126
1.1.2.2. Indeks oblika međukondilarne jame.....	127
1.1.3. Ugao krova međukondilarne jame.....	128
1.1.4. Radijus unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti.....	128
1.1.5. Širina unutrašnje i spoljašnje facte čašice.....	129

1.1.6. Geometrija zglobnih površina čašice.....	129
1.2. Zadnji tibijalni nagib.....	131
1.3. Morfometrijske osobine LCA i njenih pripoja.....	132
1.3.1. Dužina LCA.....	132
1.3.2. Debljina LCA.....	133
1.3.3. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornjeg okrajka golenjače.....	134
1.4. Položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos LCA sa koštanim elementima.....	135
1.4.1. Položaj LCA u frontalnoj ravni.....	135
1.4.2. Položaj LCA u sagitalnoj ravni.....	137
1.4.3. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kodila u horizontalnoj ravni.....	140
1.5. Frontalna angulacija zgloba kolena i Q-ugao.....	142
2. Socioepidemiološki podaci i spoljašnji faktori rizika.....	142
2.1. Telesna visina i masa ispitanika.....	142
2.2. Profesionalno bavljenje sportom.....	143
2.3. Ranije povrede i porodična predispozicija.....	143
2.4. Vreme nastanka povrede kolena, položaj ekstremiteta pri povredi i nastavak treniranja.....	143
2.5. Faktori spoljašnje sredine.....	144
2.6. Zdravstveno stanje pacijenta i njihove socijalne navike.....	144
2.7. Vreme hirurške intervencije.....	145
2.8. Faktori koji se pojavljuju samo u ženskoj podgrupi.....	145
3. Neuromuskularni faktori rizika.....	146
3.1. Snaga pregibača i opružača u zglobu kolena.....	146
3.2. Snaga primicača i odmicača natkolenice.....	146
3.3. Aplitude pokreta u zglobu kolena.....	147
3.4. LESS (landing error score sistem).....	147
3.5. Promene ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni prilikom doskoka.....	149
3.6. Promene ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni prilikom doskoka.....	151
3.7. Položaj zgloba kolena prilikom čučnja sa iskorakom.....	154
4. Hormonalni faktori rizika.....	154

4.1. Testiranje generalizovane hiperelastičnosti.....	154
4.2. Koncentracija testosterona u pljuvački.....	155
4.3. Koncentracija 17-β estradiola i progesterona u pljuvački.....	156
5. Uticaj faktora rizika na rupturu prednje ukrštene veze zgloba kolena.....	157
VI. ZAKLJUČAK.....	159
VII. LITERATURA.....	162
* <i>Skraćenice korištene u izradi magistarske teze.....</i>	<i>XVI</i>
* <i>Prilog I – Anketa i formular pristanka korišteni u izradi doktorske disertacije.....</i>	<i>XVII</i>
* <i>Prilog II – „LESS“, Landing error score system.....</i>	<i>XX</i>
* <i>Biografija.....</i>	<i>XXIII</i>

I. UVOD

Izučavanje prednje ukrštene veze (*ligamentum cruciatum anterius – LCA*) kao najčešće povređivanog ligamenta kolena,⁷³ podrezujeva sintezu anatomskih, socioepidemioloških, biomehaničkih, histoloških i hirurških saznanja sa ciljem što boljeg lečenja povreda ovog ligamenta. Porastom broja sportski aktivne populacije sa jedne strane i savremenijim dijagnostičkim postupcima sa druge, poslednjih decenija došlo je do naglog porasta broja evidentiranih pacijenata sa rupturom prednje ukrštene veze kolena. Samo u SAD godišnje se registruje, uključujući izolovane i udružene sa rupturama drugih ligamenata, oko 350 000 ruptura LCA.⁴⁹ Stari, konzervativni pristup lečenju ukrštenih ligamenata, zamenjen je novim, hirurškim. Novija shvatanja o lečenju i rehabilitaciji ovih pacijenata doprinela su aktualizaciji teme kao i artroskopska hirurgija zahvaljujući kojoj je rekonstrukcija prednje ukrštene veze podignuta na zavidan nivo.

Prvi opis LCA, kao strukture koja učestvuje u stabilizaciji zgloba kolena, dao je Galen.⁷⁴ Pre Galena ligamenti su smatrani delovima nervnog sistema. Prvu kliničku sliku rupture LCA dao je Bonnet još 1845, da bi Batle 54 godine kasnije, 1898 godine izveo prvu rekonstrukciju LCA.⁷⁴ Osnivačem moderne hirurgije LCA može se smatrati Hey Groves koji daje pismeni opis operacije 1917 godine a 1919 godine upotrebljava iliotibijalni trakt za rekonstrukciju LCA.²⁴ Pred Drugi Svetski Rat, 1939. godine Macey⁷⁴ rekonstruiše prednju ukrštenu vezu pomoću tetive polužilastog mišića (*m. semitendinosus*). Zamena rupturiranog ligamenta vršena je raznim autograftovima i veštačkim materijalima. Od autograftova najčešće su korišteni srednja trećina ligamenta patele, četverostruka tetiva vitkog i polužilastog mišića i tetiva četveroglavog mišića, sa ili bez ekstraartikularnih procedura. Od veštačkih materijala koriste se karbonska vlakna, dacron, polipropilen i politetrafloretilen.

Za opisivanje uloge LCA i objašnjenje njegove funkcije potrebno je, pre svega, opisati anatomiju i fiziologiju zgloba kolena.

1. Anatomija i funkcija zgloba kolena

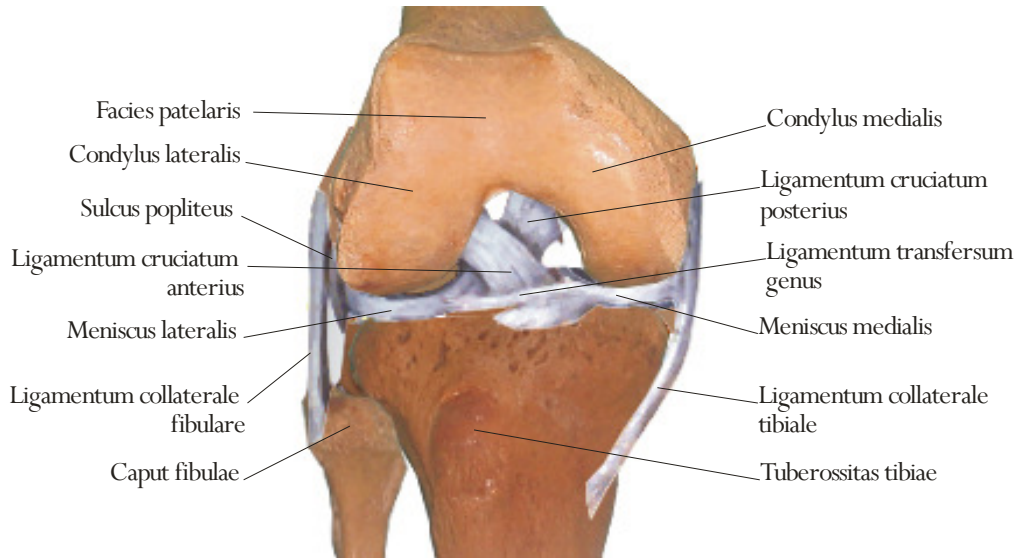
Zglob kolena spaja natkolenicu sa potkolenicom i u njegov sastav ulaze zglob butne kosti i golenjače, zglob butne kosti i čašice i proksimalni zglob između golenjače i lišnjače. Proksimalna granica zgloba kolena označena je kružnom linijom koja prolazi 2-3 cm iznad gornjeg pola čašice, dok distalna granica predstavlja kružnu liniju koja prolazi neposredno ispod golenjačnog ispupčenja (*tuberositas tibiae*). Radi jednostavnijeg pristupa anatomiji zgloba, podelićemo ga na koštane i mekotkivne strukture.

1.1. Koštane strukture

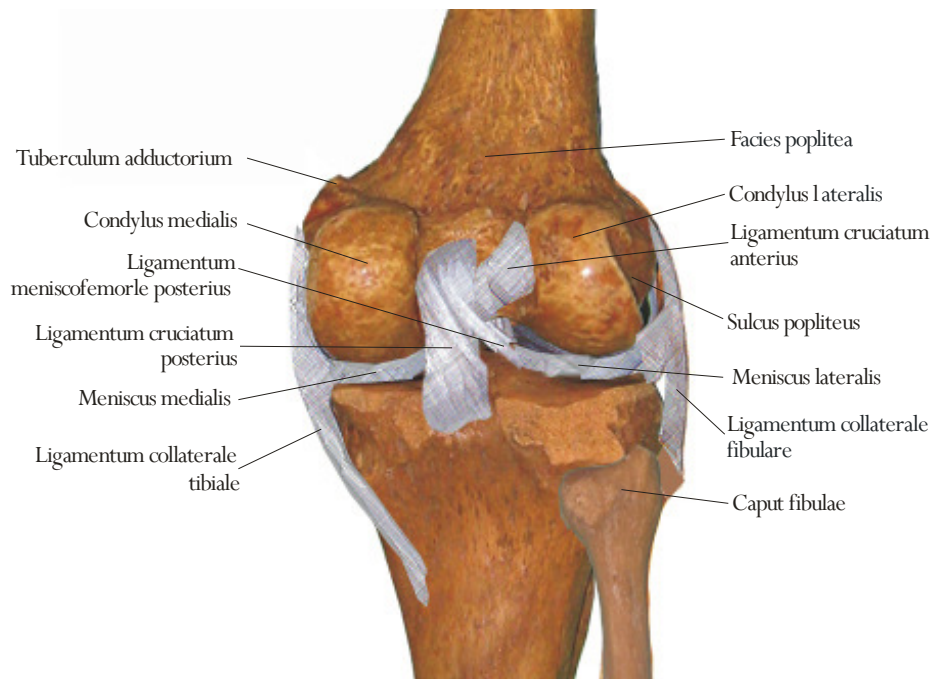
Koštane strukture obuhvataju distalni okrajak butne kosti (*femur*) sa zglobnim površinama (*condylus medialis et lateralis*), proksimalni okrajak golenjače (*tibia*) sa gornjom zglobnom površinom (*facies articularis superior*), čašicu (*patella*) sa zadnjom stranom (*facies articularis*) i proksimalni okrajak lišnjače (*caput fibulae*) sa zglobnom glačicom (*facies articularis capitis fibulae*).

Kondili butne kosti predstavljaju dva koštana masiva, spoljašnji i unutrašnji, konveksna u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odvojena međusobno sa međukondilarnom jamom. Unutrašnji kondil (*condylus medialis*) butne kosti veći je od spoljašnjeg (*condylus lateralis*) što doprinosi većoj kontaktnoj površini (1,6 puta),¹⁴³ dok je spoljašnji kondil nešto duži. Zglobne površine oba kondila prekrivene su hrskavicom i napred se produžuju u čašičnu površinu (*facies patellaris*) sa središnjim, vertikalnim žlebom koji razdvaja zglobne površine unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila i služi za zglobljavanje sa grebenom čašice. Međukondilarna jama je ekstrasinovijalna, služi za pripoj ukrštenih i meniskofemoralnih ligamenata i nije prekrivena hrskavicom. Potkožna strana spoljašnjeg kondila je hrapava, služi za pripoj ligamenata (*lig. collaterale fibulare*) i mišića (*m. gastrocnemius – caput laterale*, *m. plantaris*, *m. popliteus*). Ispod najispupčenijeg dela spoljašnjeg kondila (*epicondylus lateralis*) nalazi se žleb zatkolenog mišića (*sulcus popliteus*). On se pruža od napred put nazad a zatim skreće nagore tako da obrazuje krivinu konveksnu put unazad i nadole. Potkožna strana unutrašnjeg kondila takođe je hrapava, služi za pripoj ligamenata (*lig. collaterale*

tibiale) i mišića (*m. gastrocnemius – caput mediale*). Najistaknutija tačka naziva se unutrašnji epikondil (*epicondylus medialis*) iznad kojeg se nalazi kvržica velikog primicača (*tuberculum adductorium*) na kojoj se pripaja istoimeni mišić i koja služi kao orijentir u hirurgiji (Slike br. 1. i 2.).

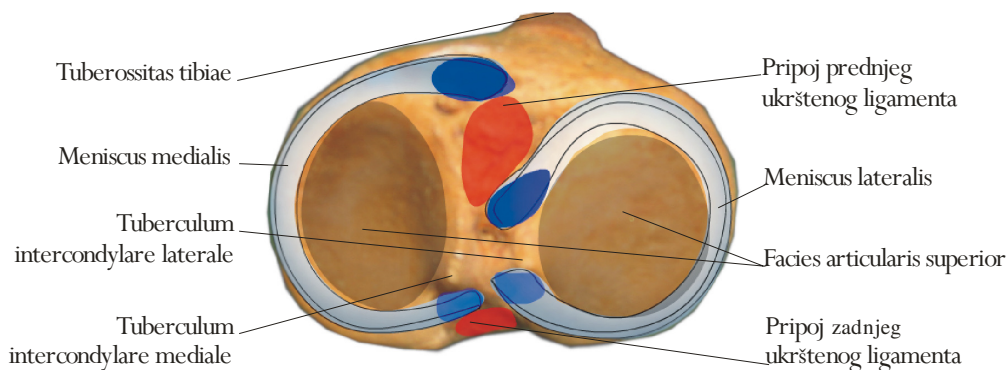


Slika br. 1. Zglob kolena posmatran sa prednje strane



Slika br. 2. Zglob kolena posmatran sa zadnje strane

Gornju zglobnu površinu golenjače grade dve ovalne, plitke, konkavne i sa kondilima butne kosti nekongruentne površine – unutrašnja i spoljašnja, koje odgovaraju gornjim stranama istoimenih butnih kondila. Oko ovih površina nalaze se unutrašnji i spoljašnji meniskus koji donekle upotpunjavaju kongruenciju. Unutrašnja zglobna površina je ovalnog, od napred put nazad izduženog oblika, dok je spoljašnja trouglastog oblika. Takođe, unutrašnja površina je nešto veća i više udubljena od spoljašnje koja je zaravnjena. Između dve zglobne površine nalaze se središnji, hrapavi deo koji se sastoji od međukondilarnog ispupčenja i dva međukondilarana polja – prednjeg i zadnjeg. Međukondilarno ispupčenje (*eminentia intercondylaris*) čine spoljašnja međukondilarna kvržica (*tuberculum intrcondylare laterale*) i unutrašnja (*tuberculum intercondylare mediale*) koja je obično veća. Ispred međukondilarnog ispupčenja a između zglobnih površina smešteno je prednje međukondilarno polje (*area intercondylaris anterior*). Na ovom polju od napred put nazad i od unutra put upolje pripajaju se: prednji rog unutrašnjeg meniskusa, prednja ukrštena veza i prednji rog spoljašnjeg meniskusa. Iza međukondilarnog ispupčenja nalazi se zadnje međukondilarno polje (*area intercondylaris posterior*) na kome se pripajaju od napred put nazad: zadnji rog spoljašnjeg meniskusa, zadnji rog unutrašnjeg meniskusa i zadnja ukrštena veza (*lig. cruciatum posterius*; Slika br. 3.).



Slika br. 3. Gornja strana golenjače

Na prednjoj strani proksimalnog okrajka nalazi se golenjačno ispupčenje (*tuberossitas tibiae*) na kome se pripaja čašični ligament. Unutrašnja strana pripada unutrašnjem kondilu i na njoj se pripajaju unutrašnje krilce čašice i poluopnasti mišić (*m. semimembranosus*). Ispod zadnje ivice unutrašnje zglobne površine pripaja se

golenjačni kolateralni ligament (*lig. collaterale mediale*). Prednji deo spoljašnje strane je hrapav i čini ga Žerdijeva kvrga (*tuberossitas tibiae – Gerdy*) na kojoj se pripaja bedrenogolenjačni snop. Zadnji deo je gladak i služi za zglobljavanje sa glavom lišnjače (*facies articularis fibularis*). Ispred zglobne površine pripajaju se odozgo nadole: dvoglavi mišić buta (*m. biceps femoris*), dugi lišnjačni mišić (*m. peroneus longus*) i dugi opružać prstiju (*m. extensor digitorum longus*). Na zadnjoj strani nalazi se hrapavo polje za pripoj zatkolenog mišića (*m. popliteus*).

Čašica, kao najveća sezamoidna kost ulazi u sastav zgloba kolena svojom zadnjom stranom koja je obložena hrskavicom. Posmatrana sprema ona ima trouglast oblik, dok otpozadi nalazimo dve facete podeljene vertikalnim grebenom koje čine zglobnu površinu (*facies articularis*). Wiberg⁷⁰ je podelio čašice s obzirom na veličinu faceta na tri tipa. Tip 1 sadrži simetrične facete, tip 2 je najčešći i ima veću spoljašnju facetu, dok tip 3 nema unutrašnju facetu. Baza čašice gleda nagore i na njoj se pripaja četveroglavi mišić buta (*m. quadriceps femoris*), dok je vrh usmeren naniže i od njega polazi čašični ligament (*lig. patellae*).

Gornji okrajak lišnjače predstavljen je sa glavom na kojoj se put napred i unutra nalazi zglobna površina za zglobljavanje se golenjačom (*facies articularis capitis fibulae*). Iznad, iza i pozadi zglobne površine nalazi se vrh glave na kome se pripaja dvoglavi mišić buta (*m. biceps femoris*). Ispred vrha pripaja se lišnjačni kolateralni ligament (*lig. collaterale fibulare*).

1.2. Meke strukture kolena

Meke strukture kolena čine meniskusi, kapsuloligamentarni aparat, mišići, nervi, krvni sudovi i sinovijalna membrana. Kapsuloligamentarni aparat i mišići predstavljaju pasivne i aktivne stabilizatore kolena.²⁹ Kapsula se sastoji od dva lista: spoljašnjeg, fibroznog na kojem se nalaze otvori preko kojih zglobna šupljina komunicira sa bursama i unutrašnjeg, sinovijalnog koja oblaže šupljinu zgloba kolena i izgrađuje recesuse. Koštane strukture nepotpuno razdvajaju mekotkivne na četiri topografska odeljka: prednji, unutrašnji, spoljašnji i zadnji.

1.2.1. Prednji odeljak kolena

Fascija prednjeg područja kolena nije srasla sa patelom i ispod nje se nalazi *bursa subfascialis infrapatellaris*. Ispod burse nalaze se, odozgo nadole, tetiva četveroglavog mišića buta, čašica i čašični ligament. Samo površni delovi pravog mišića buta (*m. rectus femoris*) i spoljašnjeg stegnog mišića (*m. vastus lateralis*) nastavljaju kontinuitet preko čašice u čašični ligament, dok se ostatak vlakana četveroglavog mišića završava na bazi čašice. Od bočnih ivica čašice put spoljašnjeg i unutrašnjeg kondila golenjače odvajaju se produžeci tetiva spoljašnjeg i unutrašnjeg stegnog mišića koji grade čašična krilca (*retinacula patellae s. lig. patellofemorale mediale et laterale*). Između aponeurotičnih produžetaka četveroglavog mišića buta smeštena je *bursa subtendinea prepatellaris*. Ispod mišića smešten je podstegni mišić (*m. articularis genus*) koji povlači sinoviju prilikom ekstenzije i sprečava njeno uklještenje. Čašični ligament dugačak je oko 8 cm koliko je visoka i patela sa kojom čini funkcionalnu celinu.⁷⁰

Arterije prednje strane kolena su neznatne, venski splet se uliva u veliku safensku venu (*v. saphena magna*) a živci su od spolja ka unutra: spoljašnji kožni živac buta (*n. cutaneus femoris lateralis*), prednje kožne grane (*rr. cutanei anteriores*) i safenski živac (*n. saphenus*).

1.2.2. Unutrašnji odeljak kolena

Mekotkivne strukture unutrašnjeg odeljka poredane su u tri dubinska sloja. Prvi sloj predstavlja nastavak široke fascije (*fascia lata*). U drugom sloju smešten je površni deo unutrašnjeg kolateralnog ligamenta (*ligamentum collaterale mediale – LCM*) koji se pruža od unutrašnje strane unutrašnjeg kondila butne kosti do gornjeg okrajka golenjače u dužini od 10 do 11 cm. Zategnut je u ekstenziji i unutrašnjoj rotaciji. Ispred prednje ivice LCM spajaju se prvi i drugi sloj i zajedno sa vlaknima unutrašnjeg stegnog mišića (*m. vastus medialis*) grade unutrašnji patelofemoralni ligament. Između ova dva sloja prolaze tetive vitkog i polužilastog mišića na svom putu prema golenjačnom pripoju. Treći sloj izgrađuje fibrozna kapsula koja je pojačana na delu koji se pripaja na unutrašnjem meniskusu i taj deo je poznat kao duboki unutrašnji kolateralni ligament. Poluopnasti mišić iza unutrašnjeg kolaterala objedinjuje drugi i treći sloj i gradi posteromedijalni ugao kolena. Od njegovog golenjačnog pripoja odvaja

se deo vlakana koji se vraća do spoljašnjeg kondila butne kosti, ojačava zglobnu kapsulu sa zadnje strane i naziva se kosi zatkoleni ligament – *ligamentum popliteum obliquum*.

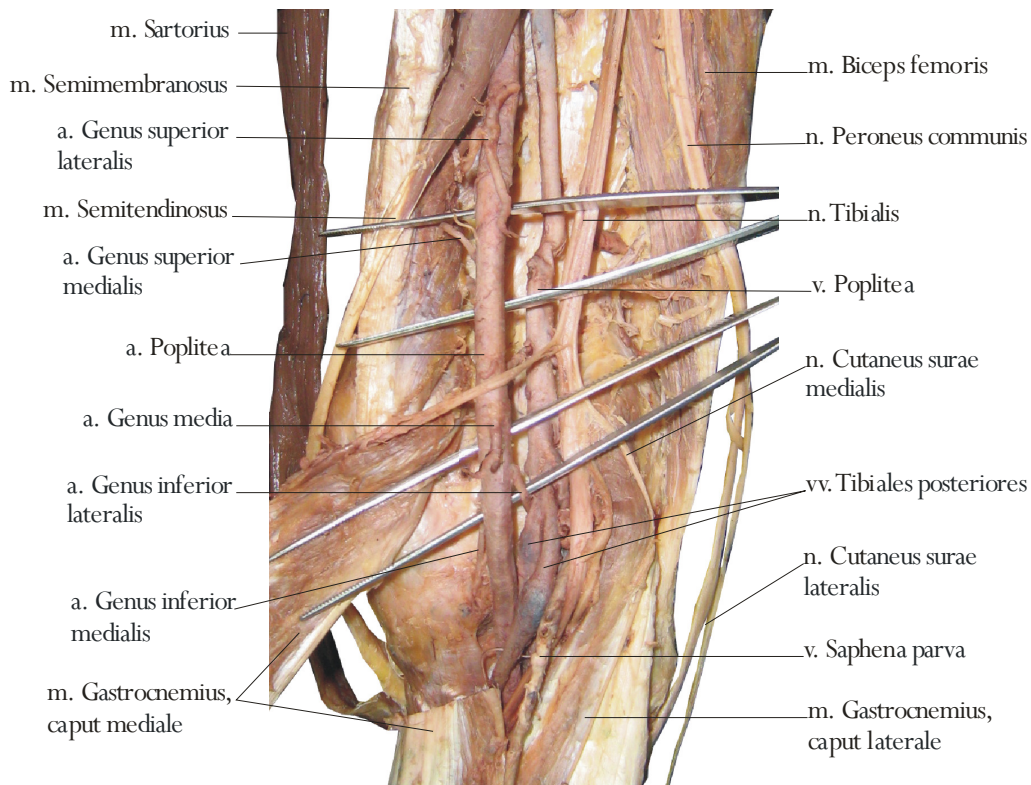
1.2.3. Spoljašnji odeljak kolena

Mekotkivne strukture spoljašnjeg odeljka kolena možemo podeliti u tri sloja na dva načina: u horizontalnom¹⁴⁴ od površine u dubinu i vertikalnom od napred ka nazad. U horizontalnom pogledu prednji deo površnog sloja gradi duboka fascija natkolenice i bedrenogolenjačni snop (*tractus iliotibialis*) dok se u zadnjem nalazi tetiva dvoglavog mišića buta (*m. biceps femoris*). Pozadi ovaj sloj nastavlja se zatkolenom fascijom, napred prepatelarnom bursom a proksimalno i unutra međumišićnom pregradom. Deo prednjih vlakana zajedno sa vlaknima spoljašnjeg stegnog mišića gradi patelofemoralni ligament koji čini drugi sloj. Patelofemoralni ligament počinje od čašice i završava se na terminalnim vlaknima međumišićnog septuma, spoljašnjem kondilu butne kosti i na posterolateralnoj kapsuli.⁹⁶ Treći sloj grade spoljašnji kolateralni ligament (*lig. collaterale laterale – LCL*) i zglobna kapsula koja je istanjena u predelu tetive zatkolenog mišića. Spoljašnji meniskus se ne pripaja na kapsuli i to mu omogućuje da prati kretanje spoljašnjeg kondila butne kosti put nazad prilikom fleksije. Najdublji sloj se može podeliti u dve lamine. Površni deo zategnut je u ekstenziji i spoljašnjoj rotaciji i izgrađuje ga LCL dužine 5-6 cm, koji se pruža od spoljašnjeg butnog kondila do glave lišnjače. Duboku laminu izgrađuje koronarni ligament koji povezuje posterolateralni deo spoljašnjeg meniskusa i lučni ligament (*lig. arcuatum*). Tetiva zatkolenog mišića (*m. popliteus*) i donje – spoljašnja arterija kolena (*a. geniculata inferior lateralis*) razdvajaju ove dve lamine.

1.2.4. Zadnji odeljak kolena

Na zadnju stranu zgloba kolena naleže zadnji deo kapsule koji se može podeliti na tri dela: unutrašnji (posteromedijalni), centralni i spoljni (posterolateralni). Na posteromedijalni deo kapsule naležu LCM, završne tetive „guščijeg stopala“ (*pes anserinus*), poluopnasti mišić (*m. semimembranosus*) i kosi ligament kolena (*lig. popliteum obliquum*) koji predstavlja odbijenu tetivu poluopnastog mišića. On se pruža od zadnje strane unutrašnjeg kondila golenjače do zadnje strane spoljašnjeg kondila

butne kosti. Posterolateralni deo kapsule pokrivaju bedrenogolenjačni snop, tetiva dvoglavog mišića buta, LCL, zatkoleni mišić i lučni zatkoleni ligament. Lučni zatkoleni ligament polazi od glave lišnjače i račva se u dva kraka. Spoljni odlazi do spoljašnje „kondilarne ljuske“ a unutrašnji savija u vidu luka preko zatkolenog mišića i pripaja se na zadnjoj strani zglobne čahure i na zadnjoj strani unutrašnjeg kondila golenjače. U centralnom delu, ispod glava dvoglavog mišića potkolenice (*m. gastrocnemius*) nalaze se LCA, LCP i oba meniskusa. Dvoglavi mišić potkolenice sa svoje dve glave ograničava zatkolenu jamu sa donje strane, dok gornje unutrašnju grade poluopnasti i poluzilasti mišić a gornje spoljašnju dvoglavi mišić buta (Slika br. 4.). Krov zatkolene jame gradi zatkolena fascija a površnije od nje nalazi se mala safenska vena (*v. saphena parva*), unutrašnji i spoljašnji kožni živac lista (*n. cutaneus surae medialis et n. cutaneus surae lateralis*). U zatkolenoj jami nalaze se od spolja ka unutra i od površine ka dubini: zajednički lišnjačni živac (*n. peroneus communis*), golenjačni živac (*n. tibialis*), zatkolena vena (*v. poplitea*) i arterija (*a. poplitea*). Dno zatkolene jame grade odozgo na dole zatkolena strana (*facies poplitea*) butne kosti, zadnja strana zglobne čahure i zatkoleni mišić (*m. popliteus*).



Slika br. 4. Zadnji odeljak kolena

1.2.5. Meniskusi

Unutrašnji i spoljašnji meniskus (*meniscus medialis – MM et lateralis – ML*) predstavljaju semilunarne, fibrokarilaginozne strukture, smeštene između butne kosti i golenjače. Njihova uloga se ogleda u tome da povećaju kontakt između butne kosti i golenjače, prime deo opterećenja sa jedne kosti na drugu, povećaju kongruenciju zglobnih površina kolena a samimi tim i stabilnost kolena. Pored ovih statičkih uloga meniskusi imaju i dinamičku ulogu, odnosno oni upotpunjuju mehanizam kotrljanja i klizanja prilikom pregibanja zgloba kolena. Dok unutrašnji meniskus tokom pregibanja u zglobu kolena ostaje na svom mestu, spoljašnji meniskus prati veću prednju tibijalnu translaciju na spoljašnjem kondilu i klizi preko spoljašnjeg kondila golenjače put nazad prateći kotrljanje spoljašnjeg kondila butne kosti.

Na meniskusima razlikujemo dva uža kraja ili roga – prednji i zadnji, i središnji, širi deo. Prednji rogovi pripajaju se na prednjem međukondilarnom polju golenjače a zadnji na zadnjem. Na poprečnom preseku pokazuju trouglast izgled. Gornja strana je konkavna, svojim konkavitom oguhvata butne kondile, dok je donja ravna i leži na ivičnom delu gornje zglobne površine golenjače. Spoljašnja, konveksna strana u odnosu je sa fibroznom kapsulom i sa njom je srasla čitavom dužinom sem u području tetive zatkolnog mišića. Preko spoljašnje strane meniskus dobija krvne sudove i nervne elemente. Adekvatno zakrivljenosti butnih kondila i obliku zglobnih površina na golenjači, meniskusi poprimaju sličan oblik, odnosno MM je izdužen od napred put nazad dok je ML kružnog oblika. Položaj meniskusa osigurava veliki broj ligamenata koji ih veže za okolne strukture. To su meniskomeniskalni, meniskofemoralni, meniskopatelarni, meniskotibijalni i meniskofibularni ligameni.

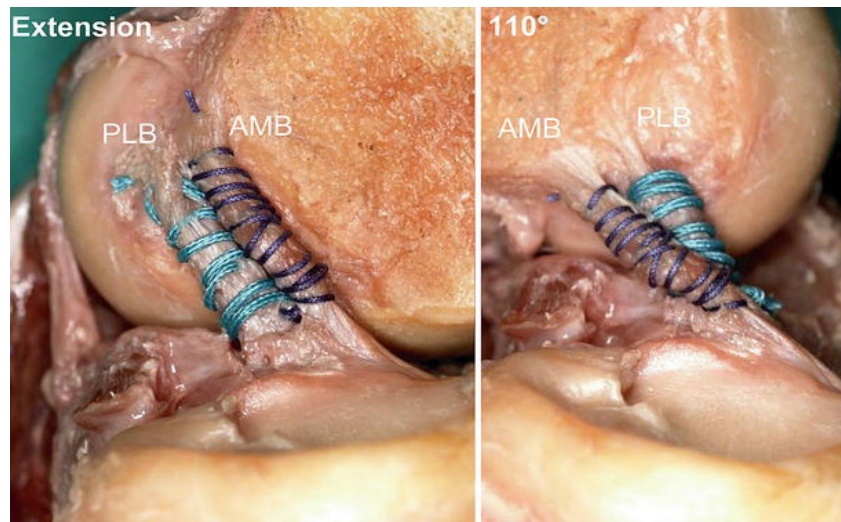
1.2.6. Prednja ukrštena veza

Prednja ukrštena veza (*ligamentum cruciatum anterius – LCA*) pripada centralnom odeljku kolenog zgloba. Sa zadnje strane, od sadržaja zatkolene jame odvaja ga fibrozni list zglobne čahure i zadnja ukrštena veza, obe bočne strane oblaže sinovija dok na njegovu prednju stranu naleže masno jastuče. Samim tim on je intrakapsularan ali ekstrasinovijalan ligament. Pruža se od prednjeg međukondilarnog polja na gornjem okraju golenjače (*area intercondylaris anterior*) ukoso nazad, nagore i upolje do zadnjeg dela unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti. Pripoj na kondilu butne

kost ima oblik tangencijalnog odsečka kruga, čija je tangencijalna linija dužine 23 mm okrenuta prema napred i nadole a pravac joj je okomit na pravac pružanja LCA, dok se konveksni deo odsečka nalazi nazad, nagore i delimično prati konveksitet proksimalnog dela spoljašnjeg butnog kondila.⁹¹ Pripoj na golenjači je veći, površina mu je 3 cm², sam pripoj je lokalizovan između prednjeg roga unutrašnjeg meniskusa, koji je napred i prednjeg roga spoljašnjeg meniskusa koji se nalazi pozadi, na međukondilarnom uzvišenju. Dužina središnjeg dela LCA je 38 mm a debljina u središnjem delu iznosi 11 mm.⁴⁷

Sa jedne strane LCA bi morala biti izometrična tokom čitave amplitude pokreta. Međutim, novija istraživanja govore u prilog tezi da je većina vlakana LCA neizometrična, odnosno da je samo mali deo vlakana koja se pripajaju na prednjem delu prednjeg međukondilarnog polja izometričan dok su ostala vlakna neizometzrična.^{1,86}

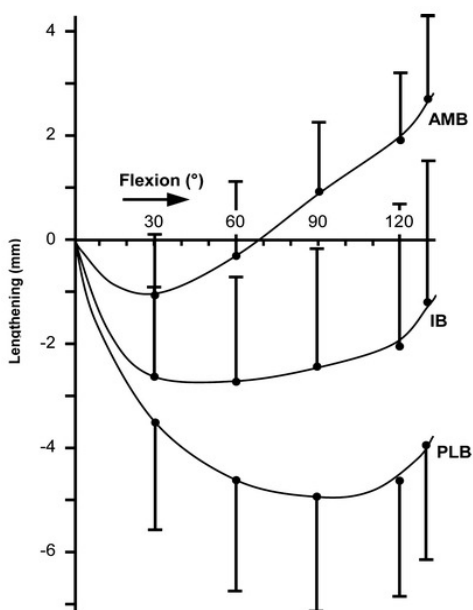
Vlakna LCA su u položaju pune ekstenzije paralelno orijentisana i možemo ih podeliti na prednjeunutrašnji (anteromedijalni AM) i zadnjepoljašnji (posterolateralni PL) deo (Slika br. 5.). Anteromedijalni deo je zategnut u fleksiji a posterolateralni u ekstenziji.¹⁹ Ovakva podela prednje ukrštene veze isuviše je jednostavna.



Slika br. 5. Položaj anteromedijalnog (AMB) i posterolateralnog (PLB) dela LCA prilikom ekstenzije i fleksije od 110°. Preuzeto od Duthon i sar.⁴¹

Amis i Dawkins¹ su u studiji vršenoj na 27 kadaverskih kolena ispitivali zategnutost pojedinih delova LCA tokom pokreta u zglobu kolena. Podelili su fibre na anteromedijalne, intermedijalne i posterolateralne. Utvrdili su da ni jedna vlakna nisu izomerična i da se sva vlakna tokom prvih 30° fleksije opuštaju i to anteromedijalna

najmanje a posterolateralna najviše. Preostali deo fleksije do 120° anteromedijalna vlakna se zatežu i izdužuju za 2 mm, intermedijalna se vrlo malo izdužuju i ne vraćaju na dužinu u punoj ekstenziji već ostaju kraća 2 mm, dok se posterolateralna vlakna skraćuju za oko 4.5 mm (Grafik br. 1.). Merenje dužine vlakana pojedinih delova LCA komplikuje pokret fleksije jer se vlakna uvrću oko svoje osovine u različitim stepenima fleksije.



Grafik br. 1. Promena dužine pojedinih delova LCA (AMB- anteromedijalni deo, IB- intermedijalni deo, PLB- posterolateralni deo). Preuzeto od Amis et Dawkins.¹

Prednja ukrštena veza je ključna struktura u zglobu kolena, stabilizator za prednju tibijalnu translaciju i sekundarni stabilizator za tibijalnu rotaciju. Posle sekcije LCA prednja tibijalna translacija povećava se u proseku za 6.7 mm (od 2.8 do 13 mm) a rotacija za 3.8° (3° – 40°).⁷⁵ LCA više stabilizuje unutrašnju nego spoljašnju rotaciju a takođe ima ulogu u stabilizaciji valgus-varus angulacije pri punoj ekstenziji.^{56,66,80}

U prednjem delu međukondilarnog polja, ispred pripoja LCA nalazi se rudiment embrionalnog medijalnog septuma kolena koji se naziva *ligamentum mucosum* ili ako je veći infrapatelarna sinovijalna plitka.

LCA je vaskularizovana od srednje arterije kolena (*a. genus media*) preko sinovijalne membrane. Srednja arterija kolena, pošto se odvoji od zatkolene arterije i probije fibroznu zglobnu čahuru razgranava se po površini ligamenta i daje probojne grane koje se anastomoziraju sa endoligamentarnim krvnim granama. Za razliku od zadnje ukrštene veze koja dobija 4 grane za vaskularizaciju, prednja ukrštena veza dobija samo jednu koja ulazi na mestu gde se ova dva ligamenta ukrštaju i mimoilaze. Njene grane pružaju se po površini LCA gradeći mrežicu koja se anastomozira sa enoligamentoznim krvnim sudovima koji leže paralelno u odnosu na kolagene fibrile.

Na mestu pripoja krvni sudovi ligamenta anastomoziraju se sa subperiostalnim krvnim sudovima butne kosti i golenjače, ali su te anastomoze nedovoljne za ishranu rupturiranog ligamenta odvojenog od glavne arterije.⁹¹ Deo krvotoka LCA dobija i od donje unutrašnje i spoljašnje arterije kolena koje vaskularizuju masno jastuče i posredstvom njega ishranjuju prednju ukrštenu vezu.

Nervna vlakna prednje ukrštene veze potiču od golenjačnog živca. Deo nervnih vlakana prati vaskulatne elemente i ima vazomotornu ulogu. Mali deo mijeliziranih i nemijelizirana vlakna ulaze u ligament nezavisno od krvnih sudova i leže između fascikulusa.¹⁴⁰ Ona prenose duboki senzibilitet i nocioptivne nadražaje. Nervni završeci nalaze se i na površini i u dubini ligamenta. Slobodni nervni završeci, Rufinijeva i Pacinijeva telašca šalju impulse u nervni sistem dajući informaciju o položaju zgloba kolena, prenaprezanju ligamenta i bolu.¹⁴⁹

1.2.6.1. Histološka svojstva prednje ukrštene veze

LCA ima mikrostrukturu heliksa, veličine 120x20 µm sa uočljivim oblastima povećane celularnosti. Helikoidni razmak iznosi 45-60 µm, širina 20 µm a interval 5 µm. Na površini ligamenta nalazi se peritenon a unutra su smeštene ćelije, krvni sudovi i nervi. LCA sadrži veći broj ćelija u odnosu na tetive mišića i one su tipa okruglih fibroblasta sa longitudinalnom orijentacijom.⁹¹ Ove ćelije stvaraju kolagen (uglavnom kolagen tipa I) i proteoglikane koje izlučuju izvan ćelije. Agregacijom kolagena, preko mikrofibrila, subfibrila i fibrila nastaje ligament.

Osnovna jedinica kolagena je tropokolagen. Tropokolagen je izgrađen od trostrukog heliksa alfa lanca sa karakterističnim vezama glicin-prolin-hidroksiprolin. Na ovim lancima se dešava konstantna hidroksilacija prolina i lizina. Tri ovakva lanca linearne organizacije izgrađuju tropokolagen. Ove osnovne jedinice, odnosno tropokolagen, grupišu se u četverostrukom nizu („quarter stagger“) i grade mikrofibrile prečnika 25-250 nm. Mikrofibrili se udružuju u subfibrile prečnika 1-20 µm, a subfibrili se udružuju u fibrile dijametara 100-250 µm. Fibrili su organizovani u više jedinice – subfascikuluse koji imaju talasast oblik i okruženi su endotenonom kojeg izgrađuje kolagen tipa II. 3-20 subfascikulusa udružuju se u fascikulus kojeg omotava epitenon. Veći broj fascikulusa veličine od 250 µm do nekoliko milimetara gradi ligament kojeg omotava paratenon.

Fibroblasti proizvode dve vrste alfa lanaca čijom kombinacijom se proizvodi 10 vrsta kolagena, a nedostaci u pojedinim vrstama kolagena izazivaju razna oboljenja. Prednja ukrštena veza sadrži najvećim delom kolagen tipa I, zatim malo kolagena tipa III, ali u njemu se nalaze i kolagen tipa II, IV i VI. Posebnu čvrstinu prednjoj ukrštenoj vezi daju poprečne veze koje se nalaze između lanaca tropokolagena kojih je 12 do 17 puta više nego kod drugih tetiva.¹⁵⁴

Između fleksibilnog ligamenta i rigidne kosti, na mestu ligamentarnog pripoja postoje 4 zone.²⁹ Prvu zonu izgrađuju talasasta kolagena vlakna, druga zona je fibrokartilaginozna i sadrži dosta hondrocita, treća zona je mineralizovana dok se četvrta zona sastoji od kolagenih vlakana koštanog matriksa vezanih za mineralizovanu hrskavicu. Ova zona sprečava koncentraciju stresa.

Prilikom oštećenja ligamenta slabe mehaničke ali i senzorne funkcije. Ruptura LCA prvo dovodi do mehaničke nestabilnosti odnosno do pomeranja trenutnog centra rotacije i četveropolužnog ukrštenog mehanizma ligamenata a kasnije preko ponavljanih povreda do degenerativnih promena zgloba i oštećenja mehanizma neurološke povratne sprege. Senzorna funkcija podrazumeva spoznaju položaja tela i njegovih odnosa, odnosno, možemo je podeliti na propriocepciju, koja se odnosi na poziciju zgloba i kinesteziju koja definiše kretanje zgloba. Fizičkom deformacijom unutar zgloba nastaju nervni impulsi koji se putem nervnih vlakana prenose u centralni nervni sistem. Ove impulse proizvode dve vrste receptora, brzo i sporo adaptirajući. Pačinijevi receptori na mali nadražaj daju impuls sa velikom frekvencom koja brzo opada, dok Goldžijevi receptori daju stalni broj impulsa o spoznaji pozicije zgloba. Ovi mehanoreceptori u ligamentu iniciraju refleks protektivne mišićne fleksije uz istovremenu inhibiciju ekstenzora. Najveća gustina receptora je na tibijalnom pripoju LCA i u sinovijalnoj ovojnici, s tim što nervni elementi tipa receptora Pačinijevih korpuskula čine 1% supstance ligamenta.¹⁴¹ Upravo zbog navedenog razloga oštećenje ligamenta vodi gubitku proprioceptivne povratne sprege.

Ovaj fiziološki, protektivni refleks mišićne fleksije može biti oštećen nizom faktora.

- a) Usled oboljenja kao što su reumatoidni artritis ili osteoartritis dolazi do abnormalnosti hoda usled povećane medio-lateralne sile smicanja a pacijent da bi smanjio bol i proprioceptivni odgovor hoda raširenih nogu.

Abnormalnosti hoda mogu da postoje i pored asimptomatske kliničke slike kao kod totalne proteze kolena.⁹¹

- b) Mnogi autori su pokazali da do oštećenja zgloba dolazi starenjem zbog smanjenja proprioceptivnih impulsa.^{63,78,150}
- c) Povreda LCA dovodi do prevage receptora unutar kapsule i mišićnih tetiva u odnosu na receptore unutar LCA što dovodi do smanjene aktivnosti unutar m. quadriceps-a i m. gastrocnemius-a. Takođe 60 ml izliva inhibiše refleks m. quadriceps-a za 30 – 50%.⁶⁶ Gubitak mehanoreceptorne povratne sprege u dužem vremenskom periodu vodi ka povećanom laksitetu i ponovnim povredama.
- d) Zamena rupturiranog LCA patelarnom ili tetivama gracilis-a i semitendinosus-a povoljnija je od slobodnih fascijalnih substituenata jer obezbeđuje bolju proprioceptivnu ulogu.
- e) Mišićna slabost može prouzrokovati povećan pritisak u ligamentima, dok trening poboljšava proprioceptivne sposobnosti.

1.2.6.2. Biomehaničke karakteristike LCA

LCA kao i ostala vezivna tkiva ima nelinearno mehaničko ponašanje. Ovakva osobina omogućava ligamentu da bude vodič zgloba bez opterećenja ili deformacije. Ligament, zajedno sa koštanim pripojima gradi kost – ligament – kost kompleks (KLK kompleks) koji ima strukturne, mehaničke i viskoelastične karakteristike. Strukturne i mehaničke karakteristike KLK kompleksa odnose se na linearnu čvrstinu, jačinu na kidanje i pri kidanju kao i krajnju deformaciju i energiju apsorbovanu pri kidanju. Viskoelastične karakteristike odnose se na fenome puzanja („creep“) unutar ligamenta. Ovaj fenomen podrazumeva povećanje deformacije u toku vremena pri jednakom opterećenju, relaksaciju pri naprezanju pri čemu se izbegava kidanje materijala usled zamora ali i oporavka čvrstine ligamenta nakon kraće pauze u dejstvu sile. Ovakve osobine ligamenta uslovljene su interakcijom između kolagena, proteina i osnovne supstance. Fung⁴⁴ je ovakvo viskoelastično svojstvo ligamenata matematički izrazio kroz kvazi – linearnu viskoelastičnu teoriju (QLV).

1.2.7. Zadnja ukrštena veza

Zadnja ukrštena veza (*ligamentum cruciatum posterius – LCP*) proksimalno se pripaja na prednji deo spoljašnje strane unutrašnjeg kondila butne kosti a zatim se pruža vertikalno do zadnjeg međukondilarnog polja gde mu se nalazi distalni pripoj. Prosečna dužina mu je kao i kod LCA i iznosi 38 mm, ali mu je širina nešto veća i iznosi 13 mm. Čvrstina LCP je dva puta veća od LCA.⁸² LCP sprečava prekomernu zadnju tibijalnu translaciju u odnosu na butnu kost a njegov pravac se poklapa sa osovinom rotacije kolena. LCP je i sekundarni stabilizator spoljašnje rotacije. Takođe, i kod LCP imamo dva dela: anterolateralni – zategnut u fleksiji i posteromedijalni – koji veću tenziju trpi u hiperekstenziji.

1.2.8. Zglobna čahura

Zglobna čahura se sastoji od spoljašnjeg, fibroznog i unutrašnjeg, sinovijalnog lista.

1.2.8.1. Fibrozni list zglobne čahure

Fibrozni list se pripaja na butnoj kosti oko zglobnih površina kondila i to napred je udaljena oko 1 do 1,5 cm od zglobne površine kondila dok se u području bočnih uglova približava ovim površinama. Na bočnim stranama kondila pripoj kapsule ponovo se odaljava na oko 1 do 1,5 cm od zglobnih površina da bi se pozadi približio zglobnoj hrskavici i završio na ukrštenim ligamentima. Pripoj fibrozne opne na gornjem okrajku golenjače polazi od prednje ivice prednjeg međukondilarnog polja, pruža se bočno 5 mm ispod bočnog ruba gornje zglobne površine i završava se iza pripoja ukrštenih ligamenata. Pripoj kapsule napred odgovara bočnim ivica čašice, dok je između butne kosti i golenjače pripojena na spoljašnju stranu meniskusa sem u predelu tetive zatkolenog mišića. Zadnji deo fibrozne kapsule, iza kondila butne kosti je zadebljao i obrazuje čvrstu „kondilarnu ljusku“ na koju se pripajaju glave dvoglavog mišića potkolenice.

1.2.8.2. Sinovijalni list zglobne čahure

Unutrašnju stranu fibrozne opne kao i delove kosti koji nisu pokriveni zglobnom hrskavicom, a nalaze se unutra od fibrozne opne oblaže sinovija. Prelazeći sa kosti na fibroznu opnu sinovija gradi špagove. Najdublji špag nalazi se na prednjoj

strani donjeg okrajka butne kosti i u vezi je sa nadčaišćnom sluznom kesom (*bursa suprapatellaris*). Podstegni mišić se vezuje na ovoj sluznoj kesi i svojom kontrakcijom sprećava njeno uklješćenje prilikom ekstenzije. Na prednjoj strani kolena postoje dva donja, infrapatelarna špaga, unutrašnji i spoljašnji kao i dva gornja, suprapatelarna špaga. Sinovija se uvlaći sa boćne strane mećukondilarne jame prelazi preko i ispred ukršćenih veza i ćini ih ekstrasinovijalnim. Kontinuitet sinovije na boćnim stranama prekidaju meniskusi na kojima se sinovija pripaja. Izmeću sinovije i fibrozne opne na prednjem delu kolena, ispod ćaišćnog ligamenta nalazi se podćaišćno masno tkivo.

1.3. Vaskularizacija zgloba kolena

Arterije zgloba kolena grade kolenu arterijsku mreću – *rete aticulare genus*. Ovu arterijsku mreću izgraćuju parne i neparne grane zatkolene arterije, silazne arterije iz regiona buta i rekurentne grane golenjaćnih arterija. Oko kondila butne kosti, dve gornje arterije kolena (*a. genus superior medialis et lateralis*), grane zatkolene arterije, formiraju potpuni arterijski prsten (Slika br. 4.). Ispod ovog prstena, u ravnini golenjaćnih kondila nalazi se drugi arterijski prsten koga formiraju donje arterije kolena (*a. genus inferior medialis et lateralis*), takode grane zatkolene arterije. Ova dva prstena su spojena sa tri vertikalne anastomoze, dve unutrašnje i jednom spoljašnjom. Pored toga, gornji arterijski prsten anastomozira se napred sa silaznom arterijom kolena (*a. genus descendens*), unutra sa najnićom granom probojnih arterija (*aa. perforantes*) i spolja sa nishodnom granom spoljašnje polukrućne arterije buta (*r. descendens arteriae circumflexae femoris lateralis*). Donji arterijski prsten dobija rekurentne grane na prednjoj strani od prednje golenjaćne arterije (*a. recurrens tibialis anterior*) i na zadnjoj strani od zadnje golenjaćne arterije (*r. circumflexus fibulae*). Posebnu ulogu u vaskularizaciji zgloba kolena ima srednja arterija kolena (*a. genus media*), koja nastaje od zatkolene arterije u visini zglobne pukotine, pruća se iz zatkolene jame put napred, ne anastomozira se sa arterijskom mrećom kolena, probija fibroznu kapsulu i ishranjuje ukršćene ligamente i meniskuse koji dobijaju pomoćne granćice i od donje arterije kolena. Vene kolenog zgloba prate arterije i ulivaju se u zatkolenu venu (*v. poplitea*). Limfni sudovi se dele u tri grupe. Prednja grupa formira dva puta, prvi ascendentni, koji odnosi limfu u prednji region natkolenice i drugi descendentni koji se spušta naniće, provlaći izmeću golenjaće i lišnjaće i završava u limfnim ćvorovima zatkolene jame.

Limfni sudovi bočne strane kolena prate krvne sudove i završavaju u zatkolenim limfnim čvorovima gde završava i limfa zadnje grupe limfnih sudova koja prati srednju arteriju kolena.

1.4. Inervacija zgloba kolena

U inervaciji zgloba kolena učestvuju četiri živca.⁹⁶

1. butni živac (*n. femoralis*) – daje dva do tri ogranka koji se odvajaju od grana za unutrašnji stegni mišić, safenskog nerva ili od grana za srednji stegni mišić.
2. golenjačni živac (*n. tibialis*)
3. zajednički lisni živac (*n. peroneus communis*)
4. zaporni živac (*n. obturatorius*)

Golenjačni nerv je redovan živac za inervaciju kolena, dok učestalost ostalih u inervaciji varira od 92 % (grana za unutrašnji stegni mišić) do 28 % (zaporni živac).

Kennedy⁸² je identifikovao prednju i zadnju grupu nerava. U prednju grupu spadaju grane butnog živca (*n. femoralis*), grane zajedničkog lisnog živca (*n. peroneus communis*) i safenskog živca (*n. saphenus*). Zadnju grupu čine zadnji živac zgloba kolena (*n. articularis posterior*) grana goleničnog živca koja je najstalnija i grančice zapornog živca. Najvažniji nerv zgloba kolena je *nervus articularis proprius genus medialis*, takođe grana golenjačnog živca, debljine 1 mm, prolazi unutrašnjom stranom zgloba i može se povrediti prilikom pristupa unutrašnjem kolateralnom ligamentu. Gubitak dubokog senzibiliteta i proprioceptivne kontrole unutar zgloba vodi hroničnim degenerativnim procesima.

1.5. Mehanika zgloba kolena

Zglob kolena predstavlja kombinaciju ugaonog zgloba ili zgloba šarke (ginglymus) i valjkastog zgloba (articulatio trochlearis). Samim tim u njemu se odvijaju pokreti u dve ravni, sagitalnoj i horizontalnoj, odnosno, kažemo da zglob kolena ima dve osovine – poprečnu i uzdužnu. Oko poprečne osovine zglob kolena vrši fleksiju i ekstenziju a oko uzdužne unutrašnju i spoljašnju rotaciju. Ovi pokreti nisu isti u unutrašnjem i spoljašnjem odeljku kolena kako pri pokretima oko poprečne tako ni oko

uzdužne osovine. Prilikom fleksije potkolenica vrši dodatnu unutrašnju rotaciju sa centrom na unutrašnjem kondilu golenjače, odnosno prednja tibijalna translacija je veća na spoljašnjem nego na unutrašnjem kondilu. Takođe, unutrašnja i spoljašnja rotacija se vrše oko osovine koja prolazi kroz unutrašnji kondil. Takav položaj centra rotacije omogućuje oblik unutrašnjeg kondila butne kosti koji je pored zavijenosti od napred put nazad, zavijen i oko međukondilarne jame od unutra put spolja. Zglob kolena možemo podeliti na unutrašnji i spoljašnji meniskofemoralni i meniskotibijalni deo. U unutrašnjem meniskofemoralnom zglobu obavlja se fleksija, ekstenzija i rotacija, dok se u spoljašnjem meniskofemoralnom zglobu obavlja samo fleksija i ekstenzija.

Aktivni pokret fleksije obavlja se u rasponu od 0 ° do 130°. Pasivna fleksija moguća je do 160°. Prilikom fleksije obavlja se kompenzacijska unutrašnja rotacija potkolenice od 5°. Aktivnu fleksiju vrše dvoglavi mišić buta, polužilasti, poluopnasti, vitki, terzijski, zatkoleni i dvoglavi mišić potkolenice. Aktivna ekstenzija je moguća do nultog položaja (0°). Kod osoba ženskog pola moguća je aktivna hiperekstenzija do 5°, koja se označava kao fiziološki rekurvatum zgloba kolena. Kod muškaraca ova hiperekstenzija se može izvršiti samo pasivnim pokretom. Ekstenziju vrše četveroglavi mišić buta i mišić zatezač široke fascije, dok prekomernu ekstenziju ograničavaju kolateralni ligamenti, prednja ukrštena veza i posteromedijalni deo LCP.

Rotacija potkolenice u potpunoj ekstenziji praktično je nemoguća zbog zatezanja bočnih ligamenata. U polufleksiji od oko 90° rotacija je maksimalna i iznosi 10° (unutrašnja) odnosno 40° (spoljašnja). Unutrašnju rotaciju obavljaju polužilasti, poluopnasti i vitki mišić a ograničavaju je LCM i oba ukrštena ligamenta. Spoljašnju rotaciju obavlja dvoglavi mišić buta i zatkoleni mišić a ograničava je LCL i posteromedijalni deo LCP. Prilikom rotacije, meniskusi se odižu od gornje zglobne površine golenjače, klize preko nje i prate kondile butne kosti.

1.5.1. Uloga LCA u biomehanici zgloba kolena

Prednja ukrštena veza je primarni stabilizator prednje tibijalne translacije i sekundarni stabilizator tibijalne rotacije.

Pokreti u zglobu kolena predstavljaju kombinaciju klizanja i kotrljanja a opisuju se kao linearno i angulaciono kretanje. Linearno kretanje koje se vrši klizanjem predstavljeno je translacionim pokretima butnih kondila po tibijalnom platou, dok je

angulaciono kretanje koje se vrši kotrljanjem predstavljeno rotacionim pokretima butnih kondila. U početku fleksije u zglobu kolena preovlađuje kotrljanje dok je pri krajnjoj fleksiji čisto klizanje. Kretanje između butne kosti i golenjače opisujemo kao relativno kretanje. Opis relativnog kretanja opisuje se uz pomoć trenutnog centra rotacije. To je tačka koja postoji samo za jedan trenutak. Linija koja povezuje ove tačke prilikom čitave amplitude pokreta predstavlja putanju trenutnih centara. Po Miller-u⁹¹ pokreti klizanja i kotrljanja kontrolisani su od strane ligamentarnog sistema kolena opisanog kao osnovni kinematički model četveropolužnih veza („four bar linkage“).

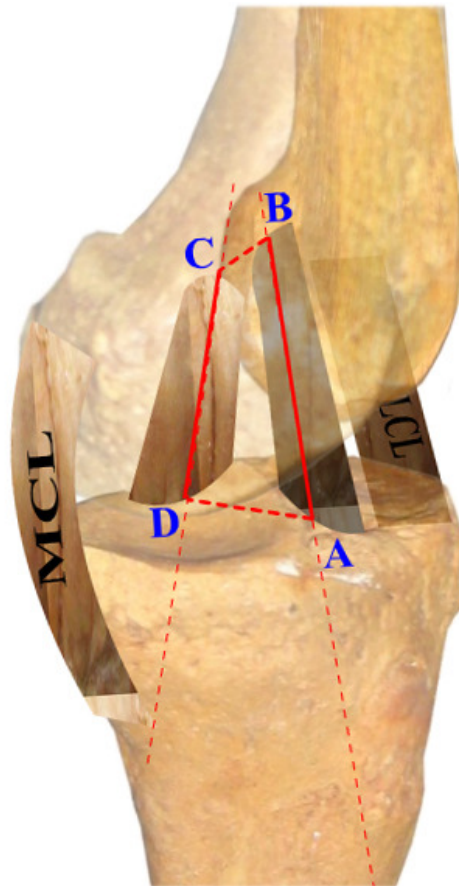
Radi lakšeg izučavanja, stabilnost u zglobu kolena posmatraćemo za svaki pokret posebno. Ligamenti kolena sprečavaju translaciju ako ona ima isti pravac kao i vlakna ligamenta. Rotacioni pokreti ne mogu biti sprečeni samo ligamentima, već je za postizanje stabilnosti potrebna i akcija mišića. Fleksija je ograničena oblikom zglobnih površina i ligamentima, ekstenzija ligamentima i zglobnom kompresijom, abdukcija-addukcija ligamentima i bočnom zglobnom kompresijom, spoljašnja i unutrašnja rotacija ligamentima i meniskusima a mediolateralno i anteroposteriorno pomeranje je ograničeno konfiguracijom zgloba i ligamentima. Kao što možemo videti iz prethodnog teksta, a kako navodi Scott,¹⁴³ stabilnost u zglobu kolena za svaki pokret određuju dva elementa. Sa druge strane, svaki ligament ograničava bar dva pokreta.

Prednja tibijalna translacija se povećava posle ruptуре LCA, a ovo povećanje je još veće ako dođe do resekcije unutrašnjeg meniskusa. Obostrana meniscektomija bez ruptуре LCA ima mali uticaj na prednju tibijalnu translaciju. U ovom slučaju LCA je primarni stabilizator u zglobu kolena za pokret translacije dok su meniskusi sekundarni. U kontroli prednje tibijalne translacije LCA učestvuje sa 85,1%.⁹¹ Ako se LCA resekira, bedrenogolenjačni snop pruža 20-25% preostalog otpora prednje tibijalne translacije a LCM i LCL 12-17%. Prednja tibijalna translacije je najveća između 20° i 25°, što čini osnov Lachman-ovom testu.

Drugi pokret koji LCA stabilizuje je unutrašnja rotacija. Amplituda ovog pokreta (unutrašnja rotacija – neutralan položaj) je 10° a najveća je pri fleksiji od 30° do 90°. Unutrašnja rotacija prati pokret fleksije, uslovljena je anatomijom koštanih površina i podrazumeva takozvani „zaključavajući mehanizam potkolenice“. Resekcija LCA dovodi do oštećenja mehanizma zaključavanja zgloba kolena.

1.5.2. Četvoropolužni sistem kolena

Pokret u zglobu kolena ne definišu nekongruentne zglobne površine već geometrija ligamenata, krucijata i kolaterala. Dva krucijata i dva kolaterala, zajedno sa butnom kosti i golenjačom čine četveropolužni sistem. Streser,¹⁶⁶ Karpandji,⁷⁷ i Hughson⁶⁷ su uprostiti sistem kolena na dva stepena slobode kretanja (sagitalna i horizontalna ravan; fleksija i rotacija) smatrajući osnovnim ligamentima krucijate koji sa kostima grade štapove – veze (ABCD; AD – golenjačni pripoj krucijata, BC – linija koja spaja butne pripoje krucijata). Linija AD je paralelna tibijalnom platou a BC krovu međukondilarnе jame. LCA je predstavljen linijom AB a LCP linijom CD. Tokom fleksije LCA rotira unutar ugla od 40° oko svog pripoja na golenjači, prema tibijalnom platou, dok se LCP rotira za isti ugao od platoa, a oko butnog pripoja.



Slika br. 6. Četveropolužni ukršteni sistem ligamenata

Prilikom pokreta u kolenu dolazi do promene geometrije ligamentarnih sistema veza pri fleksiji i ekstenziji uz uslov da pojedina vlakna ostanu izometrična. Kod LCA to su anteromedijalna vlakna a kod LCP verovatno središna.

Posebna specifičnost zgloba kolena je trenutni centar i osovina fleksije. Mesto gde se ukrštaju krucijati naziva se trenutni centar nultog ubrzanja.^{110,122} To je tačka gde osovina fleksije preseca parasagitalnu ravan. Ona se u toku fleksije, kao i osovina fleksije, pomera put nazad i gradi liniju u odnosu na golenjaču a elipsu – centru u odnosu na butnu kost. Distalno od ove tačke nalazi se kontaktna tačka između golenjače i butne kosti. Rastojanje između dve sukcesivne tačke na butnoj kosti veće je tri puta od istog rastojanja na golenjači zbog kotrljajuće komponente prilikom fleksije u zgobu kolena. Strasser¹⁶⁶ i Karpndji⁷⁷ navode da je razmak ovih tačaka veći na spoljašnjem kondilu zbog „boljeg naleganja“ sa unutrašnje strane.

Nekongruentne površine butnih i golenjačnih kondila delimično nadopunjuju meniskusi i ligamenti. U kasnijem životnom dobu kongruencija zgloba održava se samo ako ligamenti funkcionišu u zadovoljavajućem obimu, jer ligamenti pretvaraju proste rotacione pokrete u kompleksnije pokrete „parova“. Ukršteni ligamenti su stvarni pokretači, nukleus kinematike zgloba kolena, zbog čega ne mogu biti zamenjeni rekonstrukcijom perifernih ligamenata i zglobne kapsule.¹⁶

Pri teorijskom razmatranju uzimamo u obzir da je LCA uvek iste dužine i da omogućuje pokrete u obimu 5 – 0 – 145° fleksije kolena. Sastoji se od tri dela (anteromedijalnog, intermedijalnog i posterolateralnog) koji se različito izdužuju u različim stepenima fleksije ali istovremeno održavaju efektivnu izometriju tokom čitave amplitude pokreta. Izometričko poziciranje grafta LCA, posebno butnog pripoja, omogućava pun obim pokreta kolena, bez tenzije u graftu, čime se smanjuje mogućnost njegove rupture. Ako je graft zategnut, dolazi do rupture ili do fleksione kontrakture kolena. Ako je graft labav onda neće služiti kao vodič pokreta u zgobu kolena.¹²

1.6. Embriologija zgloba kolena

Prema Streeter-u vremenski period razvoja ekstremiteta do stadijuma konačnog oblika nakon kojeg se ekstremiteti samo uvećavaju, traje do osme nedelje intrauterinog života i prolazi kroz 23 stadijuma. Pupoljak noge se razvija u 13-om periodu a u sledećem stadijumu razlikuju se ektoderm i mezoderm unutar popoljka. Iz

dubokog dela mezoderma tokom 16-og stadijuma (31 – 33 dan) razvija se prekartilaginozni skelet a iz srednjeg periost, kapsule i muskulotetivni sistem. U ovom stadijumu mezenhimne ćelije transformisane u hondroblaste jasno diferenciraju butnu kost, golenjaču i lišnjaču. U ovom stadijumu razlikujemo stopalo, spoljašnji cefalični region sa granama slabinskog pleksusa i unutrašnji kaudalni sa granama krsnog spleta. Početkom 17-tog perioda pupoljci se rotiraju prema unutra a formiraju se i rudimentirani zglobovi. U sledećem periodu dolazi do hondrifikacije butne kosti, golenjače i lišnjače a formira se i čašični ligament. U 20-om stadijumu od sloja zgusnutog mezenhima na periferiji formira se zglobna čahura a od centralnog vaskularnog dela mezenhima nastaje sinovija, ukršteni ligamenti i meniskusi pripojeni za butnu kost i golenjaču. Na kraju dvadeset drugog stadijuma okrajci golenjače i butne kosti prekriveni su hrskavičnom masom a ukršteni ligamenti i meniskusi su potpuno diferencirani. U dvadeset trećem stadijumu koleno dobija izgled adultnog a nešto kasnije (deseta nedelja) meniskusi se odvajaju od butne kosti i golenjače a ostaju vezani samo na periferiji i rogovima.

2. Povređivanje prednje ukrštene veze

2.1. Mehanizam povređivanja prednje ukrštene veze

Prednja ukrštena veza predstavlja najčešće povređivan ligament kolena čije povrede čine 50% svih povreda kolena.⁹¹ Povrede LCA mogu biti izolovane i kombinovane sa povredama drugih ligamenata ili meniskusima. Od kombinovanih lezija najčešća je O'Donoghe-va „nesretna trijada“ kod koje prvo dolazi do rupture LCM, oštećenja perifernog dela unutrašnjeg meniskusa a zatim i do ruptore LCA. Ovakva povreda obično je uzrokovana sudarom sa igračem u grupnim sportovima, kada na potkolenicu u rotaciji deluje valgus sila – odnosno drugi igrač. Takvi sportovi su američki fudbal, hokej na ledu i rvanje.¹³³

Izolovane povrede nastaju najčešće pri doskoku ili u „nekontaktnim“ sportovima. Većina pacijenata navodi da su čuli prasak u kolenu, nakon čega se javio bol, otok i nemogućnost hoda.

Jedan od načina izolovane lezije LCA je hiperekstenzija sa unutrašnjom rotacijom, kada se LCA utiskuje u međukondilarnu jamu i biva povređen. LCA takođe

može biti povređen doskokom na flektirano koleno posle odskoka ili pada sa visine. U ovom slučaju kontrakcija četveroglavog mišića buta preko čašičnog ligamenta vuče golenjaču napred, a težina tela preko čašice gura butnu kost nazad. Kod ovakvih povreda biva povređen zadnji rog meniskusa.⁹¹

Povređivanje LCA zavisi pre svega od samih karakteristika ligamenta, ali i od osobina ligamentarnih pripoja. Anizotropna svojstva podrazumevaju različita svojstva ligamenta u različitim smerovima, dok viskoelastična se odnose na fenomen puzanja (creep) i „ispravljanje kolagenih zavijutaka“. Ako se pređu granice elongacije dolazi do rupture ligamenta koja se odvija u četiri faze. U prvoj fazi dolazi do fenomena puzanja, druga se karakteriše mikrolezijama kolagenih vlakana, u trećoj dolazi do kidanja kolagenih vlakana ali je očuvana makrostruktura ligamenta dok četvrtu karakteriše makroskopski prekid ligamenta. Ovakav sled događaja može se predstaviti krivom kidanja. Oblik krive zavisi od osovine opterećenja (ligament je čvršći duž svoje osovine), brzine kidanja, uzrasta i vrste aktivnosti.⁹¹ Veća brzina promene dužine ligamenta dovodi do rupture u središnjoj supstanci, dok spore promene dovode do avulzionih lezija. Takođe, avulzione lezije su češće kod mlađih pacijenata, kao i posle duže imobilizacije zbog subperiostalne resorpcije na mestu pripoja ligamenta. Ligamentarne rupture proksimalnog dela javljaju se u 71% slučajeva, 12% su rupture središnjeg dela, 12% povreda pogađa distalni deo a 5% su lezije avulzionog tipa.

2.2. Učestalost u populaciji

Razvoj novih dijagnostičkih postupaka doprineo je otkrivanju većeg broja ruptura LCA. Povređivanje LCA gotovo uvek je skopčano sa fizičkom aktivnošću tako da je njena incidenca najveća u mladoj, sportski aktivnoj populaciji. U drugoj polovini dvadesetog veka dolazi do povećanja procenta sportski aktivne populacije pa su samim tim i povrede bile učestalije. Ovde ističemo da je sportska aktivnost glavni faktor rizika i „krivac“ velike učestalosti povrede LCA. Nepostojanje nacionalnih registara rekonstrukcije LCA donosi nepotpune podatke o broju kontaktnih i nekontaktnih povreda prednje ukrštene veze i njihovoj uspešnoj rekonstrukciji. Pojedine države (Norveška 2004, Danska, 2005, Švedska 2006) su osnovale nacionalne registre povreda LCA pa su samim tim i informacije o povredama verodostojnije.¹³³ Tako na primer, incidenca LCA rekonstrukcija na 100 000 stanovnika Norveške unutar najizloženije

starosne grupe (16-39 godina) iznosi 85. Takođe, isti izvor navodi da je najveći broj operacija unutar ženskog pola izveden u starosnoj dobi od 15 do 19 godina.⁵¹ Švedski registar beleži veći broj rekonstrukcija LCA kod muškaraca nego kod žena za 2005 (59:41 %) i 2006 godinu (55:45 %) kao i godišnju stopu incidence od 81 na 100 000 stanovnika unutar populacije od 10 do 64 godine.⁹⁴

Prema podacima NCAA (National Collegiate Athletics Association), s obzirom na vrstu sporta, najučestalije povrede kod žena su u košarci, atletici, lakrosu i fudbalu dok su kod muškaraca najučestalije povrede u američkom fudbalu, lakrosu, košarci i fudbalu.⁶² S obzirom na sportove koji se upražnjavaju profesionalno ili rekreativno na našim prostorima, najučestalije povrede su u fudbalu, košarci, rukometu, odbojci i atletskim disciplinama. Takođe, alpsko skijanje predstavlja jedan od sportova kod kojih postoji veća učestalost povređivanja LCA. S obzirom na prirodu sporta njegova učestalost u našoj zemlji nije velika pa ga ne možemo svrstati među pet sportova sa najvećom učestalošću.

Porast broja sportski aktivne populacije i primena savremenih dijagnostičkih metoda doveli su do naglog porasta broja evidentiranih pacijenata sa povredom prednje ukrštene veze (*ligamentum cruciatum anterius – LCA*) zgloba kolena. Samo u SAD godišnje se registruje oko 350 000 povreda LCA.⁴⁹ Ovi podaci su jasno ukazali na neophodnost identifikacije faktora koji mogu dovesti do povrede prednje ukrštene veze i njihove klasifikacije.^{49,50} Mountcastle i sar¹⁰⁹ navode nešto veću stopu incidence za studente koja iznosi 3.24 na 100 za muškarce i 3.51 na 100 za žene. Ranija literatura beleži veću incidencu povreda kod ženskih sportista ali je kasnije utvrđeno da je to rezultat neprikladne kondicije mladih žena. Sa podesnijom kondicijom incidenca povreda se manje razlikuje u poređenju sa muškarcima.

2.3. Dijagnostika povreda prednje ukrštene veze

Za pravilno postavljanje dijagnoze rupture LCA pored pravilno uzete anamneze i fizikalnog pregleda potrebno je i poznavanje mehanizma povrede zgloba kolena. Najčešći mehanizam je dejstvo valgus sile na potkolenicu u rotaciji kada prvo strada LCM, unutrašnji deo kapsule, unutrašnji meniskus i LCA (O'Donoghuaova nesretna trijada). Drugi po redu mehanizam je dejstvo sile na koleno u hiperekstenziji koje daje leziju LCA udruženu sa lezijom meniskusa. Sledeća dva načina su udarac u

golenjačno ispušćenje pri fleksiji od 90° i dejstvo varus sile. Do kidanja LCA može doći i na ova dva načina, ali pre toga moraju da stradaju drugi ligamenti kao što su zadnja ukrštena i spoljašnja kolateralna veza.

Za dijagnostiku rupture LCA važni su test „prednje fioke“, Lachmanov test (Slika br. 7.) i fleksijsko – rotacioni test pri čemu su prati prednja tibijalna translacija. Druga serija testova za otkrivanje lezije LCA su test klizanja centra rotacije kolena (pivot shift test), obrnuti test klizanja centra rotacije (reverse pivot shift) i Losee-ijev test.



Slika br. 7. Lachman-ov test. Koleno je u položaju nepotpune ekstenzije (oko 30° fleksije). Ispitivač povlači gornji deo potkolenice unapred i pri tome kod pozitivnog testa nalazi povećano pomeranje gornjeg dela potkolenice unapred, bez jasnog zaustavljanja (povećana prednja tibijalna translacija).

2.4. Fiziologija lečenja ligamenata

Hirurški nezbrinuta ruptura LCA vodi hroničnoj nestabilnosti kolena, prekidu sportskih aktivnosti, gubitku propriocepcije i artrozi kao ishodu hroničnih nelečenih nestabilnosti kolena. LCA – deficitarno koleno nije sposobno da izdrži visok nivo sportske aktivnosti, posebno kod sportova u kojima su česte promene pravca. Artroskopski asistirana rekonstrukcija je najčešća procedura kojom se zbrinjava ruptura LCA.

Proces lečenja intraartikalarnih ligamentarnih lezija značajno se razlikuje od načina lečenja ekstraartikalarnih lezija. Lečenje ekstraartikalarnih lezija odvija se kroz četiri faze. U prvoj, inflamatornoj fazi, odmah nakon lezije preko oštećenih krvnih sudova dolazi do stvaranja hematoma koji ispunjava prostor između retrahovanih krajeva. Hematom ispunjavaju eritrociti, leukociti, monociti, makrofazi a kasnije dolazi i do fibroblastne proliferacije. Kao odgovor na povredu većina ćelija oslobađaju vazodilatatore koji dovode do inflamacije. Nakon 72 sata počinje druga faza, faza proliferacije u kojoj vaskularno granulaciono tkivo između retrahovanih krajeva sa predominacijom fibroblasta počinje da stvara kolagena vlakna. Par nedelja posle počinje faza remodelacije u kojoj se kolagena vlakna uzdužno orijentišu, čime se jačina ligamenta povećava. Poslednja faza je faza maturacije.

Ruptura LCA predstavlja intraartikalarnu leziju i za njeno lečenje ne važe gore navedene faze. Tokom prve faze, unutar ligamenta ne dolazi do stvaranja hematoma zbog ispiranja od strane sinovijalne tečnosti. Samim tim ne obezbeđuje se sredina za nastanak vaskularnog granulacionog tkiva. Da bi se ovaj problem prevazišao na mesto rupturiranog LCA stavlja se autograft koji ima ulogu matrice u kojoj procesima nekroze i revaskularizacije dolazi do celularne proliferacije. Glavni izvor vaskularizacije grafta dolazi od sudova infrapatelarnog masnog jastučeta odnosno sinovije. Kompletna revaskularizacije traje i do 20 nedelja.

2.5. Prevencija ruptura LCA

Mnogobrojna današnja literatura opisuje različite programe prevencije koji imaju za cilj smanjenje učestalosti povređivanja LCA kao i drugih ligamenata kolena.²⁶ Iako su faktori rizika za povredu LCA brojni ovi preventivni programi najvećim delom se odnose na grupu neuromuskularnih, odnosno biomehaničkih faktora rizika.¹³³ Pravilan neuromuskularni trening može povećati snagu hamstringa (privodioca) i samim tim smanjiti rizik od povrede LCA, naročito kod žena.¹³³ Isti autori dodaju da se adekvatnim treningom može povećati stepen fleksije kolena prilikom doskoka i samim tim eliminisati još jedan od faktora rizika za povređivanje LCA. Shodno navedenom, postavlja se pitanje da li je moguće i u kojoj meri uticati i na sve ostale faktore sa ciljem smanjenja rizika od povrede LCA.

Kada se povreda LCA desi, ona onesposobljava sportistu duže ili kraće vreme. Oporavak i remodelacija ugrađenog grafta zahtevaju vreme za koje sportista gubi kondiciju, utreniranost a dolazi i do atrofije mišića. Neki sportisti se nikada ne vrate na prvobitni nivo. Uzimajući u obzir gubitke koje donosi povreda LCA jednom profesionalnom sportisti i njegovom klubu sa jedne strane i teorijsku mogućnost predviđanja povrede sa druge, postavlja se pitanje da li je moguće i u kolikoj meri određenim hirurškim procedurama sprečiti povredu. Ako je moguće onda ostavljamo hirurzima da razrade određene tehnike. Hirurškom obradom međukondilarne jame (notchplastic) moguće je skinuti koštane grebene međukondilarne jame i izmeniti vrednost indeksa širine i indeksa oblika jame. Indirektno, samim tim što bi istanjili spoljašnji kondil došlo bi do smanjenja ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni i povećanja ugla koji spoljašnji kondila zaklapa sa LCA.

Uz pomoć određenih hirurških procedura zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu bi se mogao povećati a time bi se eliminisao još jedan faktor rizika. S obzirom kako tehnika napreduje, možemo očekivati da se bušenjem tunela kroz tibiju i femur, kroz zdravu LCA provuče STG (*semitendinosus – gracilis*) graft bez povrede sinovijalne membrane. Sa jedne strane dobili bi deblju LCA, dok bi izborom mesta insercije mogli da utičemo na dužinu veze i njen ugao u sagitalnoj i frontalnoj ravni. Ovakva intervencija - operacija (u željeno vreme) skratila bi vreme odsustva sportiste sa terena (npr. u sredini sezone).

Naravno, pre toga je potrebno identifikovati i verifikovati one faktore koji imaju uticaj na povredu od onih za koje se to pretpostavlja.

3. Faktori koji utiču na povređivanje prednje ukrštene veze

Osnovni preduslov za nastanak izolovane rupture LCA jeste bavljenje bilo kakvom sportskom aktivnošću, makar i rekreativno. Bez dejstva fizičke sile (u ovom slučaju težine tela) nema ruptur LCA. U zavisnosti od intenziteta sile i mehanizma nastanka ove povrede variraju od izolovanih do kombinovanih sa povredom meniskusa, kolaterala ili zadnje ukrštene veze (takođe, postoje i ruptur LCA koje nastaju bez sportske aktivnosti i gotovo uvek su posledica teške traume zgloba kolena

kod koje dolazi do destrukcije koštanih struktura). Ovaj preduslov delimično je uslovljen sa druga dva faktora. Prvi su godine starosti, s obzirom da je sportski aktivna populacija najvećim delom obuhvata doba od sedme do šezdesete godine. Kako kod ispitanika mlađih od 16 godina nije završen rast, a kod ispitanika starijih od 50 godina postoji velika učestalost degenerativnih promena na zglobu kolena, ciljna sportski aktivna populacija je ograničena od 16 do 50 godina. Drugi faktor je pol ispitanika. Pored razlike u hormonskom statusu koji deluje na elastičnost tkiva, konstitucionalne razlike koja deluje na obrazac oslanjanja noge o tlo, postoje i razlike u načinu i intenzitetu treniranja između muškaraca i žena.

Na predlog Američkog udruženja ortopedskih hirurga i hirurga angažovanih u sportskoj medicini faktori koji mogu da dovedu do povrede LCA klasifikovani su u dve grupe: spoljašnji (faktori spoljašnje sredine) i unutrašnji koji mogu biti: anatomski, neuromuskularni i hormonalni.⁵⁰

Zajedničko za sve do sada citirane studije je da su pratile pojedinačne faktore rizika i shodno tome dobili rezultate koji govore u prilog ili protiv jednog faktora (ili jedne grupe faktora) kao značajnog za povređivanje LCA. Međutim, kako zglob kolena deluje kao celina u kojoj se integrišu spoljašnji i unutrašnji, anatomski, faktori spoljašnje sredine, neuromuskularni i hormonalni faktori, bilo bi površno izdvojiti jednu grupu faktora i njih proglasiti odgovornom ili ne za povredu LCA a pri tome ignorisati učešće svih ostalih. Predmet istraživanja nedavne magistarske teze¹⁵⁷ bili su gotovo svi anatomski faktori rizika na osnovu kojih je autor uz pomoć kanoničke korelacije prezentovao verovatnoću tačnog prognoziranja povrede LCA uz pomoć poznatih anatomskih faktora rizika od 89% za muškarce i 76% za žene. Analizom diskriminante na ispitivanom uzorku pacijenata rađeno je pretpostavljeno članstvo u grupi sa senzitivnošću i specifičnošću od 100% unutar muške podgrupe i senzitivnošću od 100% i specifičnošću od 83% unutar ženske podgrupe. Nešto manje obimna studija koju su izveli Simon i sar¹⁵¹ na 34 ispitanika pratila je manji broj anatomskih faktora rizika i na osnovu njih testirala pretpostavljeno članstvo u grupi uz pomoć analize diskriminante i dobila senzitivnost od 70% i specifičnost od 67%. Paralelnim praćenjem spoljašnjih i unutrašnjih faktora koji dovode do povrede LCA na uparenom uzorku pacijenata mogli bi sa većom sigurnošću da tvrdimo koji faktori su značajni i da na onovu njih povećamo verovatnoću tačnog prognoziranja povrede LCA veze u sportski aktivnoj populaciji.

Ova studija polazi od generalne podele svih faktora rizika na spoljašnje i unutrašnje. Neki faktori rizika se odnose na generalnu predispoziciju za povređivanje LCA i uzeti u obzir prilikom mečovanja pacijenata kontrolne i ispitivane grupe. To su pre svega vrsta sportske aktivnosti, pol i godine pacijenta.

3.1. Vrsta sportske aktivnosti

Povređivanje LCA skopčano je sa fizičkom i sportskom aktivnošću. Bez njih ne dolazi do povređivanja LCA. Svaka fizička aktivnost pri kojoj se opterećuje zglob kolena može dovesti do prekomernog zatezanja LCA ili njegovog oslanjanja na koštane strukture. Najučestalije povrede su u sportovima koji podrazumevaju obrtne aktivnosti uz doskok na poluopruženo ili opruženo koleno.

Različite vrste sportskih aktivnosti ne predstavljaju identičan faktor rizika za rupturu prednje ukrštene veze. Prednjače sportovi sa obrtnim i doskočnim aktivnostima kao što su fudbal, odbojka, rukomet, košarka i atletika. Takođe, u zavisnosti od sportske svesti i učestalosti upražnjavanja pojedinih sportova u određenim regionima sveta, veliki broj ruptura postoji i u sportovima kao što su američki fudbal, lakros, bejzbol, hokej na travi i skijanje ali u našem podneblju ovi sportovi ne doprinose mnogo u broju ruptura LCA. Sportovi kao što su ragbi, rvanje i hokej na ledu takođe imaju veliku frekvencu povređivanja LCA ali su ove povrede zbog prirode sporta obično kontaktne i udružne su sa povredom drugih ligamenata (LCP, LCM, LCL) ili koštanih struktura. Interesantan je povećan broj povreda u profesionalnom rukometu kod žena za razliku od muškaraca. Naime, žene beleže 2.29 povreda na 1000 sati igre a muškarci 0.31 povredu za isto vreme.¹¹⁶

3.2. Uticaj pola

Krajnja sudbina i misija žene je da ispuni plemenitu i ljubaznu ulogu supruge i majke. To je Božji zakon, a pravila društva se moraju adaptirati prirodi stvari (Bradley, 1872).¹⁷

Koliko god se mi trudili u današnje vreme da gore navedeni citat ne uzimamo "zdravo za gotovo" i izjednačimo prava i obaveze među polovima, ne možemo tokom perioda od jednog veka izmeniti konstitucionalne razlike koje su produkt evolucije duge više stotina hiljada godina a ta evolucija počiva na gore navedenom citatu.

Kada govorimo o povređivanju LCA, uticaj pola sastoji se od nekoliko faktora koji najčešće idu uz ženski pol. To su slabija mišićna snaga, neutreniranost, elastičnost ligamenata i obrazac prenosa težine sa natkolenice na potkolenicu prilikom čučnja i doskoka. Pored toga, tu su još i velik ugao četveroglavog mišića (Q-angle: ugao između pravca četvoroglavog mišića i butne kosti), veća širina karlice, anteverzija butne kosti, koleno u valgus položaju i stopalo u pronaciji. Tillman i sar.¹⁷⁰ su merili ugao četvoroglavog mišića i ugao između potkolenice i stopala kod 30 studenata i 27 studentkinja. Vrednosti Q-ugla studentkinja su bile visoko statistički značajno veće nego kod studenata (za 4.4°), dok je ugao između potkolenice i stopala bio statistički značajno veći takođe kod studentkinja (3.6°).

Prve studije o faktorima koji predisponiraju povredu LCA govore u prilog povećanoj vulneabilnosti LCA kod pripadnika slabijeg pola. Međutim, kasnije studije su utvrdile da je razlog povrede slabija mišićna snaga i neutreniranost. Povećanjem fizičke kondicije i mišićne snage kod profesionalnih sportista ženskog pola incidenca povređivanja LCA kod žena približno se izjednačava sa incidencom povređivanja kod muškaraca.²²

Viola i sar.¹⁷⁴ u svojoj studiji o povređivanju LCA kod profesionalnih alpskih skijaša na 7155 ispitanika utvrdili su da ne postoji statistički značajna razlika u incidenci povređivanja između žena i muškaraca. Gwinn i sar.⁵² u svojoj studiji na pomorskim podoficirima govore o povećanju relativnog rizika za povređivanje LCA kod žena u odnosu na muškarce. Međutim, navedena razlika nije statistički značajna. Slične podatke navode Stevenson i sar.¹⁶⁵ Sa druge strane, Mountcastle i sar.¹⁰⁹ navode veću učestalost povređivanja LCA kod studentkinja.

Bjordan i sar.¹³ su upoređivali učestalost povređivanja kod žena i muškaraca fudbalera i pronašli da se žene povređuju 5.4 puta češće. Čak osam puta češće povređivanje LCA kod žena navode Malone i sar.¹⁰¹

Sa stanovišta neuromuskularne kontrole, zbog nešto slabije muskulature unutrašnje lože natkolenice kod žena, utvrđeno je da žene vrše doskok sa većim

stepenom ekstenzije u zglobu kolena. Navedenu teoriju potvrdila je studija izvedena od strane Schmitz i sar¹³⁹. Međutim, Chaudhari i sar²⁷ nisu pronašli značajnost u fleksiji u zglobu kolena prilikom skoka sa visine od 30 cm između muškaraca i žena.

Zbog uticaja hormona, pre svega estrogena, žene imaju elastičnije ligamente nego muškarci. U fiziološkom opsegu pokreta ovaj faktor deluje pozitivno na funkciju ligamenta. Međutim, ovaj faktor može da deluje negativno jer veća labavost ligamenta omogućava zglobu da lakše dođe u položaj iz kojeg „nema nazad“ a snaga mišića je nedovoljna da zadrži zglob u okviru fizioloških granica. Ovu teoriju su potvrdile neke studije.^{76,108} Sa druge strane Decoster i sar³³ nisu pronašli značajnu razliku u učestalosti povređivanja LCA između hipermobilnih i normalnih atletičara.

3.3. Godine starosti

Incidenca povređivanja LCA najveća je u mladoj, sportski aktivnoj populaciji. Počev od puberteta, mladi počinju profesionalno da se bave sportskim aktivnostima a samim tim dolaze u opasnost od sportskih povreda. Ove intenzivne sportske aktivnosti mladih prati povećana incidenca povređivanja LCA sve do srednjih godina kada mnogi prestaju da se profesionalno bave sportom. Kod muškaraca najveći broj ruptura prati period od 15 do 35 godina a potom se broj postepeno smanjuje. Kod žena postoji oko tri puta veća učestalost u dobi od 15 do 25 godina, a potom se učestalost povreda održava do 40 godine kada dolazi do postepenog pada.⁵¹

Razlog povređivanja LCA u srednjih godinama najčešće je rekreativno bavljenje sportom kako bivših profesionalaca tako i amatera. U kasnim godinama incidenca povređivanja LCA se smanjuje. Razlozi za to su minimalna fizička aktivnost i promene na koštanom sistemu. Demineralizacija kosti dovodi do povećanja vulneabilnosti koštanog sistema koji obično u ovim godinama strada pre ligamenata.

3.4. Spoljašnji faktori rizika koji utiču na povređivanje prednje ukrštene veze

Postoji više različitih preduslova koji se odnose na faktore spoljašnje sredine (socioepidemiološki faktori). Jedan od njih je postojanje obavezne sportske, fizičke

aktivnosti, odnosno upražnjavanje sportskih aktivnosti makar i rekreativno. Povrede su najčešće u populaciji sportista čija priroda sporta podrazumeva trčanje, doskok, nagle promene pravca kao i obrtne aktivnosti (fudbal, košarka, rukomet, odbojka, atletika). Poseban akcent se stavlja na veću učestalost povreda LCA tokom takmičenja za razliku od treninga.²¹ Učestalost treniranja kao i vrsta sporta takođe su opisane kao značajne za povredu LCA. Sa druge strane naučna literatura je podeljena po pitanju učestalosti među polovima. Zastupnici teorije o tome da su žene vulneabilnije navode veći broj povreda u ženskoj nego u muškoj populaciji.¹³³ Kao faktore koji pospešuju ovu teoriju pojedini autori navode različit hormonski status,⁷⁶ uzimanje medikmenata ili hormonske terapije pa čak i nošenje štikli. Druga grupa teoretičara navodi da je incidenca povređivanja LCA kod aktivnih sportista približno jednaka kod muškaraca i žena a da je razlog većeg broja povreda kod žena njihova neprofesionalnost, nepripremljenost i neutreniranost.²²

Jako malo se zna o specifičnostima vezanim za određene sportove kao na primer: pravila, suđenje i uloga trenera. Takođe predmet istraživanja bi mogli biti i atletska građa sportista, nivo profesionalnosti, psihološke i kognitivne karakteristike ličnosti. Swanik i sar¹⁶⁷ su sproveli studiju na 80 atletičara sa rupturom LCA mečovanih sa 80 kontrolnih po visini, težini, polu, sportu, poziciji i godinama iskustva. Našli su značajno sporije vreme reakcije i obradu govora, kao i lošiju vizualnu i verbalnu memoriju kod ispitanika u odnosu na kontrolnu grupu.

3.4.1. Intenzitet treniranja

Neutrenirane osobe koje upražnjavaju sportsku aktivnost izlažu se većem riziku od povređivanja LCA zbog manje mišićne snage koja deluje protektivno i zbog smanjene propriocepcije u zglobu kolena. Amaterskim bavljenjem sportom tokom srednje škole žene su izložene povredama četiri i po puta više nego muškarci ali još uvek za oko tri puta manje od svojih koleginica koje se bave sportom poluprofesionalno. Muškarci koji se bave profesionalno sportom izloženi su četiri puta više povredama LCA nego njihove kolege koje se bave amaterski i oko tri puta manje od žena istog takmičarskog nivoa. Na kraju, profesionalci, muškarci i žene imaju skoro istu stopu povređivanja LCA, s tim što žene beleže za oko 30 % manje povreda u

odnosu na poluprofesionalnu grupu a muškarci oko dva i po puta više povreda u odnosu na poluprofesionalni nivo.⁶²

3.4.2. Trakcija obuće o podlogu na kojoj se trenira

Porast koeficijenta trenja obuće o podlogu može doprineti boljim performansama sportiste ali može biti i potencijalni faktor rizika za povredu LCA. U svojoj studiji o uticaju broja krampona na povređivanje LCA Lambson i sar⁸⁸ su pronašli da je veći broj krampona koji doprinosi većem koeficijentu trenja obuće o podlogu skopčan sa većom učestalošću rupture LCA. Olsen i sar¹²⁶ su prikazali da je veći broj povreda LCA unutar ženskih rukometnih reprezentacija koje su igrale na podlozi sa većim koeficijentom trenja za razliku od onih koje su trenirale na podlozi sa manjim koeficijentom trenja.

3.4.3. Profesionalna zaštita

Profesionalni sportisti kao i amateri jako retko nose protektivnu zaštitu zgloba kolena izuzev u slučajevima kada su prethodno imali povredu kolena, ili je nose radi zaštite rekonstruisane LCA. Studija urađena na profesionalnim skijašima je pokazala da veći rizik od povrede kolena imaju sportisti koji ne nose zaštitne obloge za koleno.⁸⁴ Sa druge strane, McDevitt i sar¹⁰³ su pokazali da nošenje zaštitnih obloga zgloba kolena nema značaj za prevenciju reruptura rekonstruisanih LCA.

3.4.4. Meteorološki uslovi

Jako malo se zna o uticaju meteoroloških uslova na povređivanje LCA zgloba kolena. Veća vlažnost vazduha i podloge koja se javlja prilikom padavina doprinosi manjem koeficijentu trenja obuće o podlogu i sledstveno tome većoj nestabilnosti sportista. Orchard i sar¹²⁸ su utvrdili veći broj nekontaktnih povreda LCA tokom utakmica Australijskog fudbala koji se igrao tokom lake kiše i velike evaporacije.

3.5. Unutrašnji faktori rizika koji utiču na povređivanje prednje ukrštene veze

Na predlog Američkog udruženja ortopedskih hirurga i hirurga angažovanih u sportskoj medicini unutrašnji faktori koji mogu da dovedu do povrede LCA klasifikovani su u tri grupe: anatomske, neuromuskularne i hormonalne.

3.5.1. Anatomske strukture koje utiču na povređivanje prednje ukrštene veze

Anatomske faktori rizika, su često isticani kao značajni. Jon Karlsson⁷⁹ ističe da ključ normalne funkcije LCA i zgloba kolena nisu hirurške tehnike rekonstrukcije već anatomija nativne LCA. Ovaj stav u literaturi ima dosta pristalica⁴ ali i oponenta,^{97, 104} što je jasno ukazalo na potrebu drugačijeg pristupa istraživanju.

Na konferenciji u Hunt Valley-u, Maryland, 1999 godine od strane American Orthopaedic Society for Sports Medicine, the Orthopaedic Research and Education Foundation, the National Athletic Trainers Association research and Education Foundation and the National Collegiate Athletics Association⁵⁰ navedeni su najznačajniji anatomske faktori rizika za povređivanje prednje ukrštene veze. Oni se mogu svrstati u tri grupe: osobine međukondilarne jame (*fossa intercondylaris*), zadnji tibijalni nagib (tibial slope) i morfometrijske osobine prednje ukrštene veze. U ovoj studiji dodate su dve posebne grupe. Prva se odnosi na položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos LCA sa koštanim elementima. Druga opisuje angulaciju zgloba kolena u frontalnoj i sagitalnoj ravni i ugao četvoroglavog mišića (Q – ugao).

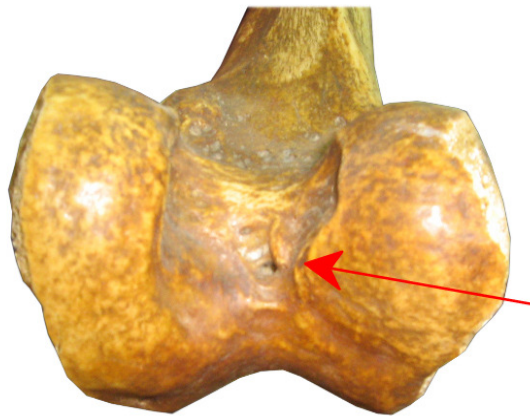
Problematika izučavanja uticaja anatomske faktora na povređivanje LCA ne ogleda se na samo u poteškoćama koje se odnose na način merenja i pridavanje važnosti određenim anatomskim parametrima već i u preklapanju i maskiranju određenih anatomske faktora relevantnih za normalno funkcionisanje LCA sa faktorima koji su u anatomskim studijama potisnute u drugi plan i ne pridaje im se u tom trenutku potreban značaj. Sa druge strane, i same anatomske strukture, ako se ne posmatraju kao skup parametara koji utiče na povređivanje LCA, već kao pojedinačne stavke, mogu voditi pogrešnim zaključcima. Vrednosti nekih anatomske struktura možemo smatrati

aditivnima, dok se druge međusobno potiru i mogu da maskiraju značajnost. U prilog ovoj teoriji govore mnoge studije, izvedene od različitih istraživača koje negiraju, odnosno potvrđuju uticaj brojnih Anatomskih struktura na povređivanje LCA.^{24,25,37,47,48,71,86,89,97}

3.5.1.1. Međukondilarna jama i kondili butne kosti

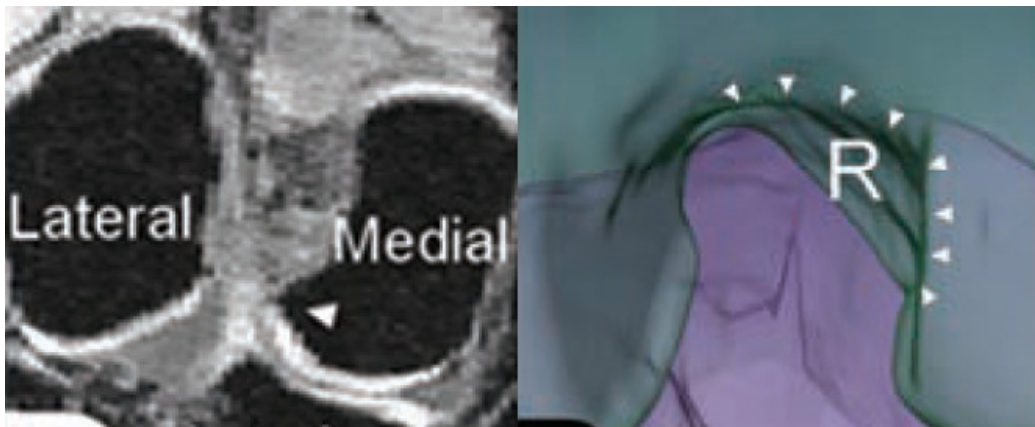
Međukondilarna jama (*fossa intercondylaris*) nalazi se na zadnjoj strani distalnog okrajka butne kosti. Spolja je ograničavaju kondili butne kosti a prednju granicu, krov međukondilarne jame, gradi distalni okrajak butne kosti. Proksimalnu granicu čini međukondilarna linija a distalnu i zadnju granicu označavaju slobodne ivice kondila. Isuviše uzak međukondilarni usek kao faktor rizika za povređivanje prednje ukrštene veze prvi put je opisan od strane Palmera 1938 godine.¹³¹ Isuviše uska međukondilarna jama može dovesti do oslanjanja LCA na kondile butne kosti a samim tim do uklještenja i pucanja. Velik broj studija pokazao je da su uske među jame povezane sa rupturom LCA.^{71,89,146,162} Međutim, Herzog i sar⁵⁷ u svojoj studiji nisu potvrdili značaj međukondilarnog useka u povređivanju LCA.

Konfiguracija i oblik međukondilarne jame veoma su važni za povređivanje LCA. Na prednjoj ivici međukondilarne jame lociran je Bismanjinov koštani greben (Slika br. 8.) koji je prilikom ekstenzije u bliskom odnosu sa LCA i ako je velik, sužava međukondilarnu jamu i može da ošteti vezu. Ovaj greben sužava distalni deo jame (notch outlet) koji je jako važan jer se oslanja o LCA i može da je prekine prilikom nekontrolisane ekstenzije.



Slika br. 8. Bismanjinov koštani greben

O suženju distalnog dela međukondilarne jame govore i Everhart i sar⁴² u svom radu o udruženosti povreda LCA sa suženem jame koštanim grebenom lociranim u anteromedijalnom delu jame. Prema opisu ovih autora ova ivica leži u prednjoj trećini spoljašnje strane unutrašnjeg kondila (duboki deo jame) i zauzima proksimalne dve trećine medijalnog zida jame (Slika br. 9.). Ova ivica je u bliskom kontaktu sa medijalnim delom LCA koji može da strada prilikom kompresije ligamenta o koštanu prominenciju



Slika 9. Izgled koštanog grebena na unutrašnjem zidu međukondilarne jame. MR snimak – levo; 3D model – desno. Preuzeto od Everhart i sar.⁴²

Problematika izučavanja međukondilarne jame ogleda se sa jedne strane u nemogućnosti upotrebljavanja apsolutnih veličina u istraživanju i različitim načinima merenja i uzimanja podataka sa druge. Zbog velikih varijacija u telesnoj građi ispitanika a samim tim i građi distalnog okrajka butne kosti, apsolutne veličine međukondilarne jame se uz pomoć apsolutnih veličina distalnog okrajka butne kosti relativizuju u indekse. U morfometrijskim studijama kolena dva najčešće spominjana indeksa su indeks širine jame (NWI) i indeks oblika jame (NSI). Indeks širine međukondilarne jame definisali su Souryal i sar¹⁶² kao odnos širine međukondilarne jame sa širinom distalnog okrajka butne kosti. Manja vrednost indeksa govori u prilog stenozu međukondilarne jame a samim tim i verovatnoća ruptura LCA je veća.

Indeks oblika jame predstavlja odnos širine i visine međukondilarne jame.¹⁶⁹ Hutchinson i Ireland⁶⁹ su na osnovu indeksa oblika međukondilarne jame podelili jame na A – oblik i obrnuti U – oblik, dok Anderson i sar⁴ smatraju da su jame sa normalnom širinom obrnutog U – oblika a sužene A – oblika.

Drugi problem u izučavanju dimenzija međukondilarne jame je postojanje različitih načina merenja distalnog okrajka butne kosti. Kao najvažniji faktor kod merenja na nativnim rendgenskim snimcima je rotacija noge, odnosno ugao snimanja, tako da se mogu uzeti u obzir studije samo sa kontrolom rotacije noge.⁶ Anderson i sar² su ispitali tačnost merenja međukondilarne jame na Rendgenskim snimcima i utvrdili da se mogu uzeti u obzir samo studije u izvedene u optimalnim uslovima sa ispravnom tehnikom i pravilnim projekcijama. Pri tome NWI se može računati samo na snimcima dobijenih u Holmblad 70° položaju.

Takođe, problem postoji i kod struktura koje treba da se mere. Murshed i sar,¹¹³ su u svojoj studiji na MR snimcima merili širinu međukondilarne jame na najširem mestu, a takođe i epikondilarna širina je podrazumevala maksimalnu širinu distalnog okrajka butne kosti. Sa druge strane Hutchinson i Ireland⁶⁹ su vršili studiju na radiografskim snimcima a merenja su vršena u nivou zatkolenog žleba. Dienst i sar³⁸ su podatke o širini međukondilarne jame i epikondilarnoj širini dobijali merenjem na preseku koji je definisan sa dve tačke. Jedna se nalazi na sredini krova, između ulaza i izlaza u međukondilarnu jamu a druga je najposteriornija tačka unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila.

Friden i sar⁴³ su skrenuli pažnju na konfiguraciju kondila butne kosti i njihov uticaj na funkcionalnu stabilnost zgloba kolena. U studiji na 100 pacijenata sa rupturom LCA pokazali su da veću nestabilnost imaju pacijenti sa više zaobljenim kondilima butne kosti, za razliku od pacijenata sa elipsoidnim oblikom kondila.

Visina međukondilarne jame u većini studija je merena kao vertikalno rastojanje od najposteriornije tačke unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti do krova međukondilarne jame.^{38,113,169}

3.5.1.2. Zadnji tibijalni nagib

Pored međukondilarne jame, zadnji tibijalni nagib (tibial slope) je jedana od najčešće navođenih anatomskih struktura koja dovodi do povređivanja LCA. Iako je u studijama ovaj faktor često potvrđen kao značajan za povređivanje, neretko su dobijeni rezultati koji ne dokazuju značajno učešće zadnjeg tibijalnog nagiba u povređivanju LCA.



Slika br. 10. Zadnji tibijalni nagib (α)

Tibijalni nagib se definiše kao ugao između linije okomite na tibijalnu

osovinu i zadnje inklinacije tibijalnog platoa (Slika br. 10.). Giffin i sar⁴⁶ navode da mali tibijalni nagib nema uticaja na prednju tibijalnu translaciju i da kao takav može da predstavlja zaštitni faktor kod LCA – deficitarnih kolena. Dejour i sar³⁵ u studiji na 281 kolenu našli su značajnu korelaciju između nagiba zabnjeg tibijalnog platoa i prednje tibijalne translacije pri stajanju, kako kod normalnih tako kod LCA deficitarnih kolena. Velik zadnji tibijalni nagib dovodi do veće prednje tibijalne translacije prilikom opterećenja zgloba kolena i do sledstveno tome prvo zatezanja a zatim i pucanja LCA.

Upoređujući dva radiološka testa, monopodal stance test i radiološki Lachman test, Dejour i Bonnin³⁴ su pokazali da je povećanje zadnjeg tibijalnog nagiba za 10° udruženo sa povećanjem prednje tibijalne translacije za 6 mm (monopodal stance test) odnosno 3 mm (radiološki Lachman test). Sa druge strane Meister i sar¹⁰⁴ nisu našli statistički značajnu razliku u tibijalnom nagibu u svojoj case – control studiji sa 50 LCA deficitarnih i 50 kolena sa patelofemoralnim bolom.

Bonin i sar¹⁵ u svojoj studiji o težištu (weight-bearing) kolena pratili su prednju tibijalnu translaciju nakon LCA rupture i pokazali da se prednja tibijalna translacija značajno povećava nakon LCA rupture i to naročito u položaju fleksije (60°) kada ni „hamstring“ mišići ne mogu da kompenzuju rupturu. Mahfouz i sar¹⁰⁰ u svojoj studiji o kinematici kolena su dokazali da je prednja tibijalna translacija tokom pokreta fleksije od 120° zdravog kolena na spoljašnjem kondilu mnogo veća nego na unutrašnjem.

Za razliku od unutrašnjeg tibijalnog platoa na kojem se unutrašnji kondil butne kosti oslanja tokom čitave fleksije u približno istoj tački, spoljašnji kondil butne kosti se

prilikom fleksije lagano kreće put nazad. Shodno tome prilikom fleksije, potkolenica pravi još jedan pokret unutrašnje rotacije. Kako se fiziološka unutrašnja rotacija vrši prilikom fleksije zgloba kolena, u položaju ekstenzije velik tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu može da ima veliku ulogu jer favorizuje unutrašnju rotaciju koja opterećuje zategnuti LCA u ekstenziji.

U svojoj case-control studiji na 66 ispitanika Stijak i sar¹⁵⁸ su podelom tibijalnog nagiba na nagib na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu pokazali da je nagib na spoljašnjem kondilu visoko statistički značajno veći kod pacijenata sa povredom LCA nego u kontrolnoj grupi pacijenata. Takođe ista studija je pokazala da se nagibi na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu visoko statistički značajno razlikuju i da se ne mogu upoređivati njihove aritmetičke sredine kao što se do tada radilo.

Zbog različitih rezultata vezanih za značajnost zadnjeg tibijalnog nagiba dobijenih od pojedinih istraživača^{15,34,35,46,72,83,90,104} sa jedne strane i povećanog posteriornog kretanja spoljašnjeg kondila butne kosti prilikom fleksije potkolenice sa druge u ovoj studiji zadnji tibijalni nagib je podeljen na spoljašnji i unutrašnji odeljak. Samim tim dobijene su dvostruke vrednosti, odnosno zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu golenjače.

Ovde se postavlja pitanje, može li veći zadnji nagib spoljašnjeg kondila golenjače, favorizujući unutrašnju rotaciju potkolenice prilikom fleksije dovesti do rupture LCA? Shodno tome, može li veći zadnji nagib unutrašnjeg kondila kočiti unutrašnju rotaciju, rasteretiti LCA i delovati protektivno?

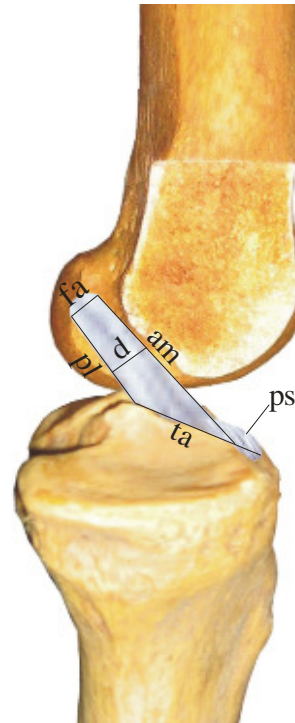
Drugi deo problematike odnosi se na način merenja zadnjeg tibijalnog nagiba. Kao referentna vrednost obično se uzima jedna od sledećih anatomskih osovina potkolenice: dijafizna tibijalna osovina (tibial shaft anatomic axis – TSAA), proksimalna tibijalna osovina (proximal tibial anatomic axis – PTAA), fibularna anatomsko osovina (fibular shaft axis – FSA), proksimalna fibularna anatomsko osovina (fibular proximal anatomic axis – FPAA), osovina zadnjeg tibijalnog korteksa (posterior tibial cortex axis – PTC), osovina prednjeg tibijalnog korteksa (anterior tibial cortex – ATC). U praksi mnogo češće se uzimaju u obzir proksimalne osovine nego dijafizne pre svega zbog načina snimanja potkolenice i kolena, odnosno zbog nedostatka snimaka na kojima se vidi potkolenica, odnosno golenjača čitavom dužinom.

Brazier i sar²⁰ kao i Çullu i sar³¹ su istraživali povezanost različitih anatomskih osovina potkolenice sa tibijalnom dijafiznom anatomskom osovinom TSAA (stvarna tibijalna osovina) i utvrdili da najveću povezanost sa TSAA ima proksimalna tibijalna anatomska osovina PTAA.

3.5.1.3. Morfometrijske osobine LCA i njenih pripoja

Na učestalost povređivanja LCA utiču i morfometrijske osobine veze. To su pre svega dužina i debljina. Veća dužina može uticati na povećanu laksativnost zgloba, dok isuviše tanka veza može pre da rupturira. Sa druge strane kratka veza može da ograničava pokrete u zglobu kolena, pre svega ekstenziju. Iako povećanje debljine pozitivno utiče na jačinu veze, isuviše debela LCA može da bude prekinuta isuviše uskom međukondilarnom jamom ili oslanjanjem o LCP.

Korelacija širine međukondilarne jame i debljine LCA bila je predmet mnogih studija.^{3,32,48,85,112,146} Palmer¹³¹ je još 1938. godine naveo da LCA može biti povređena o unutrašnju ivicu spoljašnjeg kondila. Norwood i Cross¹²⁰ navode da LCA može biti u ekstenziji oslonjena o međukondilarnu jamu i samim tim oštećena. Opšte je prihvaćeno da mala međukondilarna jama sadrži malu i slabu LCA.^{3,32,112}



Slika br. 11. Položaj LCA u sagitalnoj ravni pri ekstenziji. am – dužina prednjeunutrašnjeg dela, pl – dužina zadnjespoljašnjeg dela, fa – dužina pripoja na butnoj kosti, ta – dužina pripoja na golenjači, d – debljina LCA, ps – „pačije stopalo“.

Podela LCA na anteromedijalni i posterolateralni deo samo donekle prati dešavanja tokom fleksije odnosno ekstenzije. Branthigan i Woshel¹⁹ su još 1941. godine proučavali težije pojedinih delova LCA i dokazali da je AM deo zategnut u fleksiji a PL u ekstenziji. Ovu konstantaciju su potvrdili Girgis i sar⁴⁷ koji su opisali pripoje na kostima i recipročno zatezanje i opuštanje prednjeg i zadnjeg dela LCA u fleksiji i ekstenziji. Oni su opisali manji anteromedijalni deo i veći, posterolateralni (Slika br. 11.). Međutim konfuzija u literaturi nastaje po pitanju fascikulusa LCA. Welsh¹⁴⁰ je opisao LCA kao prost fascikularni snop sa različito zategnutim delovima tokom pokreta u zglobu kolena. Odensten i Gillquist¹²⁴ nisu pronašli separaciju LCA na poprečnim histološkim presecima. Merenje dužine vlakana pojedinih delova LCA komplikuje pokret fleksije jer se vlakna uvrću oko svoje osovine u različitim stepenima fleksije.

Pripoj na butnoj kosti ima prednji deo oblika linije dužine 23 mm.⁹¹ Prednja granica pripoja na spoljašnjem kondilu nalazi se iza linije koja produžava korteks zadnje strane butne kosti. Zadnja ivica pripoja ima oblik odsečka kruga visine 4 mm.⁷³ Pripoj na golenjači je nešto veći i jači nego pripoj na butnoj kosti.⁴⁷ Ima oblik elipse većeg prednje-zadnjeg prečnika površine oko 300 mm².⁹¹ Smešten je između prednjeg roga unutrašnjeg meniskusa napred i prednjeg roga spoljašnjeg meniskusa nazad. Bočne ivice pripoja ograničavaju zglobne površine golenjačnih kondila. Tibijalni pripoj šalje put napred, ispod poprečnog meniskalnog ligamenta snop vlakana koja se opisuju kao „pačije stopalo“.⁷⁵ Ovaj deo povećava površinu tibijalne insercije a njegov specifičan oblik sprečava oslanjanje prednje strane ligamenta o krov međukondilarne jame. Prilikom rekonstrukcije LCA ovaj deo se ne može rekonstruisati, ali se on regeneriše nakon remodelovanja LCA.

3.5.1.4. Položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos pripoja LCA sa koštanim elementima

Od pravca pružanja LCA zavisi mesto pripoja veze na butnom kondilu odnosno pravac pružanja LCA definiše odnos veze sa unutrašnjom stranom spoljašnjeg kondila (ugao LCA u frontalnoj ravni) i odnos veze sa krovom međukondilarne jame i LCP (ugao LCA u sagitalnoj ravni).

Prilikom rekostrukcije LCA hirurrg treba da na unutrašnjoj strani spoljašnjeg kondila butne kosti odredi mesto insercije grafta. Pri tome treba da pazi na izometrička

svojstva grafta tokom cele amplitude pokreta u zglobu kolena. Za pravilno određivanje mesta insercije pored iskustva, operater koristi i mesto pripoja rupturirane LCA kao orijentir prilikom bušenja femoralnog tunela. Bernard i sar¹⁰ sugerišu da je optimalno mesto femoralne insercije grafta anatomsko mesto insercije LCA. U zavisnosti od mesta insercije i položaj LCA će biti promenljiv u sagitalnoj i frontalnoj ravni.

Studije o nativnoj LCA govore da je ona uglavnom neizometrična, odnosno da je većina vlakana LCA neizometrična a da su samo naj-prednja (most anterior) vlakna izometrična.^{1,86} Musahi i sar¹¹⁴ su poredili dva mesta insercije grafta na na butnom kondilu – centar anatomske insercije i mesto sa najboljom graft izometrijom (position for best graft isometry). Prema njihovim rezultatima kinematiku približniju intaktnom ligamentu ima graft postavljen na anatomsko mesto insercije.

Klasičnom hirurškom procedurom, mesto insercije grafta u horizontalnoj ravni međukondilarne jame (frontalna ravan prilikom operacije) određuje se kao na časovniku, pri čemu se časovnik postavlja ispod krova međukondilarne jame a mala skazaljka pokazuje pravac pružanja LCA. Shodno tome, obično se govore dvostruki podaci u zavisnosti o kojem kolenu je reč. Loh i sar⁹⁵ su u kadaverskoj studiji pokazali da postavljanje grafta u položaj od 10 h vodi boljoj rotatornoj stabilnosti nego položaj od 11 h. Takođe, graft može da se postavlja proksimalno – duboko ili distalno – plitko.

U našoj studiji, pravac pružanja LCA je posmatran na ekstenziranom kolenu. Promena mesta insercije grafta prema skazaljci časovnika (od 8 do 12 h) odnosi na promenu ugla LCA u sagitalnoj ravni ekstenziranog kolena. Postavljanje mesta insercije grafta proksimalno i distalno odnosi na promenu ugla LCA u frontalnoj ravni ekstenziranog kolena.

Sužena međukondilarna jama, odnosno, isuviše strma unutrašnja strana spoljašnjeg butnog kondila smanjuje poprečni presek međukondilarne jame i može da dovede do oslanjanja LCA na spoljašnji kondil butne kosti, trenja a zatim rupture LCA ili transplantiranog grafta. Shepstone i sar¹⁴⁸ navodi da unutrašnji aspekt spoljašnjeg kondila može pogoditi LCA u ekstenziji ili spoljašnjoj rotaciji ali da su za ovu stranu međukondilarne jame nađene male razlike.

Iako su se mnoge studije bavile povezivanjem oblika međukondilarne jame sa povređivanjem LCA, malo njih je izučavalo ugao pod kojim se LCA pripaja na unutrašnju stranu butnog kondila. Mesto pripoja na butnoj kosti ima mnogo veći efekat

na promene dužine grafta prilikom pokreta fleksije i ekstenzije, nego golenjačni pripoj.^{54,111} Učestalost od preko 70% proksimalnih ruptura LCA⁹¹ govori u prilog teoriji da pored svojstava samog proksimalnog dela ligamenta, ugao butne insercije i unutrašnja strana spoljašnjeg butnog kondila mogu uticati na povredu.

3.5.1.5. Frontalna i sagitalna angulacija zgloba kolena i Q – ugao

Normalna fiziološka angulacija zgloba kolena iznosi oko 174° (valgus položaj) u frontalnoj ravni. Manje ili veće odstupanje od navedenog ugla označavaju se kao varus (povećanje ugla) ili valgus koleno (smanjenje ugla). Menjanjem fiziološke angulacije zgloba dolazi do različitog opterećenja unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti i golenjače i menja se centar rotacije potkolenice koji se normalno nalazi na sredini unutrašnjeg kondila golenjače. Ovom promenom menja se i centar težišta tela koji se tokom hodanja prebacuje sa jednog ekstremiteta na drugi.

Glavni ekstenzorni mehanizam zgloba kolena predstavlja četvoroglavi mišić njegova tetiva, čašica i čašični ligament (lig. patellae). Ovaj mišić svojom kontrakcijom preko čašice deluje na kondile butne kosti, gura ih nazad i neposredno zateže LCA prilikom ekstenzije potkolenice. Q – ugao predstavlja ugao koji zaklapaju pravac njegove prave glave (m. rectus femoris, pravac koji se poklapa se pravcem dijafize butne kosti u frontalnoj ravni) i čašični ligament. Tillman i sar¹⁷⁰ su merili ugao četvoroglavog mišića kod 30 studenata i 27 studentkinja. Vrednosti Q-ugla studentkinja su bile visoko statistički značajno veće nego kod studenata (za 4.4°).

Normalna fiziološka angulacija zgloba kolena u sagitalnoj ravni iznosi 180° a kod žena i hiperelastičnih muškaraca zbog dejstva hormona na kolagena vlakna taj ugao se povećava do 185° i tada se naziva genu recurvatum. Povećana hiperekstenzija teorijski može da deluje na oštećenje LCA tako što se u položaju hiperekstenzije kolena prednja ivica ligamenta oslanja o prednju ivicu međukondilarne jame i na taj način se oštećuje.

3.5.1.6. Korelacije pojedinih anatomskih faktora rizika

Pored apsolutnih veličina izmerenih direktno ili indirektno na ispitanicima i koeficijentata dobijenih na osnovu njih, uticaj na povređivanje LCA mogu imati i poneki specijalni odnosi faktora rizika. Često se navodi povezanost širine ili visine (dubine)

međukondilarne jame sa širinom LCA. Ugao LCA u sagitalnoj ravni meri se u odnosu na tibijalnu anatomsku osovinu, ali nije zanemariv ni njegov odnos sa uglom prednjeg tibijalnog platoa ili uglom krova međukondilarne jame.

3.5.2. Neuromuskularni faktori rizika

Neuromuskularni faktori podrazumevaju delovanje mišića natkolenice i potkolenice na zglob kolena. Ova neuromuskularna kontrola odražava se na biomehaniku zgloba kolena i celokupnog donjeg ekstremiteta, pa se stoga ova grupa naziva i biomehaničkom grupom faktora. Povećana učestalost povrede LCA kod ženskog pola vezuje se za neuromuskularne faktore odgovorne za položaj zgloba kolena prilikom doskoka, stav tela i proizvedene snage mišića pri različitim koordinatnim aktivnostima donjeg ekstremiteta.

Smatra se da veća snaga mišića gornjeg dela bedra (sedalni mišići i primicači buta) kao i mišića zadnje lože natkolenice i gastroknemijusa u kombinaciji sa treningom pri doskoku i okretu pomaže u prevenciji povreda. Žene poseduju manju snagu primicača i sedalnih mišića nego muškarci pa su samim tim više podložne povređivanju LCA.

Kod ženskih atletičara, prilikom nestabilnosti kolena prvo se aktivira četvoroglavi mišić buta kao zaštitni mehanizam i on dovodi do prednje tibijalne translacije, odnosno zatezanja LCA. Kod muških atletičara kao i kod ženske i muške kontrolne grupe prvo dolazi do aktivacije primicača buta. Ovi autori navode da atletičarke imaju kvadriceps dominantno koleno koje može biti odgovorno za povećanu prednju tibijalnu translaciju i povredu LCA.⁶⁸

Veća učestalost povređivanja LCA (4-6 puta)⁵ kod žena za razliku od muškaraca navela je pojedine istraživače da razloge toj učestalosti traže u biomehanici donjeg ekstremiteta i neuromuskularnoj kontroli. Uz pomoć nekoliko biomehaničkih pristupa grupa istraživača je skoro deset godina izučavala mlade sportiste u Boone County, Kentucky.¹¹⁵ Ovi sportisti su se bavili fudbalom, košarkom ili odbojkom. Analizom video snimaka koji pokazuju povredu LCA došli su do određenih biomehaničkih atributa koji prate rupturu LCA i učestaliji su u ženskoj populaciji: kada žene vrše doskok, njihovo koleno gleda unutra (valgus položaj potkolenice), koleno je relativno opruženo, većina prebacuje skoro svu težinu tela na jedan ekstremitet i njihovo

telo je pomerenom upolje u odnosu na oslonac. Ove promene na kraju rezultiraju pomicanjem centra težine izvan baze na kojoj se nalaze stopala. S obzirom na biomehaničke attribute koji karakterišu donji ekstremitet prilikom povrede LCA autori su opisali četiri neuromuskularne nestabilnosti: dominantnost ligamenata, dominantnost četvoroglavog mišića, dominantnost noge i dominantnost trupa.⁵⁹

Dominantnost ligamenata: u ovom slučaju, prilikom doskoka, odnosno opterećenja kolena, mišići nemaju dovoljnu snagu da apsorbuju udarac o zemlju, tako da ligamenti moraju da preuzmu tu ulogu. Veća sila za kraći vremenski period dovodi do većeg impulsa sile što rezultira rupturom ligamenta. Anatomija zglobnih površina i položaj ligamenata govore u prilog dominantnosti ligamenata. Naročito je važna uloga mišića zadnje strane noge: glutealnih, hamstringa (polužilasti i poluopnasti mišić), gastroknemijusa i lisnog mišića (m. Soleus). Ovi mišići moraju biti adekvatno aktivirani da apsorbuju silu – udar koji se prenosi sa tla preko noge do trupa i spreče njeno dejstvo na ligamente. Prilikom samog dodira tla centar mase tela koji se nalazi na trupu poklapa se sa pravcem sile reakcije podloge koja nastaje udarom o tlo. U slučaju da je telo pomerenom upolje od centra kolena moment sile će delovati na koleno i deformisati ga u valgus položaj.

Dominantnost četvoroglavog mišića: u ovom slučaju dominantnost četvoroglavog mišića dovodi do položaja veće ekstenzije u zglobu kolena. Na taj način koleno se pokušava stabilizovati prevashodno četvoroglavim mišićem čija kontrakcija vuče gornji okrajak golenjače napred i gura kondile butne kosti nazad tako da dolazi do indirektnog zatezanja i opterećenja LCA. Kada osoba koristi četvoroglavi mišić za stabilizaciju zgloba kolena to se negativno odražava na LCA iz bar dva razloga: kao prvo, stabilizovan je samo centralni deo prednjeg odeljka i drugo, koleno se postavlja u položaj ekstenzije kada veću silu trpi LCA. Aktivacijom zadnje grupe mišića stabilizuju se spoljašnji i unutrašnji ugao zadnjeg odeljka kolena tako da se sprečava neželjeno pomeranje zgloba u frontalnoj ravni a sam zglob se dovodi u položaj fleksije koji manje opterećuje LCA.

Dominantnost noge: u ovom slučaju osoba koja vrši doskok više koristi jedan (dominantni) ekstremitet.⁵⁸ Ovaj slučaj takođe se registruje u velikom broju kod žena a manje kod muškaraca. Podloga za ovaj tip nestabilnosti ležu u predodređenosti osobe da više koristi jedan ekstremitet od drugog a samim tim taj ekstremitet je jači i čvršći.

Proverom mišićne simetrije na oba ekstremiteta ako se izmeri značajna razlika možemo reći da je u tom slučaju razlog nestabilnosti dominantnost noge.

Dominantnost trupa: u ovom slučaju sportisti, tipično sportistkinje koje nemaju adekvatan osećaj pozicije tela u prostoru ili imaju veliku amplitudu pokreta trupa prilikom skoka, imaju i veći rizik od povrede LCA. Uzrok ove nestabilnosti može biti rast i faktori sazrevanja tela. Možemo posmatrati mladu devojkicu koja je upravo naglo izrasla i reći da je njeno telo „veća mašina“ kojom mora da upravlja postojeći motorni program i neuromuskularna kontrola.⁵⁹ Možemo taj rast posmatrati kao stavljanje osobe na štule. Jer ako neko za manje od godinu dana izraste 10 do 15 centimetara, možemo smatrati da je „postavljen na štule“. Sa rastom, kod žena u pubertetu povećava se količina masti i telesna težina a centar mase se pomera dalje od tla pa ga je teže kontrolisati. Kod muškaraca dolazi takođe do naglog izrastanja u periodu puberteta, ali paralelno sa tim izrastanjem, pod dejstvom hormona dolazi do povećanja mišićne mase (neuromuskularni rast) tako da muškarci za „veću mašinu“ imaju veći motorni program i veću neuromuskularnu kontrolu.

U rezimeu neuromuskularne nestabilnosti možemo reći da ova četiri tipa dominacije opisuju mehanizme najvećeg broja povreda LCA kod žena, odnosno da su ove nestabilnosti uzrok veće učestalosti povređivanja LCA kod žena nego kod muškaraca.⁵⁹

U novije vreme informacije o neuromuskularnoj kontroli donjeg ekstremiteta tokom promene pravca i doskoka dobijaju se putem video analize.¹³³ Većina ovih studija govori u prilog tome da je u slučaju ruptur LCA koleno prilično opruženo i u položaju privođenja.^{14,127}

3.5.3. Hormonalni faktori

Hormonalni status pripadnica ženskog pola nije isti kao kod muškaraca. Ova hormonalna razlika odražava se trostruko na funkciju ligamenata. Tu postoji pre svega razlika u vrsti polnih hormona koji povećavaju labavost ligamenata.⁵⁵ Isti hormoni menjaju sastav i celularnu strukturu ligamenta čineći ligament slabijim.⁹³ Treći uticaj hormoni vrše preko neuromuskularne kontrole na funkciju i kretanje ekstremiteta. Ovaj uticaj može biti apsolutan ili da se menja tokom menstruacionog ciklusa. Kako količina estrogena varira tokom mesečnog ciklusa žene, tako varira i rizik od povređivanja.

Menstruacioni ciklus korelira sa rizikom od nekontaktnih povreda LCA u žena. Sam mehanizam je nepoznat.

Da bi se upoznao efekat hormona na vezivno tkivo i povrede LCA potrebno je razmotriti dejstvo estrogena, progesterona i testosterona na povrede kolena kod žena. Dejstvo hormona na vezivno tkivo se komplikuje različitim koncentracijama tokom menstruacionog ciklusa kao i različitim koncentracijama hormona koje se luče u različitim dobima dana. Takođe, ovo dejstvo je kontinuirano i prilično se razlikuje od osobe do osobe. Sami tim, pojedinačna testiranja koja se odnose na samo jedan period menstruacionog ciklusa daju siromašnije rezultate koji ne oslikavaju adekvatno parametre od interesa.¹³³

Na makroskopskom nivou, žene imaju veću labavost zgloba kolena (veću amplitudu pokreta) i manji otpor za tibijalnu translaciju i rotaciju.¹¹⁹ Ove razlike se ne odnose samo na sagitalnu, veći i na frontalnu i transverzalnu ravan. Sa druge strane, žene imaju manju LCA koja uzrokuje nižu linearnu krutost LCA, manju elongaciju i nižu apsorpciju energije u poređenju sa muškarcima. Takođe, veća labavost zglobova i smanjenje mišićne krutosti jedni su od faktora koji upotpunjuju razlike zbog kojih su žene više izložene povredama LCA od muškaraca. Estrogen verovatno nije jedini „krivac“ za ovakvo ponašanje ligamenata, već na ligamnte utiču progesteron, testosteron i relaksin. Do danas nije poznato koji hormon i putem kojeg mehanizma deluje na fiziološka svojsva LCA ali se zna da su hormoni značajan faktor u metabolizmu mišića, kolagena i kosti.¹³³

U svojoj kohortnoj studiji na 128 ispitanica Dragoo i sar⁴⁰ su prezentovali veće koncentracije relaksina u serumu unutar grupe sa rupturom LCA za razliku od kontrolne grupe (6.0:1.8 pg/ml). Wojtys i sar¹⁷⁶ su pronašli veći broj povreda LCA za vreme ovulatorne faze menstrualnog ciklusa. Sa druge strane neke norveške studije su pronašle samo nekolicinu povreda LCA kod žena tokom ovulacije.¹¹⁶ Povezanost kasne lutealne i rane folikularne faze menstrualnog ciklusa sa povredom LCA utvrdio je Slauterbeck¹⁵² uzimajući uzorke pljuvačke u roku 48 sati od povređivanja LCA. Arendt i sar⁸ su takođe utvrdili veću povezanost preovulatorne face menstruacionog ciklusa sa povećanim rizikom od rupture LCA za razliku od postovulatorne faze. Lovering i Romani⁹⁸ su uz pomoć Western-blot tehnike identifikovali androgene receptore u LCA mladih žena i

na osnovu rezultata studije u kojoj su pratili koncentraciju testosterona i estradiola kod mladih žena smatraju da je LCA androgen – senzitivno tkivo.

Uzimajući u obzir prethodne studije, nameće se zaključak da su žene koje uzimaju oralne kontraceptive koji prolongiraju lutealnu fazu manje izložene povredama muskuloskeletnog sistema. Neke studije potvrđuju navedenu hipotezu.^{7,106}

II. CILJ

Ciljevi ove doktorske disertacije su:

1. Utvrđivanje značaja anatomske, faktora spoljašnje sredine, hormonalnih i neuromuskularnih faktora kao i izdvajanje onih koji mogu da dovedu do povrede prednje ukrštene veze zgloba kolena,
2. Određivanje ukupne statističke verovatnoće povređivanja prednje ukrštene veze zgloba kolena u sportski aktivnoj populaciji na osnovu verifikovanih faktora rizika.

III. PACIJENTI I METODE

Tip studije: studija slučajeva i kontrola

Mesto i period istraživanja: Beograd, Institut za Anatomiju „Niko Miljanić“, Institut za ortopedsko-traumatske bolesti Kliničkog centra Srbije i Centar za magnetnu rezonancu Kliničkog centra Srbije, period od Janura 2010 do Juna 2011. godine.

Selekcija ispitanika: Ispitanici ove studije su osobe koje se bave nekim od sportova koji podrazumevaju trčanje, nagle promene pravca, doskok i obrtne aktivnosti (fudbal, košarka, rukomet, odbojka, atletika) profesionalno ili rekreativno a koji su pre povrede trenirali dva ili više puta nedeljno. Ovi ispitanici su boravili ili su pacijenti gore navedenih ustanova, u anamnezi imaju nekontaktnu povredu zgloba kolena, sa i bez povrede prednje ukrštene veze, poseduju snimke magnetne rezonance zgloba kolena i dobrovoljno pristaju na uključanje u studiju. Svoj pristanak ispitanici pismeno potvrđuju prilikom upoznavanja sa merenjima.

Za izradu ove doktorske disertacije formirane su dve grupe ispitanika: ispitivana i kontrolna. Svaka od grupa poseduje po 41 ispitanika. Uparivanje smo vršili na osnovu četiri faktora: vrste sportske aktivnosti i nivoa profesionalnosti, pola, godina (do pet godina razlike) i strane tela. Pratili smo ukupno 29 muških i 12 ženskih parova. Zbog lateralizacije povreda, kod 18 kliničkih parova posmatrano je desno koleno (13 muških i 5 ženskih parova) a kod 23 levo (16 muških i 7 ženskih parova).

Tabela br. 1. Starosna dob ispitanika

Grupa ispitanika	Starost		
	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	24.3±6.5	25.0±6.8	22.7±5.7
Kontrolna	24.1±6.8	25.1±7.0	21.4±5.6

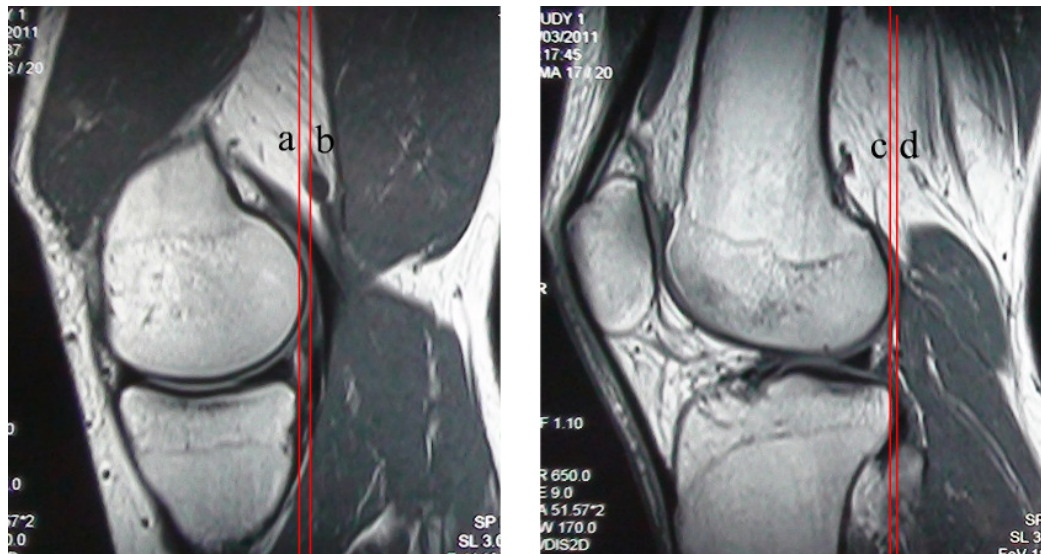
Tabela broj 1. prikazuje prosečnu starosnu dob pacijenata ispitivane i kontrolne, muške i ženske podgrupe. Najmlađi ispitanik u obe grupe je imao 16 godina u vreme uzimanja podataka dok je najstariji u ispitivanoj grupi imao 47, a kontrolnoj 42 godine. Testiranjem nije pronađena statistički značajna razlika između ovih grupa po pitanju starosne dobi ($p=0.684$; $p>0.05$). Nije utvrđena statistički značajna razlika u godinama između muškaraca i žena ($p<0.05$; $p=0.042$), tako da su razlike po polu testirane putem nezavisnog t-testa.

Unutar uzorka, 28 parova (18 muških i 9 ženskih) se profesionalno bavi sportom a 13 parova (10 muških i 3 ženska) upražnjava sportske aktivnosti amaterski,

ali redovno. Ispitanici kontrolne grupe su trenirali prosečno 4.6 puta nedeljno a ispitivane 4.3 puta. Distribucija prema sportskoj aktivnosti kliničkih grupa je sledeća: 19 parova ispitanika je zadobilo povrede na fudbalu, po 7 parova je zadobilo povredu trenirajući košarku ili neku atletsku disciplinu, 5 parova je zadobilo povredu na odbojci a 3 para igrajući rukomet.

Ograničenja za uključernje u studiju

Zbog ogromne količine podataka i velikog broja testova koji se ne mogu uvek uspešno aplikovati na pacijente morali smo da postavimo određena ograničenja prilikom selekcije ispitanika. U pogledu anatomskih faktora rizika, iz sudije su isključeni pacijenti koji su imali koštana oštećenja zgloba kolena, ili su posedovali uznapredovale degenerativne promene na zglobu kolena. Takođe, nisu bili prihvatljivi ni pacijenti kod kojih snimci magnetne rezonance nisu izvedeni u neutralnom položaju donjeg ekstremiteta. Ovo ograničenje se odnosi na rotaciju noge, a verifikacije je vršena upoređivanjem zadnjih ivica unutrašnjih i spoljašnjih kondila butne kosti i golenjače. Naime, rastojanje između najposteriorijih tačaka spoljašnjih kondila nije smelo da se razlikuje za više od 3 mm od identičnog rastojanja unutrašnjih kondila (Slika br. 12).



Slika br. 12. Verifikacija rotacije potkolenice upoređivanjem zadnjih ivica kondila butne kosti i golenjače (levo je unutrašnji a desno spoljašnji kondil). Rastojanje između „a“ i „b“ linije ne sme da se razlikuje više od 3 mm od rastojanja „c“ i „d“ linije.

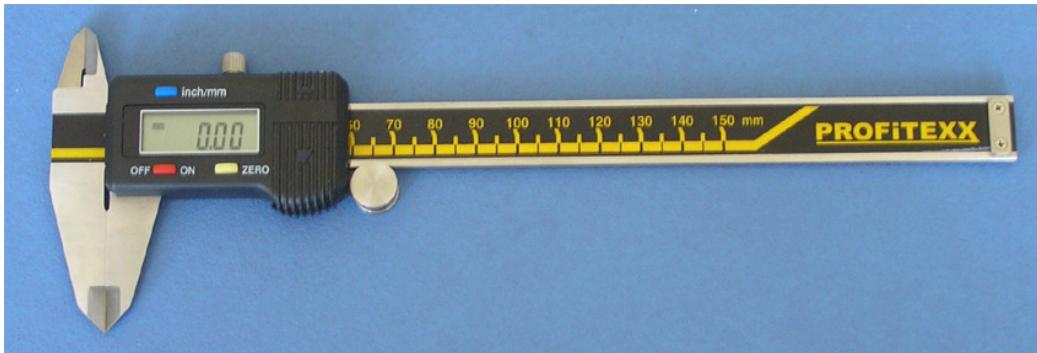
U pogledu socioepidemioloških faktora i podataka dobijenih iz ankete, iz studije su isključeni pacijenti koji su imali hronična oboljenja, neurološke ispade, probleme sa ravnotežom, nekorigovane probleme sa vidom, sluhom ili krvnim pritiskom kao i pacijenti koji su naveli hroničnu upotrebu alkohola.

U pogledu neuromuskularnih faktora, iz studije su isključeni pacijenti koji nisu imali punu amplitudu pokreta pregibanja i opružanja u zglobu kolena (0° - 125°) i pacijenti koji zbog bola ili nestabilnosti nisu bili u mogućnosti da rade navedene testove.

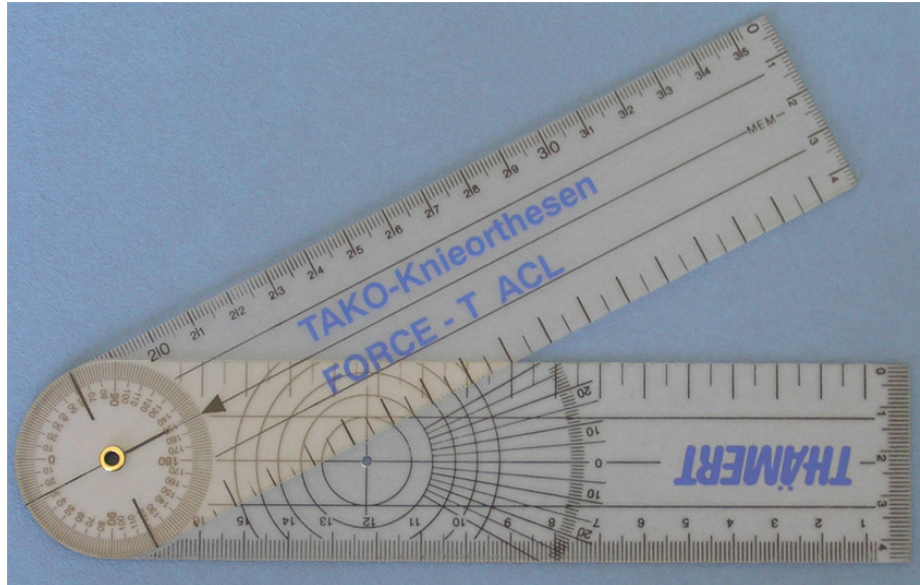
U pogledu hormonalnih faktora rizika iz studije su isključeni pacijenti koji su primali bilo kakvu hormonsku terapiju ili su uzimali oralne kontraceptive. Iako koncentracija polnih hormona žene varira tokom menstruacionog ciklusa, koncentracija ovih hormona u pljuvački ne varira bitno tako da su uzorci uzimani neovisno o danu menstruacionog ciklusa, ali uz njihovu evidenciju. Takođe pacijenti sa krvarenjem iz desni, nisu uključivani u studiju zbog neadekvtnog uzoka pljuvačke.

1. Instrumenti i način merenja anatomskih faktora rizika

Za merenje anatomskih faktora koji mogu dovesti do povrede LCA koristimo kaliper (Slika br. 13.) i goniometar (Slika br. 14.), a merenje vršimo direktno na donjem ekstremitetu i na snimcima magnetne rezonance. Korišteni su anteroposteriorni i sagitalni Rendgenski snimci kolena sa potkolenicom, kao i MR preseki u sve tri ravni. Pratili smo ukupno 31 anatomski parametar.



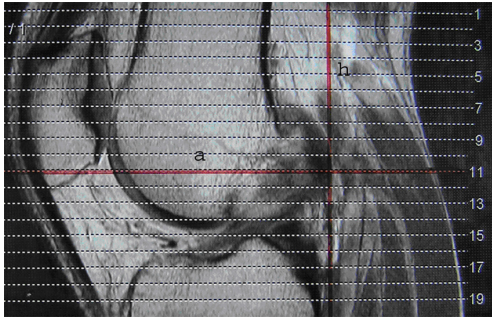
Slika br. 13. Kaliper korišten prilikom merenja



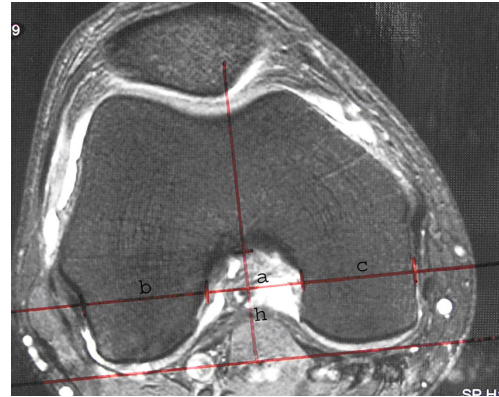
Slika br. 14. Goniometar korišten prilikom merenja

1.1. Način merenja anatomskih parametara međukondilarne jame i morfometrijskih osobina čašice

Merenje dimenzija međukondilarne jame vršeno je na horizontalnom MR preseku koji je prolazio kroz najposteriornije tačke unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti (Slika br. 15.). Na svakom snimku, u nivou zatkolenog žleba mereni su: epikondilarna širina, širina međukondilarne jame (Slika br. 16.) i visina jame kao najkraće rastojanje između najviše tačke međukondilarne jame i linije koja prolazi kroz najposteriornije tačke unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila (Slika br. 16.).



Slika br. 15. Na osnovu vertikalne linije (h) koja prolazi kroz najposteriorniju tačku spoljašnjeg kondila, određivan je presek (a) na kome su vršena merenja.



Slika br. 16. Na horizontalnom preseku merena je širina međukondilarne jame (a), širina unutrašnjeg (b) i spoljašnjeg (c) kondila, širina distalnog okrajka butne kosti (a+b+c) u nivou zatkolnog žleba i visina jame (h).

Na sagitalnom snimku koji je prolazio kroz sredinu međukondilarne jame meren je ugao krova jame u odnosu na proksimalnu tibijalnu anatomsku osovinu (PTAA; Slika br. 19.).

Na osnovu dobijenih vrednosti izračunavate su vrednosti indeksa širine međukondilarne jame (NWI), kao odnos međukondilarne i epikondilarne širine, i indeksa oblika međukondilarne jame (NSI), kao odnos širine i visine međukondilarne jame u nivou zatkolnog žleba.

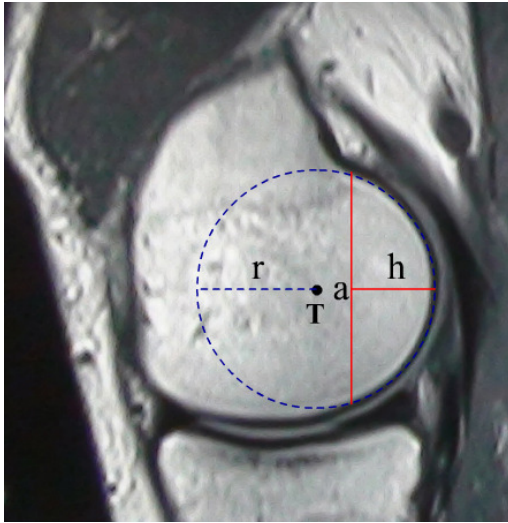
Pored morfometrijskih osobina međukondilarne jame, na distalnom okrajku femura mereno je zakrivljenje unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila. Na sagitalnom snimku koji je prolazio kroz sredinu unutrašnjeg, odnosno spoljašnjeg kondila meren je vertikalni tangencionalni odsečak („a“) i njegova visina („h“), a na osnovu njih računat je poluprečnik kruga („r“) koji odgovara posteriornom konveksitetu kondila (Slika br. 17.), na osnovu sledeće formule:

$$a = 2\sqrt{2hr - h^2} \quad \text{iz čega sledi da je:}$$

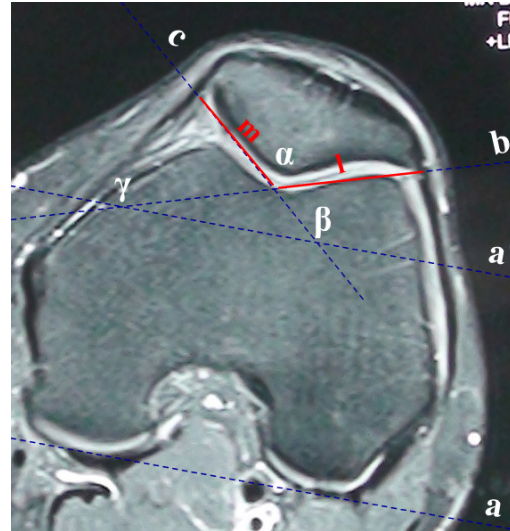
$$r = (a^2 + 4h^2) / 8h$$

Takođe, na istom snimku vršeno je merenje razlike u rastojanjima najposteriornijih tačaka medijalnih i lateralnih, femoralnih i tibijalnih kondila u cilju verifikovanja rotacije noge prilikom snimanja (vidi: ograničenja studije).

Na horizontalnom snimku MR mereni su širina unutrašnje i spoljašnje facete čašice, ugao između faceta kao i ugao koji zaklapa unutrašnja, odnosno spoljašnje faceta čašice sa linijom koja prolazi kroz najposteriornije tačke kondila butne kosti (Slika br. 18.). Pratile smo 13 anatomskih parametara međukondilarne jame i čašice.



Slika br. 17. Merenje tangencionalnog odsečka i njegove visine na kondilu butne kosti. Linija „a“ predstavlja tangencionalni odsečak kruga a „h“ njegovu visinu. Poluprečnik kruga je „r“.

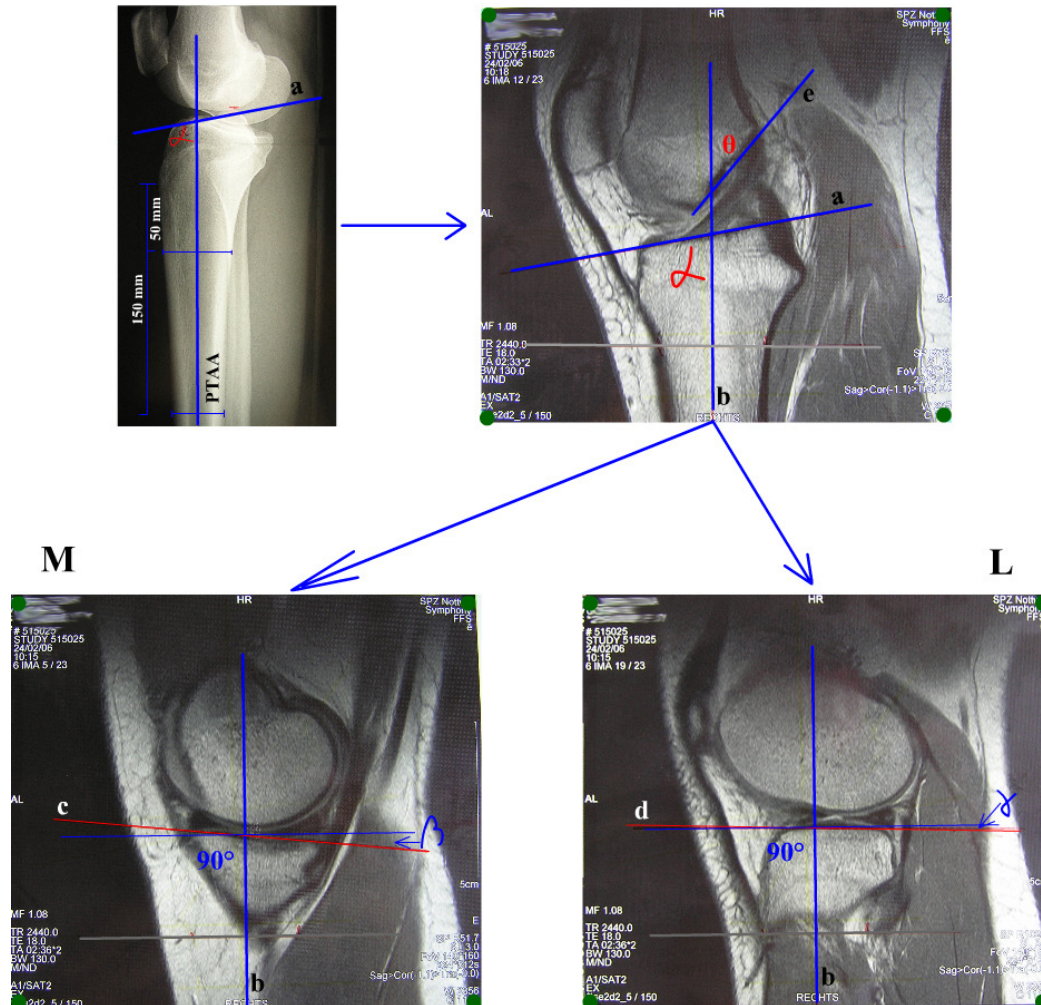


Slika br. 18. Merenje morfometrijskih osobine čašice. Dužine „m“ i „l“ predstavljaju širine unutrašnje odnosno spoljašnje facete čašice. Ugao „α“ predstavlja ugao između faceta, a uglovi „β“ i „γ“ predstavljaju uglove koje zaklapaju pravci unutrašnje i spoljašnje faceta čašice sa linijom koja prolazi kroz najposteriornije tačke butnih kondila.

1.2. Način merenja zadnjeg tibijalnog nagiba

Merenje je vršeno na Rendgenskim i MR snimcima. Na bočnom Rendgenskom snimku određivana je PTAA uz pomoć dve središnje tačke udaljene od golenjačnog ispučenja 5 i 15 cm. Zatim je uz pomoć frontalnog snimka kolena, na kome se može videti najviša tačka prednjeg tibijalnog platoa između dva međukondilarna ispučenja, ucrtavana linija koja je označavala pravac prednjeg

tibijalnog platoa. Ugao između ove dve linije predstavljao je ugao prednjeg tibijalnog platoa (alfa – α). Preostalo merenje vršeno je na MR snimcima a ugao alfa (α) je služio kao referentna vrednost za određivanje PTAA na MR snimcima (Slika br. 19.).



Slika br. 19. Određivanje tibijalnog nagiba. Na Rendgenskom snimku određivan je ugao prednjeg tibijalnog nagiba (alfa – α) uz pomoć PTAA i linije koja prati pravac prednjeg tibijalnog platoa (linija a). Dodavanjem vrednosti ugla alfa (α) dobijene na Rendgenskom snimku na liniju koja prati prednji tibijalni nagib (linija a) na sagitalnom MR snimku dobili smo liniju koja je paralelna sa PTAA (linija b). Dobijena linija je prenešena na sagitalni MR presek unutrašnjeg (M) i spoljašnjeg (L) golenjačnog kondila a zatim je uz pomoć njene okomice i linije koja prati zadnji tibijalni nagib unutrašnjeg (linija c) i spoljašnjeg (linija d) kondila dobijan ugao zadnjeg tibijalnog nagiba (β i γ) na kondilima golenjače. Takođe, u odnosu na PTAA meren je i ugao krova međukondilarne jame ($90 - \theta$) uz pomoć linije „e“.

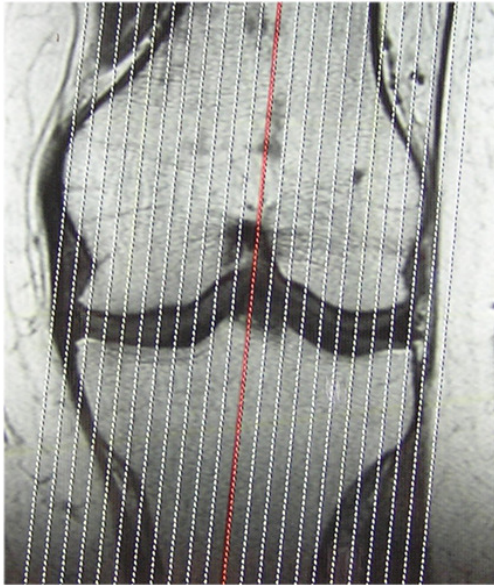
Merenja su vršena na tri sagitalna preseka zgloba kolena. Prvi sagitalni presek je išao sredinom prednjeg tibijalnog platoa, na jednakom rastojanju o dva međukondilarna ispupčenja. Sledeća dva na kojima su mereni unutrašnji i spoljašnji tibijalni plato prolazili su mestima najmanjeg femoro – tibijalnog rastojanja na unutrašnjem i spoljašnjem platou.

Na sagitalnom MR snimku koji prolazi između dva međukondilarna ispupčenja ucrtavali smo liniju koja prati pravac prednjeg tibijalnog platoa. Na tu liniju dodavali smo vrednost ugla prednjeg tibijalnog platoa (alfa – α) i dobijali smo liniju koja je paralelna PTAA. Uz pomoć biro-folije, obeležene sa četiri ugaona markera radi preciznog prenošenja, linija paralelna pravcu PTAA prenošena je na MR presek unutrašnjeg i spoljašnjeg platoa. Između linije koja prati zadnji tibijalni nagib i okomice na liniju paralelnu PTAA meren je ugao zadnjeg tibijalnog platoa na unutrašnjem, odnosno spoljašnjem tibijalnom kondilu.

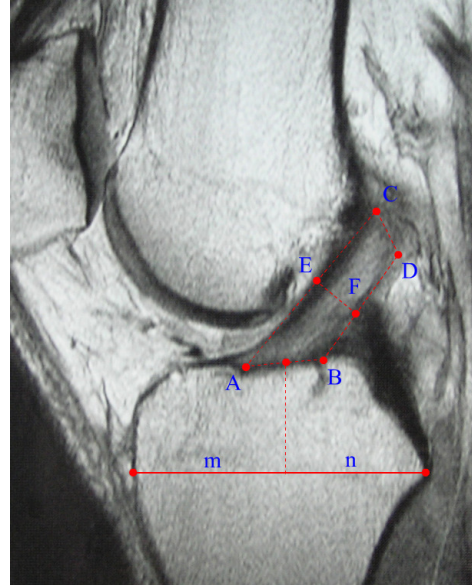
Na osnovu vrednosti tibijalnog nagiba na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu računata je razlika između tibijalnog nagiba na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu.

1.3. Način merenja morfometrijskih osobina LCA i njenih pripoja

Na sagitalnom MR preseku kolena koji je prolazio kroz prednju ukrštenu vezu (Slika br. 20., Slika br. 21.) mereni su dužina anteromedijalne (rastojanje AC) i posterolateralne ivice (rastojanje BD) LCA, a središnja dužina je računata kao aritmetička sredina prethodne dve. Na istom snimku merena je debljina LCA kao dužina perpendikularna na pravac pružanja veze, na jednakom rastojanju od golenjačnog do pripoja na butnoj kosti (rastojanje EF). Takođe, na istom snimku merena je udaljenost centra tibijalnog pripoja LCA od prednje ivice (dužina „m“) i zadnje ivice (dužina „n“) tibijalnog platoa (Slika br. 21.) i računat njihov procentualni odnos. Pratili smo ukupno 7 morfometrijskih parametara vezanih za samu LCA i njen golenjačni pripoj.



Slika br. 20. Izbor sagitalnog preseka.

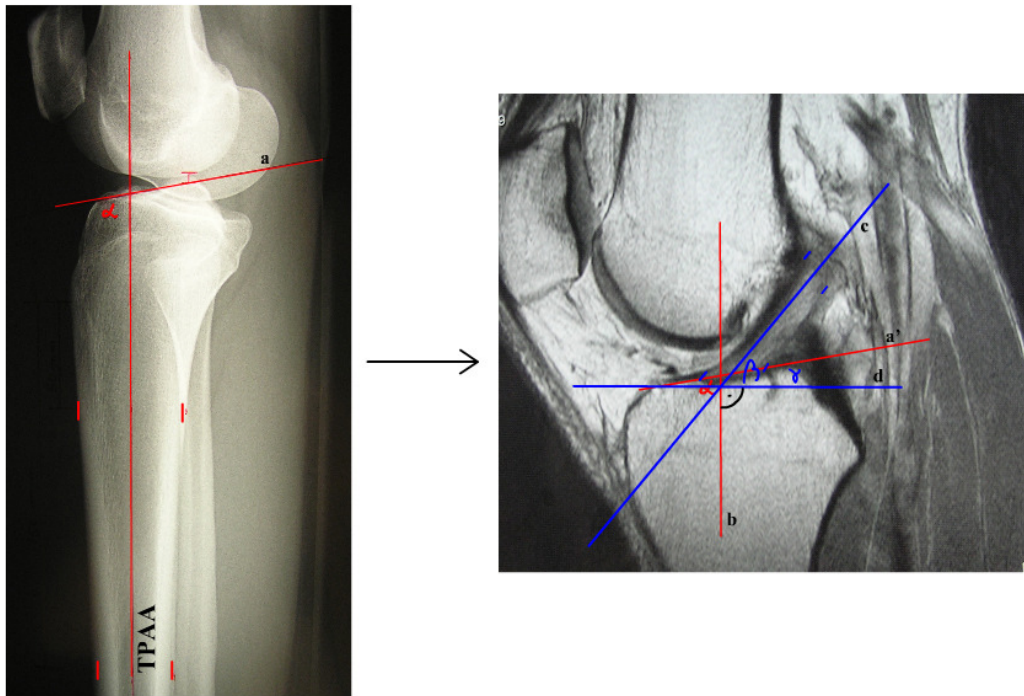


Slika br. 21. Način merenja dimenzija LCA i dimenzija njenih pripoja.

1.4. Način merenja položaja prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnosa pripoja LCA sa koštanim elementima

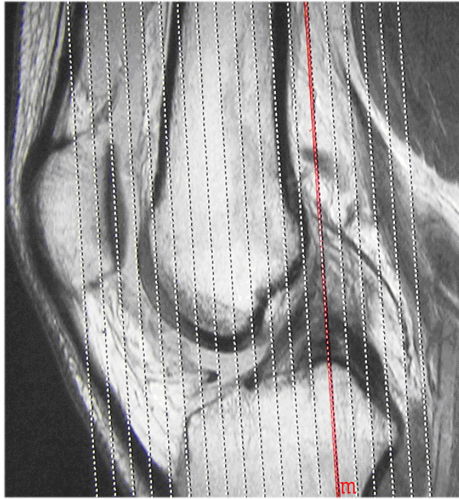
Merenje položaja LCA u sagitalnoj i frontalnoj ravni kao i njegovog odnosa sa koštanim elementima vršeno je na sagitalnim, frontalnim i horizontalnim presecima magnetne rezonance.

Ugao LCA u sagitalnoj ravni meren je na preseku koji je prolazio kroz LCA (Slika br. 22.), kao ugao između pravca pružanja LCA (pravac središnje dužine) i okomice na proksimalnu tibijalnu anatomsku osovinu (PTAA). PTAA je određivana kao i kod određivanja zadnjeg tibijalnog nagiba (Slika br. 19.). Na istom snimku meren je ugao prednjeg tibijalnog nagiba između linije koja prati prednji tibijalni nagib i okomice na liniju paralelnu PTAA. Ugao između prednjeg tibijalnog nagiba i LCA u sagitalnoj ravni, kao i kod direktnog merenja dobijan je matematički.

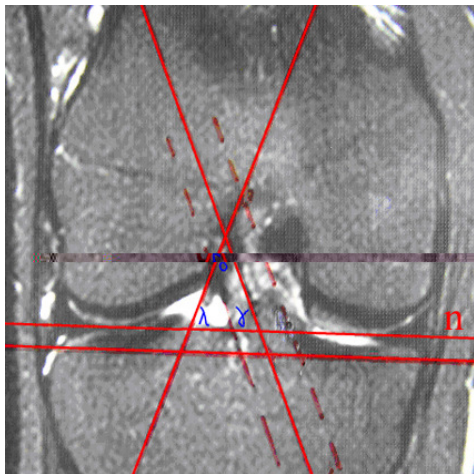


Slika br. 22. Na rendgenskom snimku određivan je ugao prednjeg tibijalnog nagiba (alfa – α) uz pomoć PTAA i linije koja prati pravac prednjeg tibijalnog platoa (linija a). Dodavanjem vrednosti ugla alfa (α) dobijene na rendgenskom snimku na liniju koja prati prednji tibijalni nagib (linija a') na sagitalnom MR snimku dobili smo liniju koja je paralelna sa PTAA (linija b). Ugao beta (β) predstavlja ugao između pravca pružanja LCA (linija c) i okomice na proksimalnu tibijalnu anatomsku osovinu (linija d). Ugao prednjeg tibijalnog platoa (γ) meren je između linije a' (prednji tibijalni plato) i linije d (okomica na TPAA).

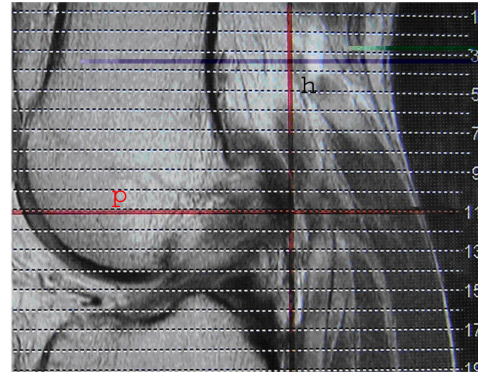
Na sagitalnom preseku vršen je izbor frontalnog preseka koji najpotpunije zahvata LCA. (Slika br. 23.). Na odgovarajućem frontalnom preseku meren je ugao LCA u frontalnoj ravni kao ugao između pravca prednje ukrštene veze i linije koja prolazi kroz najniže tačke butnih kondila (Slika br. 24.). Na istom snimku uz pomoć linije koja je prolazila kroz najniže tačke butnih kondila meren je ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni. Ugao između pravca pružanja LCA u frontalnoj ravni i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti dobijan je matematički na osnovu prethodna dva ugla (zbir uglova u trouglu jednak je 180°).



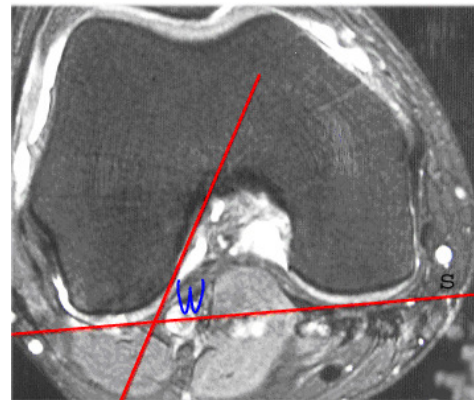
Slika br. 23. Izbor frontalnog preseka na sagitalnom snimku (linija m)



Slika br. 24. Način određivanja ugla LCA u frontalnoj ravni gama (γ) i ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni lambda (λ). Ugao između pravca LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila delta (δ) dobijan je matematički. Linija „n“ prolazi kroz najniže tačke kondila.



Slika br. 25. Izbor horizontalnog preseka (linija p) međukondilarne jame na sagitalnom snimku



Slika br. 26. Način određivanja ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni omega (ω). Linija „s“ prolazi kroz najniže tačke kondila butne kosti.

Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni određivan je na horizontalnom preseku koji prolazi kroz najposterornije tačke kondila butne kosti (Slika br. 25.). Ugao je meren između linije koja prolazi kroz najposterornije tačke

kondila butne kosti i linije koja prati unutrašnju stranu spoljašnjeg kondila (Slika br. 26.). Uključujući prednji tibijalni nagib izmeren na rendgenskom snimku i razliku između unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni pratili smo 8 parametara vezanih za položaj LCA i njen odnos sa koštanim strukturama.

1.5. Način merenja spoljašnje morfologije zgloba kolena, natkolenice i potkolenice

Na prednjoj strani zgloba kolena meren je Q-ugao i frontalna angulacija u zglobu kolena (varus-valgus ugao). Q-ugao (ugao četvoroglavog mišića) meren je goniometrom postavljenim ispod vrha čašice u ravnini zglobne pukotine a čiji kraci su bili usmereni – proksimalno prema prednjegornjoj bedrenoj bodlji (spina iliaca anterior superior) i distalno prema golenjačnom ispupčenju (tuberositas tibiae). Proksimalni krak se poklapao sa pravcem pružanja prave glave četvoroglavog mišića a distalni sa pravcem čašičnog ligamenta. Varus-valgus ugao je meren na isti način kao i prethodni ugao, samo što je distalni krak goniometra bio usmeren prema sredini bimaleolarne linije gornjeg skočnog zgloba. Ovaj podatak o varus-valgus položaju potkolenice upoređivan je sa identičnim uglom dobijenim na frontalnom rendgenskom snimku kolena. Na frontalnom rendgenskom snimku kolena uz pomoć dve središnje tačke na dijafizi butne kosti, međusobno udaljene 10 cm ucrtavan je pravac dijafize. Ista procedura je ponovljena na proksimalnom delu dijafize golenjače i na osnovu ove dve linije meren je varus-valgus ugao kolena (Slika br. 27.).



Slika br. 27. Određivanje frontalne angulacije zgloba kolena na Rendgenskom snimku. Pravac golenjače dobijamo uz pomoć dve središnje tačke udaljene 10 i 20 cm od zglobne pukotine. Pravac dijafize butne kosti određujemo uz pomoć dve središnje tačke udaljene 5 i 15 cm od kvržice privodioca (tuberculum adductorium).

2. Instrumenti i način prikupljanja podataka o spoljašnjim faktorima rizika

Za prikupljanje socioepidemioloških podataka i spoljašnjih faktora rizika koristili smo upitnik sa 28 (34) pitanja (6 pitanja se odnosi samo na ženski pol). Četiri pitanja su se odnosila na opšte informacije o pacijentu (godine, pol, visina i težina). Na osnovu visine i težine računali smo indeks telesne težine (BMI). Dva pitanja su se odnosila na vrstu sporta i učestalost treniranja. Pet pitanja se odnosili na eventualne poteškoće sa zglobovom pre povrede (ranije povrede, simptomi i njihov intenzitet, medikamentozna terapija, mirovanje). Osam pitanja se odnosilo na sam način povrede (vreme povrede, nivo treninga prilikom povrede, položaj noge, nastavak treniranja, vrsta obuće, vrsta podloge, upotreba stabilizatora zgloba, klizavost terena). Osam pitanja se odnosilo na ličnu anamnezu i navike pacijenata (senzorni aparat, neurološki ispadi, hronična oboljenja, krvni pritisak, uživanje duvana i alkohola, hormonska ili neka druga terapija). Takođe, upitnik je sadržao pitanja o eventualnim tretmanima alternativne medicine i sličnim povredama u porodici. Pacijenti ženskog pola su imali šest pitanja više koja su se odnosila na korišćenje oralnih kontraceptiva, broj trudnoća i porođaja, podatak o eventualnoj menopauzi, dužina trajanja ciklusa kao i dan ciklusa u kojem se desila povreda. (Tekst upitnika i pismenog pristanka nalazi se u Prilogu I posle literature).

3. Instrumenti i način prikupljanja podataka o neuromuskularnim faktorima rizika

3.1. Merenje amplitude pokreta u zglobu kolena

Za merenje amplitude pokreta korišten je goniometar. Merena je amplituda opružanja i pregibanja u zglobu kolena aktivno, uz pomoć mišića i pasivno, guranjem od strane ispitivača. Goniometar je postavljan sa spoljašnje strane zgloba kolena, u ravnini zglobne pukotine, direktno ispod spoljašnjeg epikondila. Proksimalni krak je bio upravljen prema velikom trohanteru a distalni je imao pravac prema spoljašnjem gležnju. Merena su 4 parametra (aktivno i pasivno pregibanje i opružanje).

3.2. Merenje snage mišića

Merenje snage mišića vršeno je uz pomoć dinamometra i trake (Slika br. 28.). Merena je snaga pregibača i opružača u zglobu kolena, kao i snaga primicača i odmicača u zglobu kuka.



Slika br. 28. Dinamometar i traka

Za merenje snage pregibača i opružača, ispitanik je postavljan na trbuh, sa presavijenim ispitivanim ekstremitetom pod 90°. Dinamometar je fiksiran trakom u ravni gornjeg skočnog zgloba a potom je ispitanik vršio pregibanje odnosno opružanje (Slika br. 29.). Validna vrednost rezultata je ona koju je ispitanik mogao da zadrži najmanje 3 sekunde.



Slika br. 29. Merenje snage opružača u zglobu kolena

Za merenje snage primicača i odmicača u zglobu kuka, ispitanik je sedeo na stolici, rukama je fiksirao trup za sedište stolice (zbog naginjanja tela), potkolenica je bila pod 90° u odnosu na natkolenicu a stopalo se oslanjalo celom površnom o pod. Pošto je dinamometar fiksiran trakom za spoljašnju ili unutrašnju stranu distalnog dela natkolenice ispitanik je vršio odmicanje, odnosno primicanje (Slika br. 30.). Validna vrednost rezultata je ona koju je ispitanik mogao da zadrži najmanje 3 sekunde. Merili smo 4 parametra (snaga pregibača i opružača potkolenice, primicača i odmicača natkolenice), kao i razliku između dva antagonistička pokreta.



Slika br. 30. Merenje snage primicača u zglobu kolena

3.3. Dinamički testovi

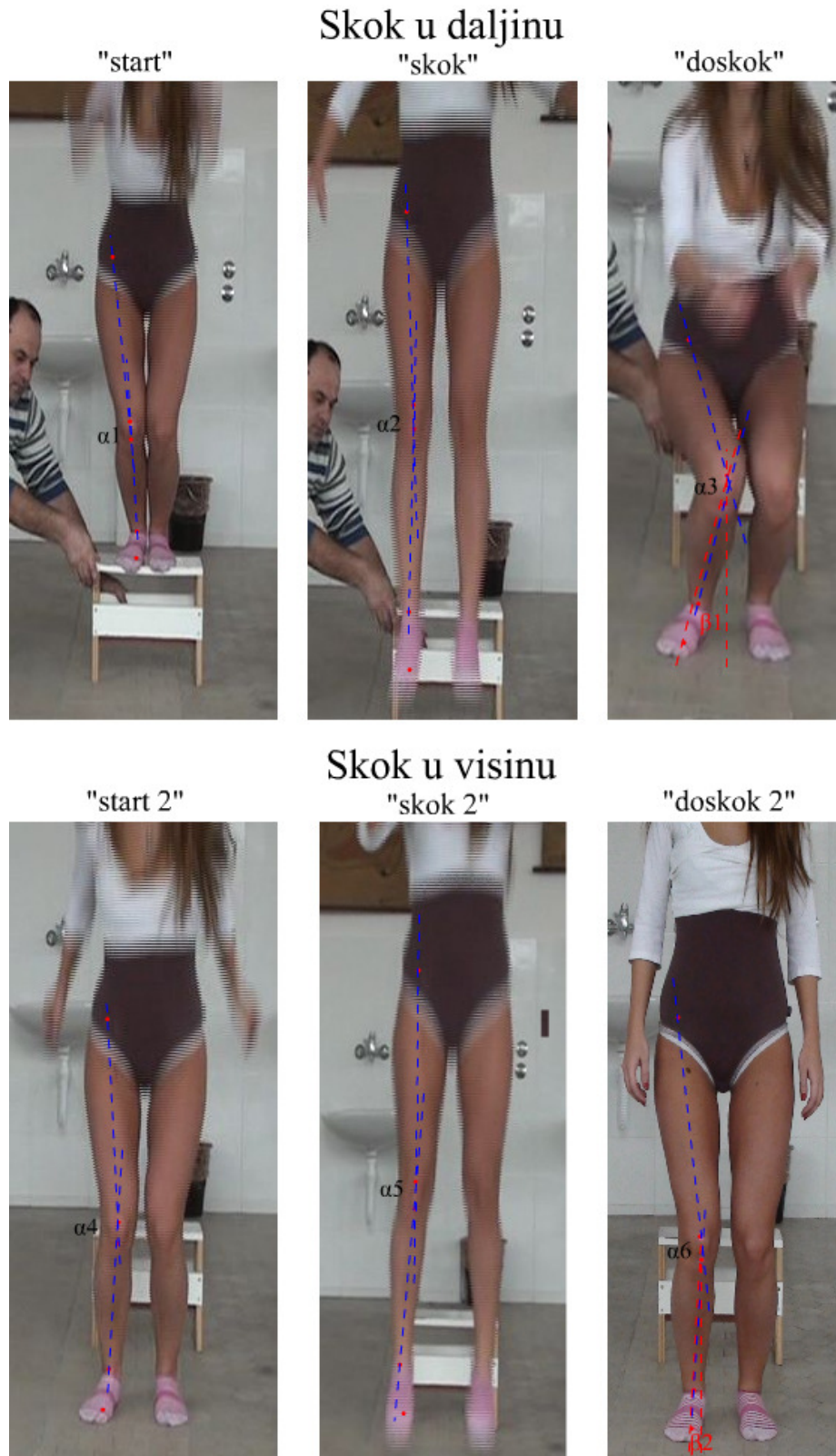
Za merenje položaja donjeg ekstremiteta prilikom doskoka i čučnja koristimo „LESS - landing error score system“¹²⁹ (doskok na flektirano koleno) i Single leg squat¹³³ (iskorak sa čučnjem) test. Doskok na flektirano koleno kao i iskorak sa čučnjem snimamo kamerom (Sony DCR-SR220) a uz pomoć video analize u programu „Adobe Premiere“ dobijamo uglove u zglobu kolena prilikom doskoka i čučnja.

Doskok na flektirano koleno izvodimo na sledeći način: Na nogu ispitivača se postavlja 8 markera (tačke promera 10 mm). Pet markera u frontalnoj ravni se postavljaju: na prednje gornju bedrenu bodlju, na bazu čašice, na vrh čašice, na sredinu gornjeg skočnog zgloba i na prvi metatarzofalangealni zglob. Tri tačke u sagitalnoj ravni se postavljaju: iznad velikog trohantera, na spoljašnji epikondil butne kosti i na spoljašnji gležanj. U obe ravni, prve dve predstavljaju pravac butne kosti a druga i treća (u sagitalnoj) odnosno treća i četvrta (u frontalnoj ravni) pravac golenjače. Peta tačka u

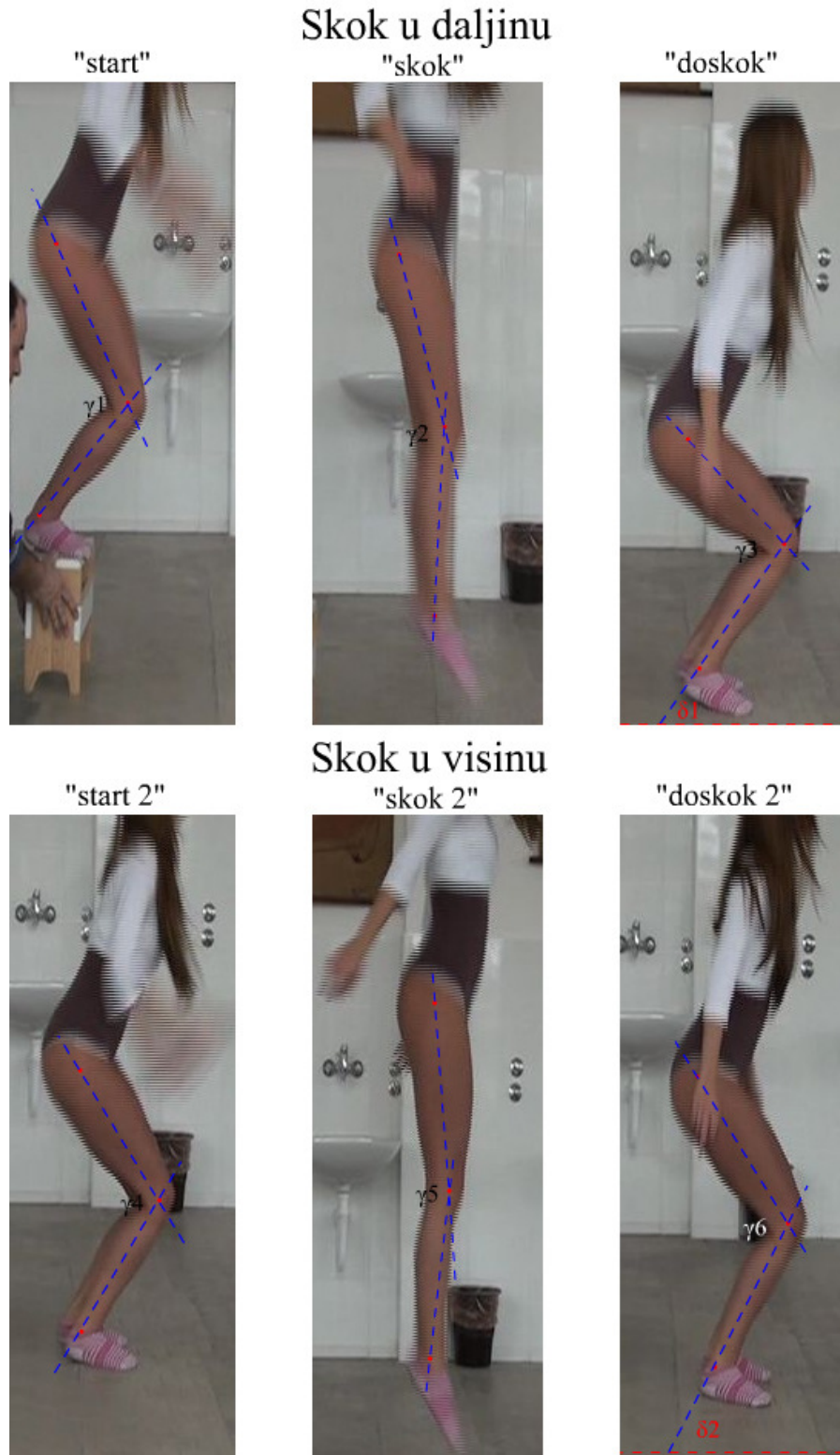
frontalnoj ravni služi za praćenje odstupanja kolena od prvog metatarzofalangealnog zgloba u frontalnoj ravni. Ispitanik skače u dalj sa kutije od 30 cm na rastojanje koje iznosi polovinu njegove visine. Potom maksimalno skače u vis i spušta se na isto mesto. Ova dva skoka se snimaju kamerom postavljenom na udaljenosti od 5 metara u visini zgloba kolena, u frontalnoj i sagitalnoj ravni.

Prvi način analize video snimka podrazumeva bodovanje prema LESS detaljno opisanom od strane Padua i sar¹²⁹ (Prilog II). Ovim skor sistemom prati se 17 parametara tokom skoka u daljinu i visinu a svaki parametar nosi po jedan bod. Četiri ili manje bodova se opisuju kao odličan skok, od četiri do pet kao dobar, od pet do šest kao osrednji a šest ili više bodova govori u prilog lošeg skoka.

Drugi način video analize podrazumeva da se snimci obrađuju i da se dobijaju informacije o varus-valgus položaju kolena (α -ugao; frontalna ravan, Slika br. 31.) u trenutku odraza od kutije („start“; ugao α_1), neposredno pre dodirivanja tla („skok“; ugao α_2) i na kraju skoka, prilikom najvećeg opterećenja zgloba („doskok“ ugao α_3). Takođe, prilikom najvećeg opterećenja zgloba meri se i odstupanje kolena od prvog metatarzofalangealnog zgloba u frontalnoj ravni („poravnanje“; ugao β_1 ; Slika br. 31.). Za „poravnanje“ pozitivane vrednosti ugla označavaju valgus položaj zgloba kolena a negativne varus položaj. Idenični položaji zgloba kolena se prate i tokom skoka u vis: „start 2“ (ugao α_4), „skok 2“ (ugao α_5), „doskok 2“ (ugao α_6) i „poravnanje 2“ (ugao β_2). Ovde skrećemo pažnju da vrednosti varus-valgus ugla dobijene tokom video analize u ovoj studiji ne potiču od primicanja ili odmicanja u zglobu kolena (ovi pokreti su minimalni u zglobu kolena) već od primicanja ili odmicanja kolena od srednje linije koje je praćeno unutrašnjom (odvođenje) ili spoljašnjom (privođenje) rotacijom potkolenice.

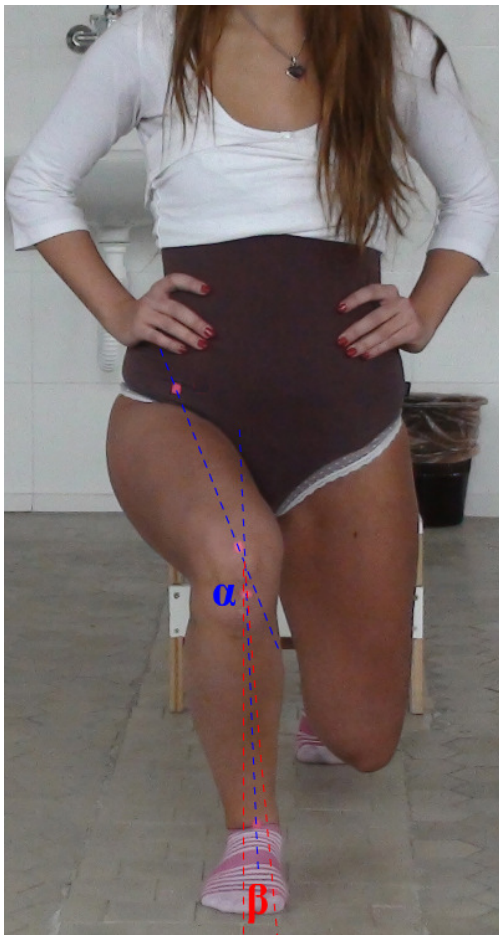


Slika br. 31. Frontalna angulacija zgloba kolena tokom skoka u daljinu i visinu



Slika br. 32. Sagitalna angulacija zgloba kolena i gornjeg skočnog zgloba tokom skoka u daljinu i visinu.

U sagitalnoj ravni (Slika br. 32.) prati se ugao zgloba kolena za položaje: „start“ (ugao γ_1), „skok“ (ugao γ_2), „doskok“ (ugao γ_3), „start 2“ (ugao γ_4), „skok 2“ (ugao γ_5) i „doskok 2“ (ugao γ_6) kao i ugao koji zaklapa potkolenica sa podlogom u položaju „doskok“ (ugao „skočni zglob“ - δ_1) i „doskok 2“ (ugao „skočni zglob 2“ - δ_1). Pored navedenih položaja zgloba kolena ispitivali smo razliku između ispitivane i kontrolne grupe u promeni ugla od položaja odraza od kutije do položaja dodirivanja tla ($\alpha_2 - \alpha_1 =$ „odraz“ i $\alpha_5 - \alpha_4 =$ „odraz 2“) kao i od položaja dodirivanja tla do položaja maksimalnog opterećenja zgloba kolena ($\alpha_3 - \alpha_2 =$ „ublažavanje“ i $\alpha_6 - \alpha_5 =$ „ublažavanje 2“). Broj „2“ se odnosi na vrednosti uglova tokom skoka u vis.



Slika br. 33. Merenje frontalne angulacije zgloba kolena (α) i odstupanja kolena od prvog metatarzofalangealnog zgloba (β) prilikom čučnja sa iskorakom

Iskorak sa čučnjem ispitanik izvodi na sledeći način: markeri se postavljaju samo u frontalnu ravan kao za doskok na flektirano koleno, kamera se postavlja na udaljenost od 5 metara u ravni zgloba kolena, a ispitanik radi čučanj sa iskorakom do položaja pregibanja u zglobu kolena od 90° . Na tom mestu merimo frontalnu angulaciju u zglobu kolena („čučanj“ - α) kao i odstupanje kolena od prvog metatarzofalangealnog zgloba u frontalnoj ravni („poravnanje tokom čučnja“ - β ; Slika br. 33.). U slučaju unutrašnjeg položaja kolena u odnosu na prvi metatarzofalangealni zglob ugao bi nosio pozitivan predznak a u slučaju spoljašnjeg položaja (kao na slici), negativan predznak. Praćeno je ukupno 26 parametara vezanih za položaja zgloba kolena u frontalnoj i sagitalnoj ravni tokom skoka u dalj, u vis i tokom čučnja sa iskorakom.

4. Instrumenti i način prikupljanja podataka o hormonalnim faktorima rizika

Iako koncentracija polnih hormona žene varira tokom menstruacionog ciklusa, koncentracija ovih hormona u pljuvački ne varira bitno tako da su uzorci uzimani neovisno o danu menstruacionog ciklusa, ali uz njihovu evidenciju. Kako je koncentracija estrogena i progesterona niža tokom folikularne faze a viša tokom ovulacije i lutealne faze, unutar obe ženske podgrupe, ispitivane i kontrolne napravljene su dodatne dve grupe ispitanika: prva koje je uzorke dala tokom folikularne faze i druga koja je uzorke pljuvačke dala tokom ovulacije ili lutealne faze. Za ovakvu distribuciju podataka razlike između ispitivane i kontrolne grupe smo testirali putem dvofaktorske analize varijanse, gde je drugi faktor bila faza menstruacionog ciklusa

Koncentracije hormona u pljuvački (progesterona, estradiola i testosterona) određivali smo uz pomoć „Salivometrics“ enzimskog imunoeseja. Korelacija koncentracije ovih hormona u pljuvački i serumu iznosi za testosteron $r=0.96$ ($p<0.001$), $17\text{-}\beta$ estradiol $r=0.80$ ($p\leq 0.001$) i progesteron $r=0.80$ ($p<0.001$). Pljuvačka je uzimana od ispitanika tokom testiranja u sterilnu bočicu za koprokulturu. Za adekvatana uzorak bilo je potrebno da ispitanik nije imao obrok u poslednjih 60 minuta i da nije uzimao alkohol u poslednjih 12 sati. Ispitanici su davali pljuvačku u jednu bočicu 2 puta po 2-3 uzorka u razmaku od 45 do 60 minuta (ukupno 4-6 uzoraka, radi lučenja polnih hormona u intervalima). Takvi uzorci pljuvačke čuvali su se na temperaturi ispod -20°C . Po prikupljanju svih uzoraka putem ELISA tehnike određivali smo koncentraciju polnih hormona u pljuvački.¹³⁵⁻⁷

Dejstvo hormona na elastičnost vezivnog tkiva testiramo uz pomoć „laxity score“ po Beighton, Solomon i Soskilne.⁹ Ova test se oslanja na postojanje hiperelastičnosti sledećih zglobova: peti metakarpofalangealni na obe ruke (pasivna ekstenzija preko 90°), radiokarpalni na obe ruke (pasivna fleksija šake uz abdukciju palca do kontakta sa podlakticom), lakatni na obe ruke (aktivna hiperekstenzija preko 0°), oba zgloba kolena (genu recurvatum) i mogućnost pregibanja tela i dodirivanja poda dlanovima (noge su skupljene i oslonjene punim stolaplom o pod). Maksimalni skor ovog testa je 9, a autori smatraju da hiperelastičnost postoji ako je skor 5 ili više.

5. Obrada podataka

Svi podaci su obrađeni u programu SPSS 11.0. Uz pomoć tabela i grafikona prikazane su pojedine vrednosti faktora koji mogu da dovedu do rupture LCA. Testirani su svi opisani faktori rizika. Razlike između dve grupe testirane su putem Studentovog t-testa za povezane parove, dok je povezanost ispitivana putem Pearson koeficijenta korelacije u paketu SPSS 11.0. Kako se starosna raspodela muškaraca i žena nije statistički značajno razlikovala, razlike po polu su testirane uz pomoć nezavisnog t-testa. Nakon izdvajanja faktora koji dovode do povređivanja LCA određivan je koeficijent svakog faktora ponaosob putem analize diskriminante, zatim pripadnost i verovatnoća pripadnosti svakog pacijenta ispitivanoj ili kontrolnoj grupi kao i kanonička korelacija.

IV. REZULTATI

Kao u uvodu i metodu, i ovde smo sistematski upoređivali anatomske, faktore spoljašnje sredine, neuromuskularne i hormonalne faktore rizika.

1. Anatomske faktori rizika

1.1. Parametri međukondilarne jame i čašice

1.1.1. Apsolutne dimezije međukondilarne jame

Od apsolutnih dimenzija međukondilarne jame pratili smo širinu i visinu međukondilarne jame kao i epikondilarnu širinu, meru distalnog okrajka butne kosti.

Tabela br. 2. Apsolutne dimenzije međukondilarne jame (mm)

Grupa ispitanika	Širina međukondilarne jame	Visina međukondilarne jame	Epikondilarna širina
Ispitivana	21.5±2.9	33.7±3.4	75.0±6.7
Kontrolna	21.9±1.9	33.0±3.3	74.7±5.5

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe niti za jedan apsolutni parametar međukondilarne jame ($p>0.05$; širina: $p=0.496$; visina: $p=0.317$; epikondilarna širina: $p=0.822$).

Tabela br. 3. Apsolutne dimenzije međukondilarne jame muške podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Širina međukondilarne jame	Visina međukondilarne jame	Epikondilarna širina
Ispitivana	22.6±2.6	34.6±3.4	77.4±5.6
Kontrolna	22.3±1.8	33.8±2.9	77.2±3.7

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe niti za jedan apsolutni parametar međukondilarne jame ($p>0.05$; širina: $p=0.658$; visina: $p=0.354$; epikondilarna širina: $p=0.890$).

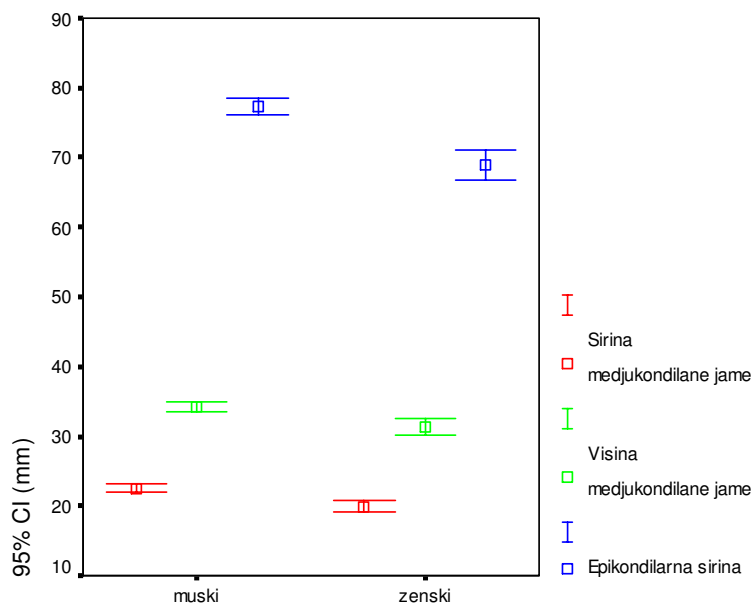
Tabela br. 4. Apsolutne dimenzije međukondilarne jame ženske podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Širina međukondilarne jame	Visina međukondilarne jame	Epikondilarna širina
Ispitivana	18.9±2.0	31.6±2.5	69.2±5.4
Kontrolna	20.9±1.9	31.1±3.5	68.8±4.7

Ispitanice sa rupturom LCA poseduju statistički značajno užu međukondilarnu jamu nego ispitanice bez rupture LCA ($p<0.05$; $p=0.021$). Testiranjem uz pomoć T testa

za vezane parove nije dobijena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe za preostala dva apsolutna parametra ($p > 0.05$; visina: $p = 0.708$; epikondilarna širina: $p = 0.836$).

Grafik br. 2. Apsolune dimenzije međukondilarne jame – polne razlike (mm)



Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju širine međukondilarne jame, visine međukondilarne jame i epikondilarne širine ($p < 0.01$; $p = 0.000$; za sva tri parametra).

1.1.2. Relativni parametri međukondilarne jame

Od relativnih parametara međukondilarne jame pratili smo indeks širine međukondilarne jame (NWI) i indeks oblika međukondilarne jame (NSI).

Tabela br. 5. Relativni parametri međukondilarne jame

Grupa ispitanika	NWI	NSI
Ispitivana	0.287 ± 0.031	0.641 ± 0.083
Kontrolna	0.294 ± 0.023	0.668 ± 0.072

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe niti za jedan relativni parametar međukondilarne jame ($p > 0.05$; NWI: $p = 0.320$; NSI: $p = 0.157$).

Tabela br. 6. Relativni parametri međukondilarne jame muške podgrupe

Grupa ispitanika	NWI	NSI
Ispitivana	0.293 ± 0.031	0.658 ± 0.082
Kontrolna	0.290 ± 0.025	0.665 ± 0.075

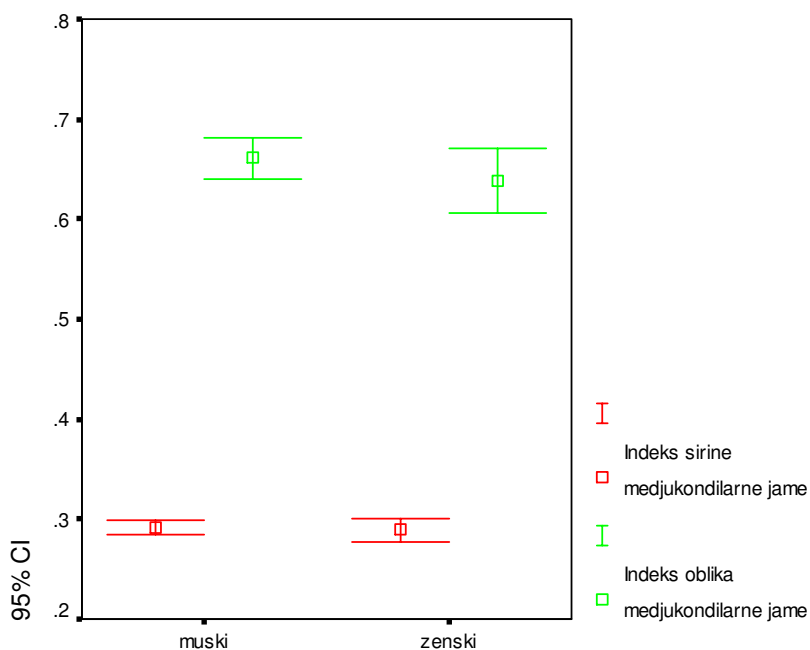
Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitanice i kontrolne muške podgrupe niti za jedan relativni parametar međukondilarne jame ($p > 0.05$; NWI: $p = 0.696$; NSI: $p = 0.748$).

Tabela br. 7. Relativni parametri međukondilarne jame ženske podgrupe

Grupa ispitanika	NWI	NSI
Ispitivana	0.275±0.030	0.601±0.073
Kontrolna	0.304±0.016	0.676±0.063

Ispitanice sa rupturom LCA poseduju statistički značajno manji indeks širine i indeks oblika međukondilarne jame nego ispitanice bez rupture LCA ($p < 0.05$; NWI: $p = 0.010$; NSI: $p = 0.041$).

Grafik br. 3. Vrednosti indeksa širine međukondilarne jame – polne razlike



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju indeksa širine međukondilarne jame ($p > 0.05$; $p = 0.743$), kao ni po pitanju indeksa oblika međukondilarne jame ($p > 0.05$; $p = 0.232$).

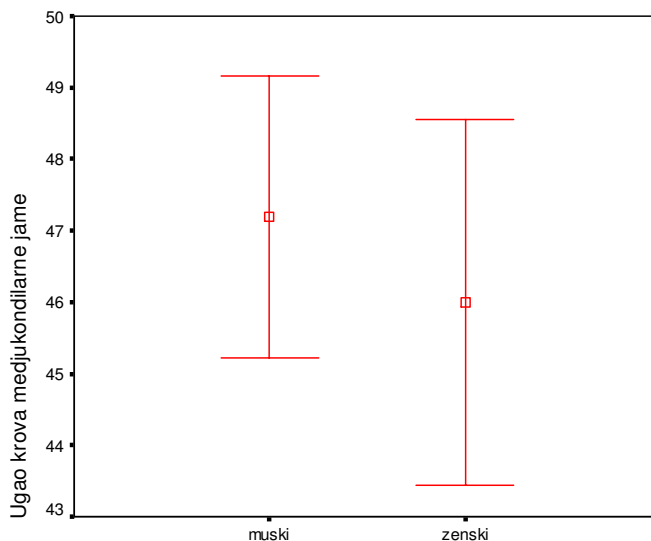
1.1.3. Ugao krova međukondilarne jame

Tabela br. 8. Vrednosti ugla krova međukondilarne jame (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	46.0±5.9	46.8±6.2	44.2±4.7
Kontrolna	47.7±8.1	47.6±8.6	47.8±6.9

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla krova međukondilarne jame ($p>0.05$; $p=0.234$). Takođe, značajnost nije nađena niti unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.627$; žene: $p=0.118$).

Grafik br. 4. Vrednosti ugla krova međukondilarne jame – polne razlike



Nije utvrđena statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju ugla krova međukondilarne jame ($p>0.05$; $p=0.493$).

1.1.4. Radius unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti

Tabela br. 9. Radius unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti (mm)

Grupa ispitanika	Unutrašnji kondil	Spoljašnji kondil
Ispitivana	20.0±2.0	18.8±2.1
Kontrolna	20.1±2.4	20.3±2.9

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove dobijena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju radijusa spoljašnjeg kondila ($p<0.01$; $p=0.004$), ali ne i po pitanju radijusa unutrašnjeg kondila ($p>0.05$; $p=0.763$).

Tabela br. 10. Radius unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti muške podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Unutrašnji kondil	Spoljašnji kondil
Ispitivana	20.4±1.8	19.7±1.6
Kontrolna	20.7±2.3	21.0±2.8

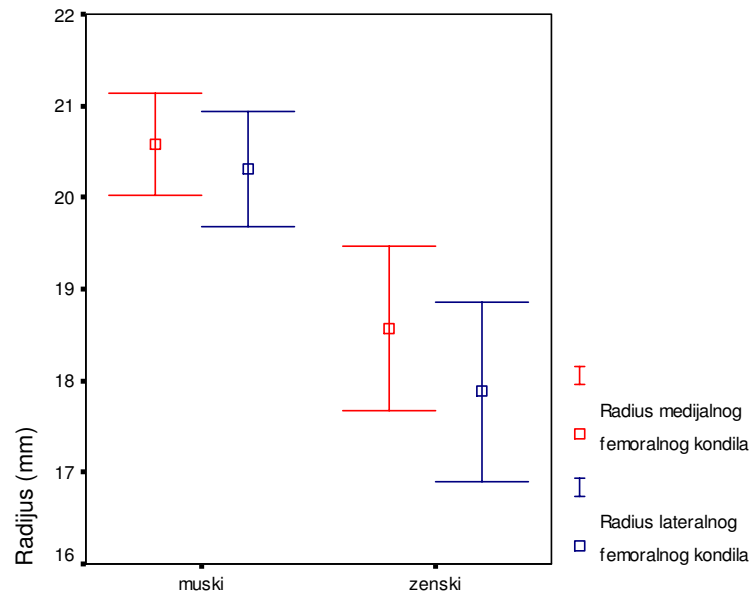
Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove dobijena je statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju radijusa spoljašnjeg kondila ($p < 0.05$; $p = 0.039$), ali ne i po pitanju radijusa unutrašnjeg kondila ($p > 0.05$; $p = 0.660$).

Tabela br. 11. Radius unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti ženske podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Unutrašnji kondil	Spoljašnji kondil
Ispitivana	18.6±2.1	16.7±1.3
Kontrolna	18.4±1.8	18.5±2.3

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove dobijena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe po pitanju radijusa spoljašnjeg kondila ($p < 0.05$; $p = 0.026$), ali ne i po pitanju radijusa unutrašnjeg kondila ($p > 0.05$; $p = 0.853$).

Grafik br. 5. Vrednosti radijusa unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti – polne razlike



Postoji visoko statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju prečnika unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti ($p < 0.01$; $p = 0.000$ za oba parametra).

Tabela br. 12. Statistička značajnost (p vrednost) razlike u dijametri unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila unutar svake grupe ponaosob

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.004	0.046	0.003
Kontrolna	0.565	0.443	0.870

Ispitivana grupa pacijenata poseduje manji prečnik spoljašnjeg femoralnog kondila nego unutrašnjeg, što nije slučaj kod pacijenata kontrolne grupe.

1.1.5. Širina unutrašnje i spoljašnje facete čašice

Tabela br. 13. Širina unutrašnje i spoljašnje facete čašice (mm)

Grupa ispitanika	Unutrašnja faceta	Spoljašnja faceta
Ispitivana	20.1±3.2	29.2±2.8
Kontrolna	20.7±3.3	28.7±2.9

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe za širinu unutrašnje i spoljašnje facete čašice ($p > 0.05$; unutrašnja: $p = 0.444$; spoljašnja: $p = 0.359$).

Tabela br. 14. Širina unutrašnje i spoljašnje facete čašice muške podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Unutrašnja faceta	Spoljašnja faceta
Ispitivana	20.8±3.4	29.7±2.9
Kontrolna	21.0±3.7	29.3±2.8

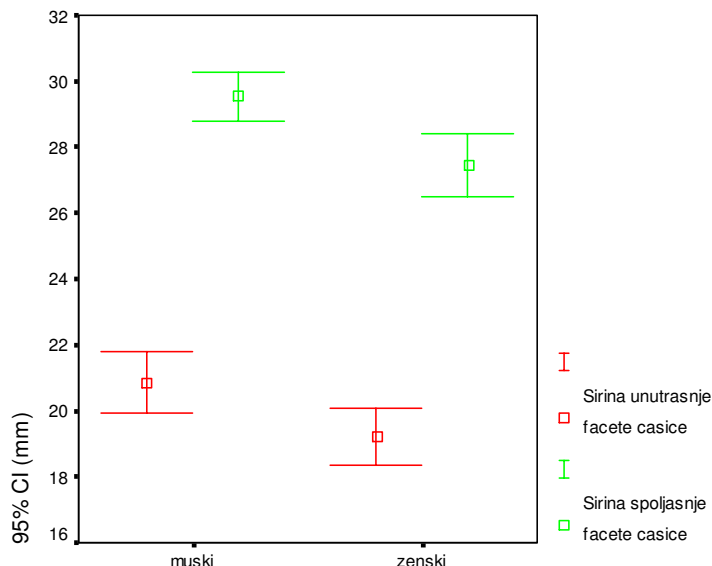
Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe za širinu unutrašnje i spoljašnje facete čašice ($p > 0.05$; unutrašnja: $p = 0.861$; spoljašnja: $p = 0.553$).

Tabela br. 15. Širina unutrašnje i spoljašnje facete čašice ženske podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Unutrašnja faceta	Spoljašnja faceta
Ispitivana	18.4±1.8	27.8±2.1
Kontrolna	20.0±2.0	27.1±2.5

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe za širinu unutrašnje i spoljašnje facete čašice ($p < 0.05$; unutrašnja: $p = 0.081$; spoljašnja: $p = 0.434$).

Grafik br. 6. Vrednosti širine unutrašnje i spoljašnje facete čašice – polne razlike



Postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju širine unutrašnje facete patele ($p < 0.05$; $p = 0.034$) kao i visoko statistički značajna razlika po pitanju širine spoljašnje facete čašice ($p < 0.01$; $p = 0.002$).

1.1.6. Geometrija zglobnih površina čašice

Na čašici smo pratili ugao između faceta i ugao koji zaklapaju unutrašnja i spoljašnja faceta sa linijom koja prolazi kroz najposteriornije tačke butnih kondila.

Tabela br. 16. Geometrija zglobnih površina čašice (°)

Grupa ispitanika	Ugao između faceta	Ugao unutrašnje facete	Ugao spoljašnje facete
Ispitivana	123.8±9.7	43.0±10.9	12.4±6.0
Kontrolna	125.8±8.0	40.7±7.9	15.1±5.6

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla između faceta i ugla unutrašnje facete čašice ($p > 0.05$; respektivno: $p = 0.319$; $p = 0.294$) ali je utvrđena statistički značajna razlika po pitanju ugla spoljašnje facete patele ($p < 0.05$; $p = 0.046$).

Tabela br. 17. Geometrija zglobnih površina čašice muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao između faceta	Ugao unutrašnje facete	Ugao spoljašnje facete
Ispitivana	124.1±10.7	42.6±12.5	12.6±5.8
Kontrolna	127.1±8.8	39.2±8.2	15.2±6.1

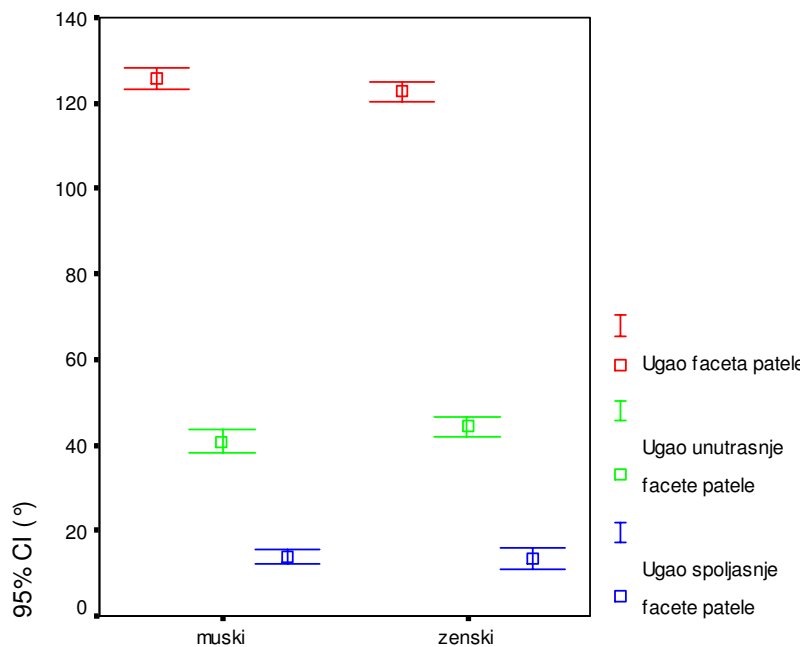
Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe niti za jedan parametar geometrije zglobnih površina čašice ($p > 0.05$; respektivno: $p = 0.271$; $p = 0.238$; $p = 0.153$).

Tabela br. 18. Geometrija zglobnih površina čašice ženske podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao između faceta	Ugao unutrašnje facete	Ugao spoljašnje facete
Ispitivana	122.8±7.1	44.1±5.9	11.8±6.5
Kontrolna	122.6±3.9	44.5±5.5	15.1±4.2

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije nađena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe niti za jedan parametar geometrije zglobnih površina čašice ($p > 0.05$; respektivno: $p = 0.924$; $p = 0.882$; $p = 0.119$).

Grafik br. 7. Geometrija zglobnih površina čašice – polne razlike



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju geometrije zglobnih površina čašice ($p > 0.05$; ugao faceta patele: $p = 0.093$; ugao unutrašnje facete: $p = 0.061$; ugao spoljašnje facete: $p = 0.731$).

Od 15 morfometrijskih parametara međukondilarne jame i čašice u muškoj podgrupi statističku značajnost je pokazao samo jedan a u ženskoj tri morfometrijska parametra.

1.2. Zadnji tibijalni nagib

1.2.1. Zadnji tibijalni nagib spoljašnjeg i unutrašnjeg kondila

Pored tibijalnog nagiba na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu golenjače, pratili smo i razliku između nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu.

Tabela br. 19. Vrednosti zadnjeg tibijalnog nagiba (°)

Grupa ispitanika	Spoljašnji kondil	Unutrašnji kondil	Razlika između kondila
Ispitivana	8.3±3.1	5.6±2.9	2.7±2.7
Kontrolna	4.8±2.4	5.3±3.4	-0.5±2.8

Zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu ispitivane grupe je visoko statistički značajno veći od istog nagiba kontrolne grupe ($p < 0.01$; $p = 0.000$). Nije utvrđena statistički značajna razlika između tibijalnog nagiba na unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne grupe ($p > 0.05$; $p = 0.714$). Utvrđena je visoka statistička značajnost između razlika u tibijalnom nagibu na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne grupe ($p < 0.01$; $p = 0.000$).

Tabela br. 20. Vrednosti zadnjeg tibijalnog nagiba muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Spoljašnji kondil	Unutrašnji kondil	Razlika između kondila
Ispitivana	8.8±2.8	5.8±2.7	3.0±2.7
Kontrolna	4.6±2.4	4.8±2.5	-0.2±2.1

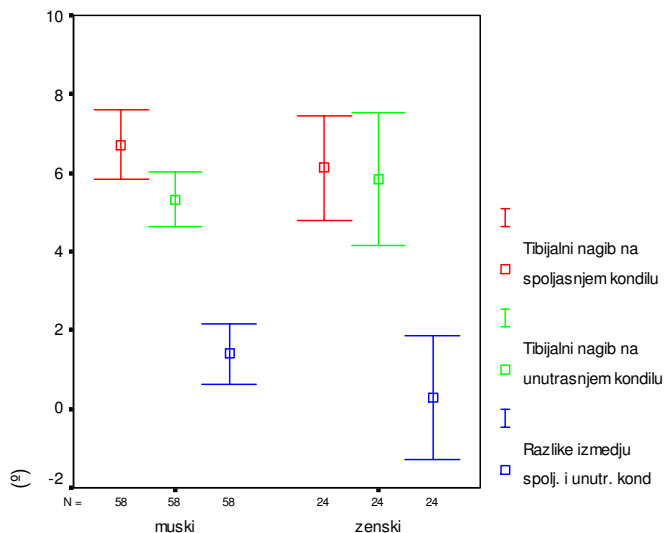
Zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu muške ispitivane podgrupe je visoko statistički značajno veći od istog nagiba kontrolne grupe ($p < 0.01$; $p = 0.000$). Nije utvrđena statistički značajna razlika između tibijalnog nagiba na unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne muške podgrupe ($p > 0.05$; $p = 0.193$). Utvrđena je visoka statistička značajnost između razlika u nagibu na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne grupe ($p < 0.01$; $p = 0.000$).

Tabela br. 21. Vrednosti zadnjeg tibijalnog nagiba ženske podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Spoljašnji kondil	Unutrašnji kondil	Razlika između kondila
Ispitivana	7.1±3.5	5.1±3.2	2.0±2.6
Kontrolna	5.2±2.6	6.6±4.7	-1.4±3.9

Zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu ženske ispitivane podgrupe nije statistički značajno veći od istog nagiba kontrolne ženske podgrupe ($p > 0.05$; $p = 0.132$). Nije utvrđena statistički značajna razlika između tibijalnog nagiba na unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne ženske podgrupe ($p > 0.05$; $p = 0.419$). Utvrđena je statistička značajnost između razlika u nagibu na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne grupe ($p < 0.05$; $p = 0.043$).

Grafik br. 8. Zadnji tibijalni nagib spoljašnjeg i unutrašnjeg kondila - polne razlike(°)



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem kondilu ($p > 0.05$; $p = 0.442$), zadnjeg tibijalnog nagiba na unutrašnjem kondilu ($p > 0.05$; $p = 0.569$), kao niti po pitanju razlika u nagibu spoljašnjeg i unutrašnjeg kondila ($p > 0.05$; $p = 0.140$).

Razlika između nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu golenjače pokazala se statistički značajnom unutar obe polne podgrupe, a tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu se pokazao značajnim samo u muškoj polnoj podgrupi.

1.2.2. Razlike između nagiba na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu unutar svake grupe posebno

Tabela br. 22. Statistička značajnost (p vrednost) razlike između nagiba na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu unutar svake grupe posebno

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.000	0.000	0.022
Kontrolna	0.223	0.663	0.239

Ispitivana grupa pacijenata poseduje visoko statistički značajno veći nagib na spoljašnjem nego na unutrašnjem kondilu golenjače unutar mešovite populacije i unutar muške podgrupe ($p < 0.01$), dok je unutar ženske podgrupe tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu statistički značajno veći nego na unutrašnjem ($p < 0.05$). Unutar kontrolne grupe i njenih polnih podgrupa nije pronađena ovakva razlika ($p > 0.05$).

1.3. Morfometrijske osobine LCA i njenih pripoja

1.3.1. Dimenzije LCA

U radu smo upoređivali dužinu prednjeunutrašnje i zadnjepoljašnje ivice LCA, dužinu središnjeg dela i sagitalnu širinu LCA. Pored dimenzija LCA, unutar svake grupe ispitanika pratili smo korelaciju debljine LCA sa širinom i visinom međukondilarne jame.

Tabela br. 23. Dimenzije prednje ukrštene veze (mm)

Grupa ispitanika	Dužina prednjeunutrašnje ivice	Dužina zadnjepoljašnje ivice	Dužina središnjeg dela	Sagitalna širina
Ispitivana	43.5±4.0	27.5±3.8	35.6±3.7	11.6±1.5
Kontrolna	42.5±4.5	25.3±3.9	34.0±3.7	11.3±1.7

Nije utvrđena statistički značajna razlika između dužine prednjeunutrašnjeg dela LCA, kao ni debljine LCA ispitivane i kontrolne grupe ($p>0.05$; $p=0.245$; $p=0.292$, respektivno). Utvrđena je statistički značajna razlika između dužine zadnjepoljašnje ivice ($p<0.01$; $p=0.004$) i dužine središnjeg dela ($p<0.05$; $p=0.036$) LCA ispitivane i kontrolne grupe.

Tabela br. 24. Dimenzije prednje ukrštene veze muške podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Dužina prednjeunutrašnje ivice	Dužina zadnjepoljašnje ivice	Dužina središnjeg dela	Sagitalna širina
Ispitivana	44.2±3.5	28.1±3.1	36.1±3.2	12.2±1.2
Kontrolna	44.4±3.3	26.6±3.1	35.5±2.4	11.8±1.5

Utvrđena je statistički značajna razlika u dužini zadnjepoljašnje ivice LCA između ispitivane i kontrolne muške podgrupe ($p<0.05$; $p=0.039$). Nije utvrđena statistički značajna razlika po pitanju dužine prednjeunutrašnje ivice, dužine središnjeg dela i širine LCA ($p>0.05$; $p=0.840$; $p=0.423$; $p=0.432$, respektivno).

Tabela br. 25. Dimenzije prednje ukrštene veze ženske podgrupe (mm)

Grupa ispitanika	Dužina prednjeunutrašnje ivice	Dužina zadnjepoljašnje ivice	Dužina središnjeg dela	Sagitalna širina
Ispitivana	41.8±4.8	26.2±4.9	34.4±4.7	10.4±1.3
Kontrolna	37.9±3.8	22.1±3.8	30.4±3.8	10.0±1.2

Utvrđena je statistički značajna razlika po pitanju dužina prednjeunutrašnje i zadnjepoljašnje ivice LCA kao i dužine središnjeg dela LCA između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe ($p<0.05$; $p=0.033$; $p=0.049$; $p=0.034$, respektivno). Nije

utvrđena statistički značajna razlika između širine LCA ispitivane i kontrolne ženske podgrupe ($p > 0.05$; $p = 0.484$).

Tabela br. 26. Povezanost sagitalne širine LCA i širine međukondilarne jame

Grupa ispitanika	r koeficijent		
	Ukupna	Muška podgrupa	Ženska podgrupa
Ispitivana	0.385*	0.031	0.309
Kontrolna	0.220	-0.096	0.520

*- korelacija je značajna za nivo 0.05; **-korelacija je značajna za nivo 0.01.

Sagitalna širina LCA ne korelira sa širinom međukondilarne jame ispitivane i kontrolne, muške i ženske podgrupe ($p < 0.05$; u sva četiri slučaja).

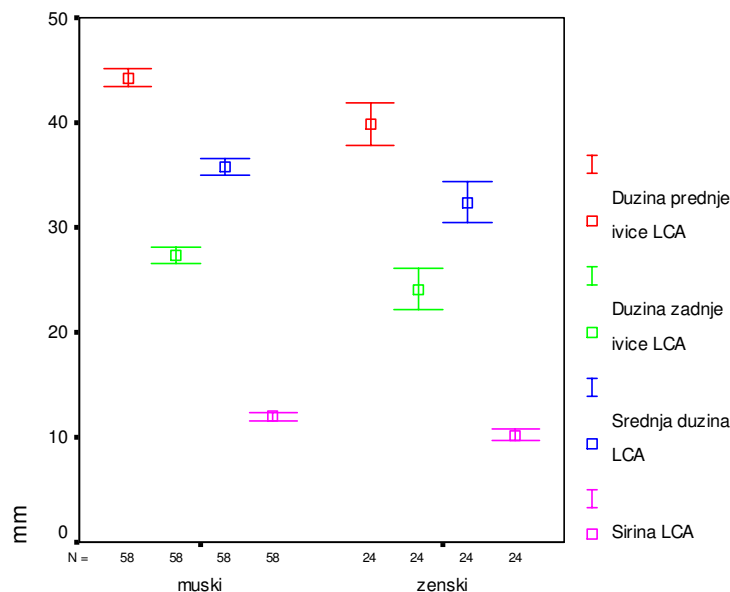
Sa druge strane sagitalna širina LCA pokazuje statistički značajnu direktnu povezanost sa visinom međukondilarne jame muške i ženske kontrolne grupe ($p < 0.05$), što nije slučaj kod muške i ženske ispitivane grupe ($p > 0.05$; Tabela br. 27.).

Tabela br. 27. Povezanost sagitalne širine LCA i visine međukondilarne jame

Grupa ispitanika	r koeficijent		
	Ukupna	Muška podgrupa	Ženska podgrupa
Ispitivana	0.219	0.006	-0.041
Kontrolna	0.553**	0.405*	0.609**

*- korelacija je značajna za nivo 0.05; **-korelacija je značajna za nivo 0.01.

Grafik br. 9. Dimenzije LCA - polne razlike(°)



Utvrđena je visoko statistički značajna razlika po pitanju dužine prednjeunutrašnje ivice LCA, zadnjepoljašnje ivice LCA, dužine središnjeg dela LCA

kao i sagitalne širine LCA muške i ženske podgrupe ($p < 0.01$; $p = 0.000$; $p = 0.001$; $p = 0.002$; $p = 0.000$).

1.3.2. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornjeg okrajka golenjače

Tabela br. 28. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornjeg okrajka golenjače

Grupa ispitanika	Udaljenost od prednje ivice (mm)	Udaljenost od zadnje ivice (mm)	Procenat (%)
Ispitivana	25.0±2.8	30.2±2.6	45.20±3.37
Kontrolna	26.0±3.0	30.0±3.1	46.39±3.97

Nije utvrđena statistički značajna razlika u udaljenosti centra pripoja LCA od zadnje ivice golenjače ($p > 0.05$; $p = 0.777$), ali je utvrđena statistički značajna razlika u udaljenosti centra pripoja od prednje ivice golenjače ispitivane i kontrolne grupe ($p < 0.05$; $p = 0.035$). Procentualno gledano, razlika takođe nije utvrđena ($p > 0.05$; $p = 0.120$).

Tabela br. 29. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornjeg okrajka golenjače muške podgrupe

Grupa ispitanika	Udaljenost od prednje ivice (mm)	Udaljenost od zadnje ivice (mm)	Procenat (%)
Ispitivana	25.5±2.8	30.8±2.3	45.23±3.17
Kontrolna	26.4±2.9	31.3±2.5	45.64±3.62

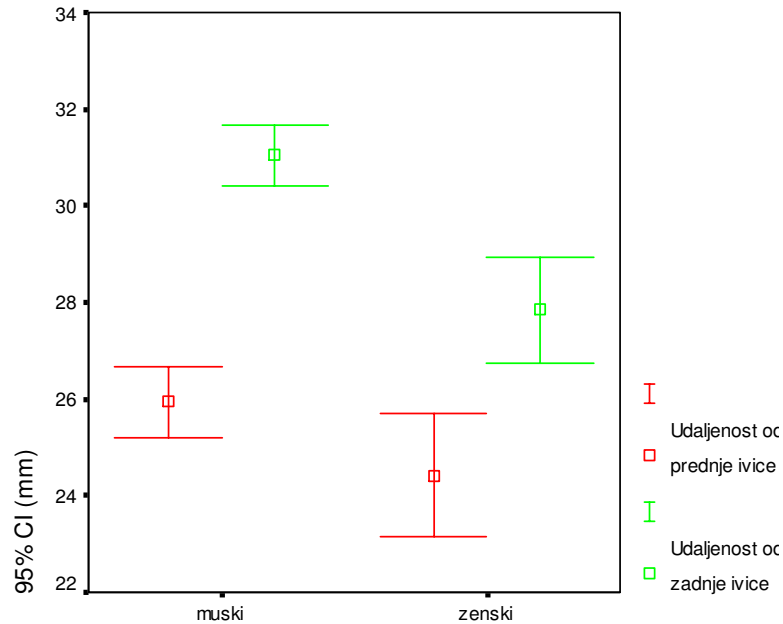
Unutar muške podgrupe nije utvrđena statistički značajna razlika između niti jednog parametra udaljenosti centra pripoja LCA ispitivane i kontrolne grupe ($p > 0.05$; udaljenost od prednje ivice: $p = 0.105$; udaljenost od zadnje ivice: $p = 0.438$; procenat: $p = 0.572$).

Tabela br. 30. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornjeg okrajka golenjače ženske podgrupe

Grupa ispitanika	Udaljenost od prednje ivice (mm)	Udaljenost od zadnje ivice (mm)	Procenat (%)
Ispitivana	23.7±2.7	28.8±2.8	45.11±3.95
Kontrolna	25.2±3.2	26.9±2.0	48.21±4.36

Unutar ženske podgrupe nije utvrđena statistički značajna razlika između niti jednog parametra udaljenosti centra pripoja LCA ispitivane i kontrolne grupe ($p > 0.05$; udaljenost od prednje ivice: $p = 0.201$; udaljenost od zadnje ivice: $p = 0.103$; procenat: $p = 0.123$).

Grafik br. 10. Udaljenost centra golenjačnog pripoja od ivica gornjeg okrajka golenjače - polne razlike(°)



Utvrđena je visoko statistički značajna razlika po pitanju udaljenosti centra pripoja LCA od zadnje ivice golenjače ($p < 0.01$; $p = 0.000$) i statistički značajna razlike po pitanju udaljenosti centra pripoja od prednje ivice golenjače ($p < 0.05$; $p = 0.035$) između muške i ženske podgrupe. Procentualno gledano, ne postoji statistički značajna razlika u procentualnoj udaljenosti centra pripoja od prednje ivice golenjače muške i ženske grupe ($p > 0.05$; $p = 0.175$).

Od ispitivanih morfometrijskih parametara LCA samo jedan se pokazao statistički značajnim kod muškaraca i tri parametra kod žena.

1.4. Položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos pripoja LCA sa koštanim elementima

1.4.1. Položaj LCA u frontalnoj ravni

U studiji smo pratili ugao LCA, ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila i ugao između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni.

Tabela br. 31. Položaj LCA u frontalnoj ravni(°)

Grupa ispitanika	Ugao LCA u frontalnoj ravni	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni	Ugao između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni
Ispitivana	76.5±5.4	76.5±7.0	27.2±8.3
Kontrolna	74.8±6.0	76.3±6.2	28.9±8.6

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe pacijenata po pitanju niti jednog parametra koji govori o položaju LCA u frontalnoj ravni ($p>0.05$; ugao LCA u frontalnoj ravni: $p=0.161$; ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni: $p=0.888$; ugao između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni: $p=0.357$).

Tabela br. 32. Položaj LCA u frontalnoj ravni muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao LCA u frontalnoj ravni	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni	Ugao između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni
Ispitivana	77.3±5.3	75.3±7.4	27.3±9.0
Kontrolna	74.1±5.8	77.0±6.6	28.9±9.0

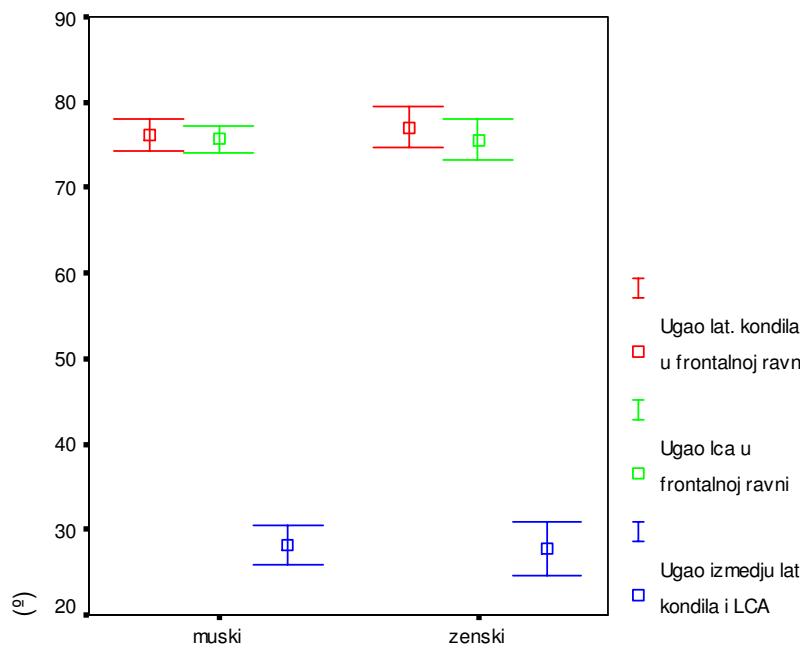
Unutar muške podgrupe nađena je statistički značajna razlika po pitanju ugla LCA u frontalnoj ravni ($p<0.05$; $p=0.036$), ali nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni i ugla između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila ($p>0.05$; $p=0.396$; $p=0.513$; respektivno).

Tabela br. 33. Položaj LCA u frontalnoj ravni ženske podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao LCA u frontalnoj ravni	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni	Ugao između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni
Ispitivana	74.7±5.2	79.3±5.2	26.8±6.5
Kontrolna	76.5±6.2	74.6±5.1	28.9±8.1

Unutar ženske podgrupe utvrđena je statistički značajna razlika po pitanju ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni ($p<0.05$; $p=0.046$), ali nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla LCA u frontalnoj ravni i ugla između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila ($p>0.05$; $p=0.371$; $p=0.463$; respektivno).

Grafik br. 11. Položaj LCA u frontalnoj ravni - polne razlike(°)



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni ($p > 0.05$; $p = 0.626$), ugla LCA u frontalnoj ravni ($p > 0.05$; $p = 0.939$), kao niti po pitanju ugla između unutrašnje strane lateralnog kondila i LCA u frontalnoj ravni ($p > 0.05$; $p = 0.899$).

1.4.2. Položaj LCA u sagitalnoj ravni

U studiji smo pratili ugao LCA u sagitalnoj ravni, ugao prednjeg tibijalnog nagiba i ugao između prednjeg tibijalnog nagiba i LCA (ugao tibijalne insercije) u sagitalnoj ravni.

Tabela br. 34. Položaj LCA u sagitalnoj ravni (°)

Grupa ispitanika	Ugao LCA u sagitalnoj ravni	Ugao prednjeg tibijalnog nagiba	Ugao tibijalne insercije u sagitalnoj ravni
Ispitivana	48.9±5.1	13.0±3.7	36.1±4.8
Kontrolna	52.6±5.7	10.7±3.9	41.9±6.7

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla LCA u sagitalnoj ravni, prednjeg tibijalnog nagiba i ugla tibijalne insercije u sagitalnoj ravni ($p < 0.01$; $p = 0.002$; $p = 0.007$; $p = 0.000$; respektivno).

Tabela br. 35. Položaj LCA u sagitalnoj ravni muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao LCA u sagitalnoj ravni	Ugao prednjeg tibijalnog nagiba	Ugao tibijalne insercije u sagitalnoj ravni
Ispitivana	48.6±5.3	12.7±3.7	35.9±4.8
Kontrolna	51.6±5.1	10.5±3.9	41.1±6.7

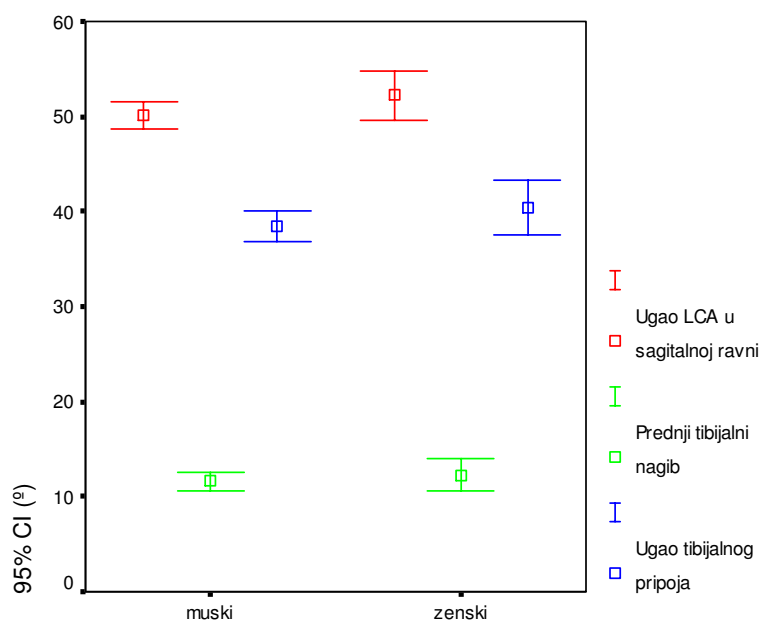
Unutar muške podgrupe utvrđena je statistički značajna razlika po pitanju ugla LCA u sagitalnoj ravni i prednjeg tibijalnog nagiba ($p < 0.05$; $p = 0.042$; $p = 0.043$; respektivno) kao i visoko statistički značajna razlika po pitanju ugla tibijalne insercije u sagitalnoj ravni ($p < 0.01$; $p = 0.004$).

Tabela br. 36. Položaj LCA u sagitalnoj ravni ženske podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao LCA u sagitalnoj ravni	Ugao prednjeg tibijalnog nagiba	Ugao tibijalne insercije u sagitalnoj ravni
Ispitivana	49.6±4.4	13.6±3.6	36.8±5.0
Kontrolna	54.9±6.8	11.0±4.1	43.9±6.6

Unutar ženske podgrupe utvrđena je visoko statistički značajna razlika po pitanju ugla LCA u sagitalnoj ravni i ugla tibijalne insercije ($p < 0.01$; $p = 0.004$; $p = 0.006$; respektivno), ali nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju prednjeg tibijalnog nagiba ($p > 0.05$; $p = 0.062$).

Grafik br. 12. Položaj LCA u sagitalnoj ravni - polne razlike (°)



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju niti jednog praćenog parametra koji opisuje položaj LCA u sagitalnoj ravni ($p > 0.05$; ugao LCA u sagitalnoj ravni: $p = 0.118$; prednji tibijalni nagib: $p = 0.475$; ugao tibijalne insercije: $p = 0.231$).

U radu je vršeno upoređivanje ugla LCA u sagitalnoj ravni i ugla krova međukondilarne jame. Rezulate prikazuje Tabela br. 37.

Tabela br. 37. Koeficijent korelacije između ugla LCA u sagitalnoj ravni i ugla krova međukondilarne jame

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.332*	0.356	0.378
Kontrolna	0.390*	0.519**	0.156

*- korelacija je značajna za nivo 0.05; **-korelacija je značajna za nivo 0.01.

Unutar mešovite populacije pronađena je statistički značajna povezanost između ugla LCA u sagitalnoj ravi i ugla krova međukondilarne jame. Ova povezanost je unutar muške kontrolne podgrupe postala visoko statistički značajna ($p < 0.01$), dok se izgubila u ženskoj kontrolnoj, ženskoj ispitivanoj i muškoj ispitivanoj podgrupi ($p > 0.05$).

1.4.3. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni

Pored ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni pratili smo i razliku između zakrivljenosti unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni.

Tabela br. 38. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni (°)

Grupa ispitanika	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni	Razlike između ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u frontalnoj i horizontalnoj ravni
Ispitivana	76.0±5.5	0.4±6.7
Kontrolna	71.9±4.7	4.5±7.0

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni, ($p < 0.01$; $p = 0.001$) i statistički značajna razlika između razlika u nagibu unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni ($p < 0.05$; $p = 0.014$).

Tabela br. 39. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni	Razlike između ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u frontalnoj i horizontalnoj ravni
Ispitivana	75.5±5.8	-0.1±6.7
Kontrolna	71.0±4.8	6.0±7.2

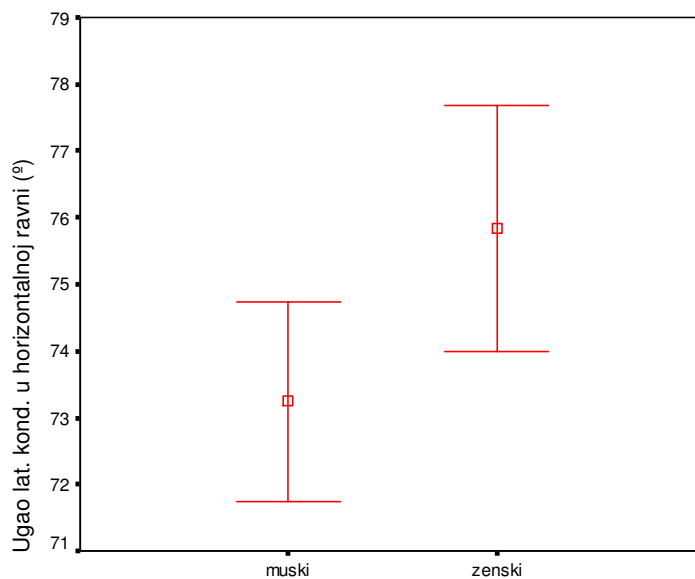
Unutar muške podgrupe utvrđena je visoko statistički značajna razlika po pitanju oba praćena parametra ($p < 0.01$; ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni: $p = 0.002$; razlika između nagiba unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni: $p = 0.004$).

Tabela br. 40. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni ženske podgrupe ($^{\circ}$)

Grupa ispitanika	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni	Razlike između ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u frontalnoj i horizontalnoj ravni
Ispitivana	77.5 ± 4.6	1.8 ± 7.0
Kontrolna	74.2 ± 3.7	0.6 ± 4.8

Unutar ženske podgrupe nije utvrđena statistički značajna razlika po pitanju oba praćena parametra ($p > 0.05$; ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni: $p = 0.160$; razlika između nagiba unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni: $p = 0.504$).

Grafik br. 13. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni - polne razlike ($^{\circ}$)



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju niti jednog praćenog parametra ($p \geq 0.05$; ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni: $p = 0.050$; razlika između nagiba unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni: $p = 0.293$).

Od 7 parametara koji govore o položaju LCA unutar muške podgrupe statističku značajnost je pokazalo 6 parametara a unutar ženske 3.

1.4.4. Odnos između uglova unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u frontalnoj i horizontalnoj ravni unutar svake grupe ponaosob

Tabela br. 41. Odnos između uglova unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u frontalnoj i horizontalnoj ravni unutar svake grupe ponaosob

Grupa ispitanika	p vrednost		
	Ukupna	Muška podgrupa	Ženska podgrupa
Ispitivana	0.708	0.912	0.406
Kontrolna	0.000	0.000	0.714

Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni visoko statistički značajno je veći od ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni muške kontrolne podgrupe ($p < 0.01$). Navedena značajnost nije potvrđena u ženskoj kontrolnoj podgrupi kao ni unutar muške i ženske ispitivane grupe ($p > 0.05$).

1.5. Frontalna angulacija zgloba kolena i Q-ugao

Vrednosti frontalne angulacije zgloba kolena smo dobijali na dva načina: merenjem radiografskih snimaka i direktnim merenjem donjeg ekstremiteta. Putem t-testa za povezane parove utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ova dva načina merenja ($p > 0.05$).

Tabela br. 42. Značajnost razlike i korelacija između dva načina merenja frontalne angulacije zgloba kolena

Grupa ispitanika	Indirektni način merenja	Direktni način merenja
Frontalna angulacija zgloba kolena	4.2±2.5	6.0±2.8
t-test	0.000	
korelacija	0.402**	

Utvrđena je visoko statistički značajna povezanost između vrednosti dobijenih indirektnim merenjem na rendgenskim snimcima i vrednosti dobijenih direktnim merenjem na donjem ekstremitetu ($p < 0.01$).

1.5.1. Frontalna angulacija zgloba kolena

Tabela br. 43. Frontalna angulacija zgloba kolena (°)

Grupa ispitanika	Indirektni način merenja	Direktni način merenja
Ispitivana	3.1±2.2	6.2±2.9
Kontrolna	4.7±2.8	6.0±3.0

Nije utvrđena statistički značajna razlika između pacijenata sa i bez rupture LCA po pitanju frontalne angulacije zgloba kolena bilo kojim načinom merenja ($p>0.05$; indirektni način: $p=0.142$; direktni način: $p=0.710$).

Tabela br. 44. Frontalna angulacija zgloba kolena muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Indirektni način merenja	Direktni način merenja
Ispitivana	3.0±1.8	5.9±3.2
Kontrolna	4.2±2.4	5.2±3.0

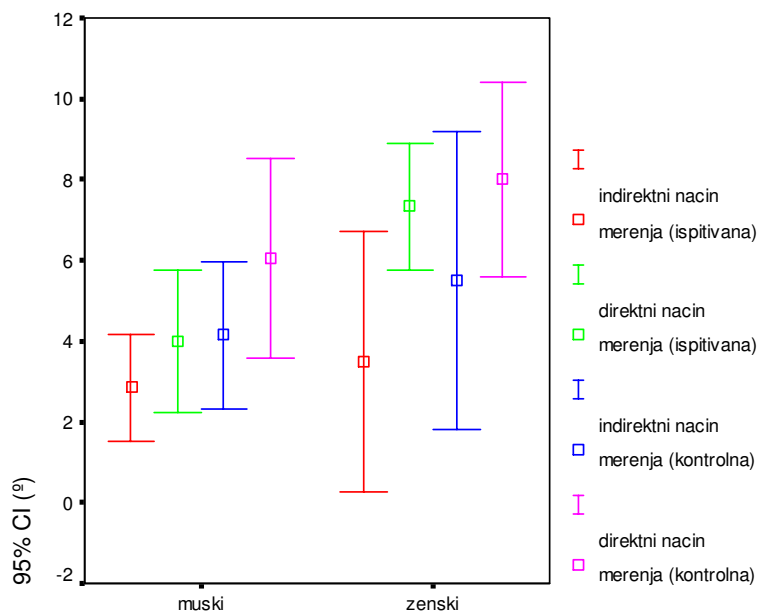
Unutar muške podgrupe nije utvrđena statistički značajna razlika po pitanju frontalne angulacije zgloba kolena niti jednim načinom merenja ($p>0.05$; $p=0.241$; $p=0.485$).

Tabela br. 45. Frontalna angulacija zgloba kolena ženske podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Indirektni način merenja	Direktni način merenja
Ispitivana	3.5±3.1	7.2±1.5
Kontrolna	5.5±3.5	7.9±2.1

Unutar ženske podgrupe nije utvrđena statistički značajna razlika po pitanju frontalne angulacije zgloba kolena niti jednim načinom merenja ($p>0.05$; $p=0.412$; $p=0.506$).

Grafik br. 14. Frontalna angulacija zgloba kolena - polne razlike(°)



Ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena unutar ispitivane grupe po pitanju frontalne angulacije zgloba kolena ($p>0.05$; indirektni način merenja: $p=1.000$; direktni način merenja $p=0.207$), kao ni između muškaraca i žena unutar kontrolne grupe ako se radi o indirektnom načinu merenja ($p>0.05$; $p=0.191$). U slučaju direktnog merenja frontalna angulacija zgloba kolena muškaraca kontrolne grupe visoko statistički značajno je manja od istih vrednosti kod žena ($p<0.01$; $p=0.008$).

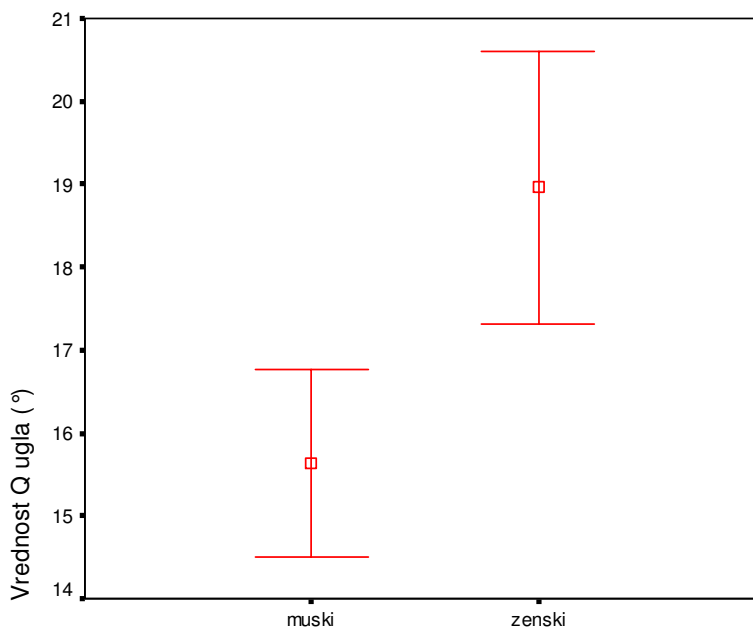
1.5.2. Ugao četvoroglavog mišića (Q-ugao)

Tabela br. 46. Vrednosti ugla četvoroglavog mišića ($^{\circ}$)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	16.5±4.8	15.5±4.9	18.9±3.5
Kontrolna	16.7±4.1	15.8±3.7	19.0±4.4

Testiranjem uz pomoć T testa za vezane parove nije dobijena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla četvoroglavog mišića ($p>0.05$; $p=0.794$). Takođe, značajnost nije nađena niti unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.781$; žene: $p=0.964$).

Grafik br. 15. Vrednosti ugla četvoroglavog mišića – polne razlike ($^{\circ}$)



Utvrđena je statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju ugla četvoroglavog mišića ($p<0.01$; $p=0.002$).

Od ukupno 31 anatomskog parametra 10 parametara se pokazalo značajnim unutar muške podgrupe i 11 unutar ženske podgrupe.

2. Socioepidemiološki podaci i spoljašnji faktori rizika

2.1. Telesna visina i masa ispitanika

Tabela br. 47. Telesna visina i masa ispitanika

Grupa ispitanika	Telesna visina (cm)	Telesna masa (kg)	BMI
Ispitivana	179.8±8.8	79.4±14.0	24.38±2.84
Kontrolna	178.6±8.4	79.4±15.8	24.78±3.72

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju niti jednog praćenog parametra ($p > 0.05$; telesna visina: $p = 0.380$; telesna masa: $p = 1.000$; BMI: $p = 0.518$).

Tabela br. 48. Telesna visina i masa ispitanika muške podgrupe

Grupa ispitanika	Telesna visina (cm)	Telesna masa (kg)	BMI
Ispitivana	183.9±6.6	85.5±11.0	25.25±2.71
Kontrolna	182.5±6.0	87.2±10.6	25.26±2.98

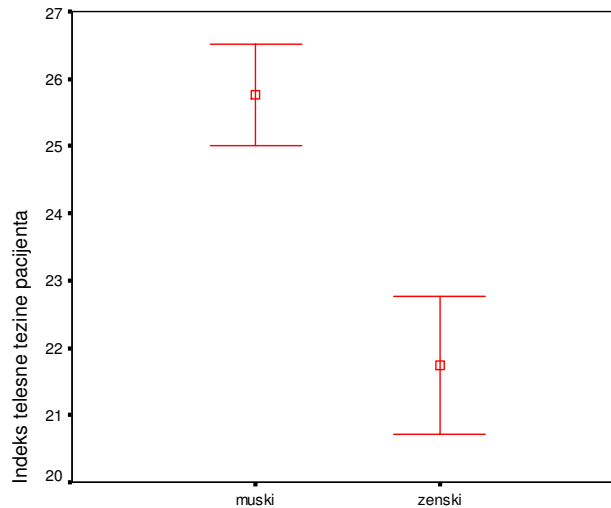
Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju niti jednog praćenog parametra ($p > 0.05$; telesna visina: $p = 0.462$; telesna masa: $p = 0.534$; BMI: $p = 0.184$).

Tabela br. 49. Telesna visina i masa ispitanika ženske podgrupe

Grupa ispitanika	Telesna visina (cm)	Telesna masa (kg)	BMI
Ispitivana	169.9±4.9	64.6±8.3	22.28±1.94
Kontrolna	169.1±5.2	60.4±8.4	21.19±2.83

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe po pitanju niti jednog praćenog parametra ($p > 0.05$; telesna visina: $p = 0.598$; telesna masa: $p = 0.166$; BMI: $p = 0.267$).

Grafik br. 16. Indeks telesne težine - polne razlike(°)



Postoji visoko statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju indeksa telesne težine ($p < 0.01$; $p = 0.000$).

2.2. Profesionalno bavljenje sportom

Prilikom uparivanja ispitanika uzimana je u obzir informacija o profesionalnom bavljenju sportom, tako da smo imali 13 parova (31.7 %) koji se profesionalno bave sportom i 28 parova (68.3 %) koji se bave sportom rekreativno. Nije utvrđena statistički značajna razlika u broju treninga između ispitanika i kontrolne grupe ($p > 0.05$; $p = 0.470$). Ispitivana grupa trenira prosečno 4.3 puta nedeljno a kontrolna 4.6 puta.

2.3. Ranije povrede i porodična predispozicija

Unutar ispitanika 9 pacijenata navodi da su prethodno povređivali isti zglob kolena a 4 navode da su povređivali koleno druge noge. Sa druge strane 4 pacijenta kontrolne grupe navode da su povređivali isto koleno, 3 pacijenta su povređivali suprotno a jedan je prethodno povređivao oba kolena. Nije utvrđena statistički značajna razlika po pitanju prethodnih povreda kolena između ispitanika i kontrolne grupe ($\chi^2 = 3.476$; $p > 0.05$; $p = 0.324$).

Unutar ispitanika 83 % pacijenata nije imalo simptomatske probleme sa kolenom, dok je u kontrolnoj grupi taj procenat bio nešto veći (90 %). Najčešće navođeni problem je bila pojava povremenih bolova u kolenu. Ovi problemi su u svega

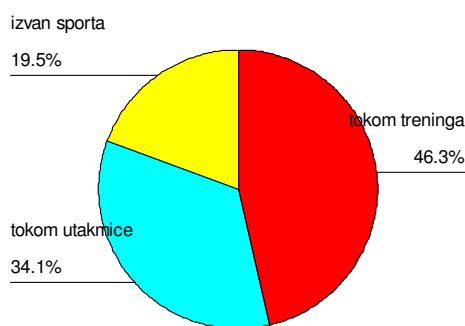
6 % slučajeva ukupnog broja ispitanika predstavljali smetnje pacijentima prilikom bavljenja sportom. Pacijenti su zbog tih problema morali da uzimaju medikamentoznu terapiju (6 %) ili su kraće vreme morali da se prestanu baviti sportom (7 %).

Pet pacijenata kontrolne grupe (12 %) navodi sličnu povredu kolena bez rupture LCA unutar prvog stepena srodstva (otac ili majka) a jedan pacijent navodi povredu sličnu povredu kod brata (drugi stepen srodstva). Unutar ispitivane grupe 3 pacijenta navode postojanje rupture LCA unutar prvog stepena srodstva, 2 pacijenta unutar drugog stepena srodstva i 2 pacijenta u trećem stepenu srodstva.

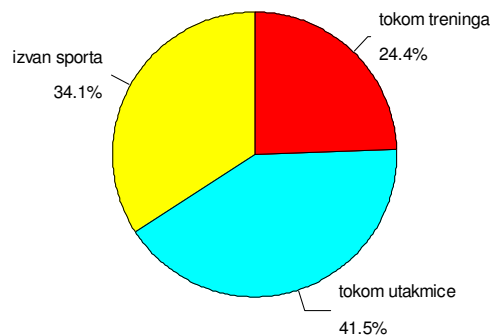
2.4. Vreme nastanka povrede kolena, položaj ekstremiteta pri povredi i nastavak treniranja

Najveći broj pacijenata ispitivane grupe (46.3 %) zadobio je povredu tokom treninga (Grafik br. 17.), dok je najveći broj ispitanika kontrolne grupe (41 %) povredu zadobio tokom utakmice (Grafik br. 18.). Putem χ^2 testa nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe ($\chi^2=3.836$; $p>0.05$; $p=0.147$).

Grafik br. 17. Vreme nastanka povrede zgloba kolena ispitivane grupe



Grafik br. 18. Vreme nastanka povrede zgloba kolena kontrolne grupe



Najčešće navođeni položaj noge pri povredi kolena u ispitivanoj grupi pacijenata je ekstenzija (83 %), koja je dolazila sa spoljašnjom rotacijom u 34 % slučajeva ili unutrašnjom rotacijom u 15 % slučajeva. Unutar kontrolne grupe takođe prednjači ekstenzija sa unutrašnjom ili spoljašnjom rotacijom ili bez rotacije (42 % slučajeva). Zbog ograničenja studije unutar ispitivane grupe nije smelo biti pacijenata sa

kontaktnom poredom zgloba kolena, ali je u kontrolnoj bilo dozvoljeno, tako da je 24 % pacijenata kontrolne grupe imalo kontaktnu povredu. Izuzimanjem ovih pacijenata nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe ($p>0.05$) po pitanju položaja noge prilikom zadobijanja povrede zgloba kolena.

Samo 3 pacijenta ispitivane grupe (7.3 %) navodi da je odmah nakon povrede nastavilo trening ili utakmicu, dok je taj procenat u kontrolnoj grupi mnogo veći i iznosi 41.5 %. Ova razlika je visoko statistički značajna ($\chi^2=14.605$; $p<0.01$; $p=0.000$).

2.5. Faktori spoljašnje sredine

Najzastupljenija obuća unutar obe grupe pacijenata su patike sa mekim đonom (ispitivana: 46 %; kontrolna 56 %). Najveći broj pacijenata obe grupe zadobio je povredu na parketu (32 %) ili travi (bez padavina: 22 %; sa padavinama 10 %). Unutar obe grupe po tri pacijenta (7 %) imali su stabilizator zgloba na povređenom kolenu.

2.6. Zdravstveno stanje pacijenata i njihove socijalne navike

Svi pacijenti ispitivane i kontrolne grupe nisu imali probleme sa vidom, sluhom ili ravnotežom, odnosno oni koji su imali neadekvatnu dioptriju, korigovali su je kontaktnim sočivima. Niko od pacijenata nije navodio bilo kakve neurološke ispade. Samo tri pacijenta (jedan u ispitivanoj i dva u kontrolnoj grupi) su imali nešto niži krvni pritisak, dok je jedan pacijent ispitivane grupe imao viši krvni pritisak zbog kojeg je uzimao adekvatnu terapiju. Unutar ispitivane grupe, 52 % pacijenata su trenutni ili bivši pušači, dok je taj procenat unutar kontrolne grupe iznosio 24 % ($\chi^2=2.236$; $p>0.05$; $p=0.106$). Niti jedan pacijent unutar obe grupe ne uzima hronično alkohol. Po pitanju hroničnih bolesti, jedan pacijent kontrolne grupe naveo je da ima ulcerozni kolitis, dok su dva pacijenta ispitivane grupe naveli postojanje hroničnog oboljenja (astma i Hašimotov tireoiditis). Za ove hronične bolesti ispitanici su uzimali redovnu terapiju. Jedan muškarac kontrolne grupe naveo je da uzima hormonske preparate. Petnaest pacijenata 18.3 % (7 u kontrolnoj i 8 u ispitivanoj grupi) navode da se zbog povrede kolena podvrgli nekom drugom nemedicinskom tretmanu alternativne vrste.

2.7. Vreme hirurške intervencije

Unutar naše ispitivane grupe, pacijenti sa rupturom prednje ukrštene veze imali su intervenciju nakon prosečno 19 meseci od povrede. Unutar kontrolne grupe ovo vreme je bilo nešto duže i iznosilo je 32 meseca. Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju vremena proteklog od povrede do operacije ($p>0.05$; $p=0.078$).

2.8. Faktori rizika koji se pojavljuju samo u ženskoj podgrupi

Niti jedna od ispitanica nije ušla u menopauzu. Samo dve pacijentkinje ispitivane grupe navode da redovno uzimaju hormonske preparate u cilju kontracepcije. Tri pacijentkinje ispitivane i dve pacijentkinje kontrolne grupe navode jednu ili više trudnoća. Prosečno vreme trajanja menstruacionog ciklusa unutar ispitivane grupe iznosi 29 dana a unutar kontrolne 28 dana ($p>0.05$; $p=0.524$). Većina ispitanica se ne seća koji dan ciklusa je bio na dan povrede kolena, tako da je ovaj podatak ostao nedostupan. Pet pacijentkinja ispitivane i sedam pacijentkinja kontrolne grupe navodi da redovno nosi visoke štikle ($\chi^2=0.667$; $p>0.05$; $p=0.342$).

Izuzev faktora rizika koji su uzeti u obzir prilikom uparivanja ispitanika, te nisu bili testirani, niti jedan spoljašnji faktor rizika praćen u ovoj studiji nije se pokazao statistički značajnim za povređivanje prednje ukrštene veze.

3. Neuromuskularni faktori rizika

3.1. Snaga pregibača i opružača u zglobu kolena

Tabela br. 50. Snaga pregibača i opružača u zglobu kolena(kg)

Grupa ispitanika	Pregibači	Opružači
Ispitivana	12.71±3.69	31.34±9.18
Kontrolna	10.66±3.83	31.61±12.60

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju snage opružača u zglobu kolena ($p>0.05$; $p=0.902$), ali je utvrđena visoko statistički značajna razlika između ove dve grupe po pitanju snage pregibača ($p<0.01$; $p=0.008$).

Tabela br. 51. Snaga pregibača i opružača u zglobu kolena muške podgrupe (kg)

Grupa ispitanika	Pregibači	Opružači
Ispitivana	14.21±3.33	34.97±8.12
Kontrolna	11.95±3.69	35.91±11.68

Utvrđena je satatištički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe grupe kada je u pitanju snaga pregibača u zglobu kolena ($p>0.05$; $p=0.034$). Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju snage opružača u zglobu kolena ($p>0.05$; $p=0.749$).

Tabela br. 52. Snaga pregibača i opružača u zglobu kolena ženske podgrupe (kg)

Grupa ispitanika	Pregibači	Opružači
Ispitivana	9.08±0.98	22.58±4.50
Kontrolna	7.55±1.95	21.21±7.96

Utvrđena je statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe po pitanju snage pregibača u zglobu kolena ($p<0.05$; $p=0.022$), ali nije utvrđena statistički značajna razlika po pitanju snage opružača ($p>0.05$; $p=0.571$).

Tabela br. 53. Razlike u snazi opružača i pregibača u zglobu kolena (kg)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	18.88±7.38	21.10±7.10	13.50±5.03
Kontrolna	21.19±11.11	24.31±10.90	13.66±7.63

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju razlike u snazi opružača i pregibača u zglobu kolena unutar niti jedne grupe ($p>0.05$; mešovita populacija: $p=0.250$; muškarci: $p=0.240$; žene: $p=0.941$).

Tabela br. 54. Odnos snage pregibača i opružača u zglobu kolena

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.417±0.102	0.415±0.099	0.422±0.115
Kontrolna	0.374±0.137	0.363±0.123	0.400±0.170

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju odnosa snage pregibača i opružača u zglobu kolena unutar niti jedne grupe ($p>0.05$; mešovita populacija: $p=0.111$; muškarci: $p=0.135$; žene: $p=0.600$).

3.2. Snaga primicača i odmicača natkolenice

Tabela br. 55. Snaga primicača i odmicača natkolenice (kg)

Grupa ispitanika	Primicači	Odmicači
Ispitivana	18.10±5.92	17.05±5.25
Kontrolna	17.00±6.47	17.47±7.14

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju snage odmicača natkolenice ($p>0.05$; $p=0.747$), kao i po pitanju snage primicača natkolenice ($p>0.05$; $p=0.435$).

Tabela br. 56. Snaga primicača i odmicača nadkolenice muške podgrupe (kg)

Grupa ispitanika	Primicači	Odmicači
Ispitivana	19.17±6.46	18.54±5.64
Kontrolna	19.43±5.92	20.72±5.88

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju snage odmicača natkolenice ($p>0.05$; $p=0.218$), kao ni po pitanju snage primicača ($p>0.05$; $p=0.895$).

Tabela br. 57. Snaga primicača i odmicača natkolenice ženske podgrupe (kg)

Grupa ispitanika	Primicači	Odmicači
Ispitivana	15.68±3.65	13.71±1.57
Kontrolna	11.53±3.79	10.17±3.20

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe po pitanju snage primicača natkolenice ($p<0.01$; $p=0.003$), kao i po pitanju snage odmicača ($p<0.01$; $p=0.002$).

Pored ispitivanja razlike za navedene parametre između grupe, testirali smo i razliku u snazi primicača i odmicača unutar svake grupe.

Tabela br. 58. Statistička značajnost razlike u snazi primicača i odmicača natkolenice unutar svake grupe

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.246	0.822	0.053
Kontrolna	0.458	0.126	0.101

Nije utvrđena statistički značajna razlika ($p>0.05$) u snazi primicača i odmicača natkolenice unutar svake grupe kao ni unutar polnih podgrupa.

Tabela br. 59. Razlike u snazi odmicača i primicača natkolenice (kg)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	-0.99±3.35	-0.63±3.59	-1.98±2.76
Kontrolna	0.49±3.95	1.30±4.26	-1.36±2.63

Unutar ženske podgrupe nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju razlike u snazi odmicača i primicača natkolenice ($p>0.05$; $p=0.561$), dok je u muškoj podgrupi i u mešovitoj populaciji navedena razlika statistički značajna ($p<0.05$; $p=0.048$; $p=0.040$; respektivno).

Tabela br. 60. Odnos snage odmicača i primicača natkolenice

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.970±0.188	1.000±0.197	0.901±0.149
Kontrolna	1.043±0.271	1.100±0.270	0.910±0.231

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju odnosa snage odmicača i primicača u zglobu kolena unutar niti jedne grupe ($p > 0.05$; mešovita populacija: $p = 0.126$; muškarci: $p = 0.091$; žene: $p = 0.914$).

3.3. Amplitude pokreta u zglobu kolena

Tabela br. 61. Amplitude pokreta u zglobu kolena (°)

Grupa ispitanika	Pregibanje		Opružanje	
	Aktivno	Pasivno	Aktivno	Pasivno
Ispitivana	131.2±8.2	142.0±7.6	0.9±1.8	2.0±2.4
Kontrolna	130.6±11.0	143.1±10.2	1.6±2.8	2.0±3.0

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju amplituda aktivnog i pasivnog pregibanja i opružanja u zglobu kolena ($p > 0.05$; aktivno pregibanje: $p = 0.800$; pasivno pregibanje: $p = 0.605$; aktivno opružanje: $p = 0.238$; pasivno opružanje: $p = 0.935$).

Tabela br. 62. Amplitude pokreta u zglobu kolena muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Pregibanje		Opružanje	
	Aktivno	Pasivno	Aktivno	Pasivno
Ispitivana	129.3±7.9	140.6±6.6	1.1±2.0	2.2±2.7
Kontrolna	129.3±12.1	141.8±11.2	1.2±2.6	1.8±3.1

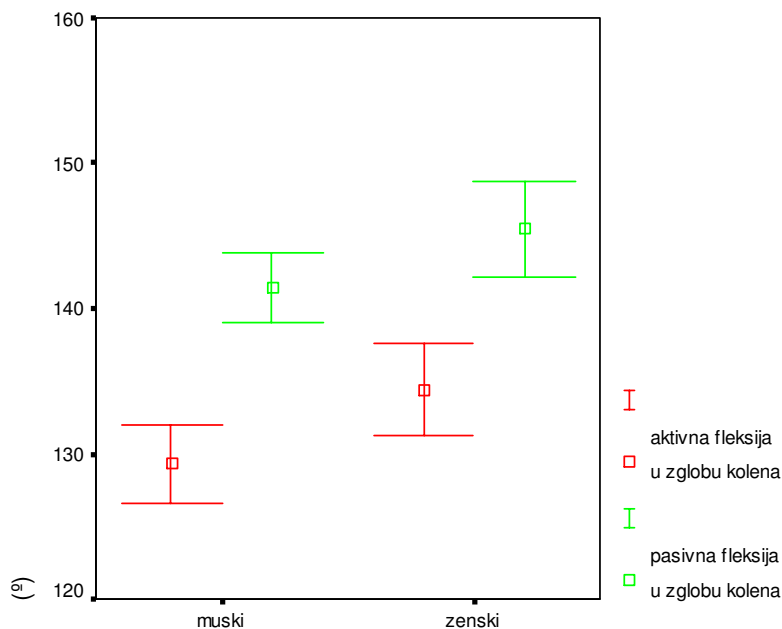
Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju amplituda aktivnog i pasivnog pregibanja i opružanja u zglobu kolena ($p > 0.05$; aktivno pregibanje: $p = 1.000$; pasivno pregibanje: $p = 0.648$; aktivno opružanje: $p = 0.800$; pasivno opružanje: $p = 0.520$).

Tabela br. 63. Amplitude pokreta u zglobu kolena muške podgrupe (°)

Grupa ispitanika	Pregibanje		Opružanje	
	Aktivno	Pasivno	Aktivno	Pasivno
Ispitivana	135.3±7.6	145.1±9.1	0.6±0.9	1.3±1.3
Kontrolna	133.5±7.5	145.8±6.9	2.4±3.1	2.6±3.0

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe po pitanju amplituda aktivnog i pasivnog pregibanja i opružanja u zglobu kolena ($p > 0.05$; aktivno pregibanje: $p = 0.544$; pasivno pregibanje: $p = 0.822$; aktivno opružanje: $p = 0.063$; pasivno opružanje: $p = 0.166$).

Grafik br. 19. Amplitude pokreta u zglobu kolena - polne razlike(°)



Postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju amplitude pokreta aktivne fleksije ($p < 0.05$; $p = 0.028$) ali ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju amplitude pasivne fleksije ($p > 0.05$; $p = 0.064$), aktivne ekstenzije ($p > 0.05$; $p = 0.547$) i pasivne ekstenzije ($p > 0.05$; $p = 0.901$).

3.4. „Landing error score system“

Tabela br. 64. Vrednosti LESS ispitivane i kontrolne grupe

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	7.5±1.8	7.3±2.0	7.9±1.2
Kontrolna	6.1±2.1	5.7±2.1	6.9±1.8

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju skora „LESS“ unutar mešovite populacije ($p < 0.01$; $p = 0.002$). Ova razlika je potvrđena unutar muške ($p < 0.01$; $p = 0.008$) ali ne i ženske podgrupe ($p > 0.05$; $p = 0.074$), za koju možemo reći da pokazuje tendenciju ka postojanju statistički značajne razlike. Generalno gledano žene imaju lošiji „LESS“ od muškaraca, međutim ne možemo reći da je ta razlika statistički značajna veća, već samo da pokazuje tendenciju ka značajnosti (muški : 6.5; žene: 7.4; $p > 0.05$; $p = 0.066$).

3.5. Promene ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni prilikom doskoka

Prilikom skoka u daljinu pratili smo ugao između natkolenice i potkolenice u frontalnoj ravni u položaju odraza od kutije („start“), neposredno pre dodira tla („skok“) i prilikom najvećeg opterećenja zgloba – najniža tačka doskoka („doskok“), kao i tokom skoka u visinu za položaje odraza od tla („start 2“), neposredno pre dodira tla („skok 2“) i prilikom najvećeg opterećenja zgloba („doskok 2“). Pored angulacije zgloba u određenom trenutku skoka pratili smo promenu angulacije od položaja „start“ do položaja „skok“ i od položaja „skok“ do položaja „doskok“ tokom skoka u daljinu i visinu. Takođe, u položaju „doskok“ i „doskok 2“ meren je ugao odstupanja kolena od prvog metatarzofalangealnog zgloba.

3.5.1. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „start“

Tabela br. 65. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „start“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	177.1±4.1	176.8±4.5	177.6±2.9
Kontrolna	177.5±5.0	179.1±4.5	173.5±3.8

Unutar ženske podgrupe utvrđena je statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla zgloba kolena u položaju „start“ ($p < 0.05$; $p = 0.028$), dok u muškoj podgrupi i u mešovitoj populaciji navedena razlika nije statistički značajna ($p > 0.05$; $p = 0.078$; $p = 0.692$; respektivno).

3.5.2. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „skok“

Tabela br. 66. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „skok“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	179.3±3.6	179.7±4.0	178.4±2.6
Kontrolna	178.9±3.5	180.0±3.0	176.2±3.3

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla zgloba kolena u položaju „skok“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.562$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.737$; žene: $p = 0.085$).

Tabela br. 67. Promena ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom perioda „odraz“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	2.2±4.9	2.8±5.3	0.8±3.4
Kontrolna	1.4±4.6	0.8±4.6	2.7±4.5

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom perioda „odraz“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.477$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.171$; žene: $p=0.364$).

3.5.3. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok“

Tabela br. 68. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	176.8±5.8	179.0±4.2	171.4±5.9
Kontrolna	176.7±9.9	178.7±10.3	171.7±6.9

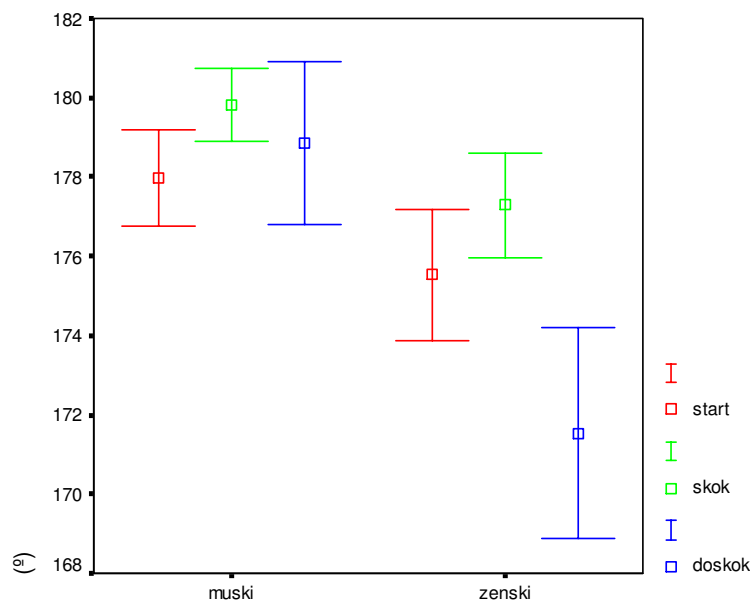
Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.951$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.898$; žene: $p=0.935$).

Tabela br. 69. Promena ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom perioda „ublažavanje“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	-2.5±5.4	-0.6±4.3	-7.0±5.2
Kontrolna	-1.3±7.1	0.0±7.1	-4.5±6.3

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom perioda „ublažavanje“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.358$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.638$; žene: $p=0.414$).

Grafik br. 20. Angulacija zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom skoka u daljinu – polne razlike (°)



Postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju frontalne angulacije tokom skoka u daljinu u položaju „start“ ($p < 0.05$; $p = 0.026$), „skok“ ($p < 0.01$; $p = 0.003$) i „doskok“ ($p < 0.01$; $p = 0.000$) kao i kada je u pitanju promena ugla „ublažavanje“ ($p < 0.01$; $p = 0.000$). Promena frontalne angulacije pod nazivom „odraz“ ne beleži razliku između muškaraca i žena ($p > 0.05$; $p = 0.918$). Kod muškaraca prilikom doskoka nakon skoka u daljinu, koleno se nalazi 1.3° spolja od prvog metatarzofalangealnog zgloba a kod žena 1.3° unutra ($p < 0.01$; $p = 0.001$).

3.5.4. Ugao „odstupanje“ kolena od palca u frontalnoj ravni u položaju „doskok“

Tabela br. 70. Ugao „odstupanje“ kolena od palca u frontalnoj ravni u položaju „doskok“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	-0.2±2.9	-0.9±2.6	1.8±2.9
Kontrolna	-0.9±4.0	-1.7±4.3	0.9±2.4

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla „odstupanje“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.302$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.422$; žene: $p = 0.522$).

3.5.5. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „start 2“

Tabela br. 71. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „start 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	176.0±5.0	178.0±4.2	171.3±3.0
Kontrolna	179.0±7.0	181.0±6.0	173.9±6.9

Unutar mešovite populacije i muške podgrupe utvrđena je statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla „start 2“ ($p < 0.05$; $p = 0.016$; $p = 0.042$, respektivno), dok u ženskoj podgrupi navedena razlika nije statistički značajna ($p > 0.05$; $p = 0.229$).

3.5.6. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „skok 2“

Tabela br. 72. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „skok 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	177.0±3.4	175.9±2.9	179.7±3.1
Kontrolna	178.1±4.0	179.1±3.6	175.8±4.1

Unutar mešovite populacije nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „skok 2“ ($p > 0.05$; $p = 0.248$), dok je u ženskoj i muškoj podgrupi navedena razlika statistički značajna, odnosno visoko statistički značajna ($p < 0.05$; $p = 0.040$; $p = 0.001$, respektivno).

Tabela br. 73. Promena ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom perioda „odraz 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	1.0±6.4	-2.1±4.9	8.4±1.6
Kontrolna	-0.9±5.7	-2.0±5.5	1.7±5.5

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe po pitanju promene ugla tokom perioda „odraz 2“ ($p < 0.01$; $p = 0.001$), dok unutar mešovite populacije i muške podgrupe ova razlika nije utvrđena ($p > 0.05$; $p = 0.131$; $p = 0.925$, respektivno).

3.5.7. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok 2“

Tabela br. 74. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „doskok 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	177.3±5.4	179.0±4.7	173.2±4.7
Kontrolna	178.2±5.9	180.8±4.1	171.8±4.3

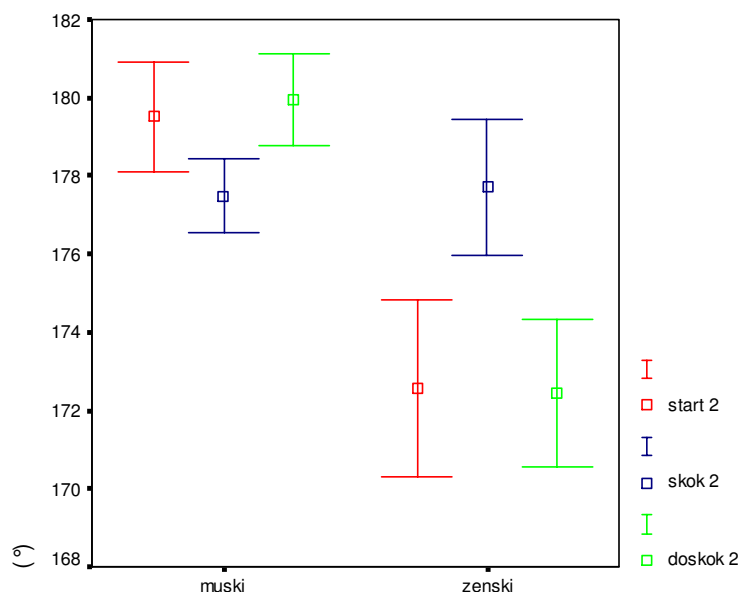
Unutar mešovite populacije kao i unutar polnih podgrupa nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „doskok 2“ ($p > 0.05$; mešovita populacija: $p = 0.392$; muškarci: $p = 0.133$; žene: $p = 0.442$)

Tabela br. 75. Promena ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom perioda „ublažavanje 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.3±6.6	3.1±5.6	-6.5±2.4
Kontrolna	0.1±6.0	1.8±5.0	-4.0±6.3

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla tokom perioda „ublažavanje 2“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.838$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.355$; žene: $p = 0.188$).

Grafik br. 21. Angulacija zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom skoka u visinu – polne razlike (°)



Postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju frontalne angulacije tokom skoka u visinu u položaju „start 2“, „doskok 2“, kao i kada je u pitanju promena ugla „odraz 2“ i „ublažavanje 2“ ($p < 0.01$; $p = 0.000$; u sva četiri slučaja). Frontalna angucija za položaj „skok 2“ ne beleži statistički značajnu razliku između muškaraca i žena ($p > 0.05$; $p = 0.805$). Kod muškaraca prilikom doskoka nakon skoka u visinu koleno se nalazi 0.4° spolja od prvog metatarzofalangealnog zgloba a kod žena 2.2° unutra ($p < 0.01$; $p = 0.000$).

3.5.8. Ugao „odstupanje 2“ kolena od palca u frontalnoj ravni u položaju „doskok 2“

Tabela br. 76. Ugao „odstupanje 2“ kolena od palca u frontalnoj ravni u položaju „doskok 2“ ($^\circ$)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	0.2 ± 3.0	-0.5 ± 3.0	1.8 ± 2.2
Kontrolna	0.5 ± 2.8	-0.3 ± 2.6	2.5 ± 2.3

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla „odstupanje 2“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.548$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.779$; žene: $p = 0.423$).

3.6. Promene ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni prilikom doskoka

Prilikom skoka u daljinu i u visinu pratili smo ugao između natkolenice i potkolenice u sagitalnoj ravni u položaju odraza od kutije („start“), neposredno pre dodira tla („skok“) i prilikom najvećeg opterećenja zgloba – najniža tačka doskoka („doskok“), kao i tokom skoka u visinu za položaje odraza od tla („start 2“), neposredno pre dodira tla („skok 2“) i prilikom najvećeg opterećenja zgloba („doskok 2“). Pored angulacije zgloba u određenom trenutku skoka pratili smo promenu angulacije od položaja „start“ do položaja „skok“ („odraz“ i „odraz 2“) i od položaja „skok“ do položaja „doskok“ („ublažavanje“ i „ublažavanje 2“) tokom skoka u daljinu i visinu. Takođe, u položaju „doskok“ i „doskok 2“ meren je ugao između potkolenice i horizontalne ravni („skočni zglob“ i „skočni zglob 2“).

3.6.1. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „start“

Tabela br. 77. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „start“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	136.0±13.6	135.5±15.3	137.3±8.2
Kontrolna	137.3±12.7	137.2±12.9	137.3±12.7

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u sagitalnoj ravni u položaju „start“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.657$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.621$; žene: $p=0.987$).

3.6.2. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „skok“

Tabela br. 78. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „skok“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	154.0±10.2	154.7±9.9	152.3±11.3
Kontrolna	145.1±17.6	148.1±17.6	137.8±16.0

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „skok“ unutar mešovite populacije ($p<0.01$; $p=0.002$), dok je unutar polnih podgrupa potvrđena statistički značajna razlika ($p<0.05$; muškarci: $p=0.045$; žene: $p=0.021$).

Tabela br. 79. Promena ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom perioda „odraz“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	18.0±16.9	19.2±18.8	15.1±11.2
Kontrolna	7.9±20.5	10.9±20.2	0.4±20.3

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla u sagitalnoj ravni tokom perioda „odraz“ unutar mešovite populacije ($p<0.01$; $p=0.005$), dok je unutar polnih podgrupa potvrđena statistički značajna razlika ($p<0.05$; muškarci: $p=0.047$; žene: $p=0.049$).

3.6.3. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“

Tabela br. 80. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	133.5±16.1	132.0±16.1	137.1±16.2
Kontrolna	128.2±17.3	125.7±19.7	134.2±6.2

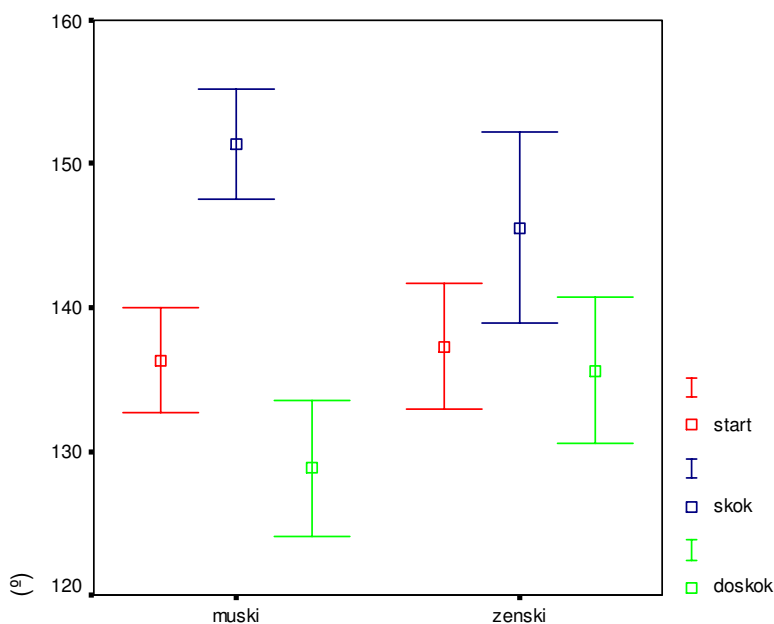
Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „doskok“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.166$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.226$; žene: $p = 0.483$).

Tabela br. 81. Promena ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom perioda „ublažavanje“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	-19.2±15.7	-20.9±16.6	-15.3±13.2
Kontrolna	-16.9±20.8	-22.4±20.7	-3.5±14.4

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla tokom perioda „ublažavanje“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.545$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.739$; žene: $p = 0.127$).

Grafik br. 22. Angulacija zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom skoka u daljinu – polne razlike (°)



Utvrđena je visokoko statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju promene ugla „ublažavanje“ ($p < 0.01$; $p = 0.001$). Za vrednosti ostalih angulacija zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom skoka u daljinu nije utvrđena statistički značajna razlika po polu ($p > 0.05$; „start“: $p = 0.767$; „skok“: $p = 0.110$; „doskok“: $p = 0.095$; „odraz“: $p = 0.152$). Takođe nije utvrđena statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju ugla koji zaklapa potkolenica sa podlogom ($p > 0.05$; $p = 0.186$).

3.6.4. Ugao između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“

Tabela br. 82. Ugao između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	72.9±5.6	72.5±5.9	73.8±5.2
Kontrolna	71.2±7.3	70.3±8.2	73.2±3.8

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.262$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.303$; žene: $p = 0.663$).

3.6.5. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „start 2“

Tabela br. 83. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „start 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	137.2±16.0	136.0±15.9	139.9±16.8
Kontrolna	131.0±18.6	127.9±20.6	138.3±9.7

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „start 2“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.139$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.123$; žene: $p = 0.821$).

3.6.6. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „skok 2“

Tabela br. 84. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „skok 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	161.0±18.4	159.9±21.1	163.7±9.7
Kontrolna	158.7±18.2	162.4±13.9	149.8±24.2

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „skok 2“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.582$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.600$; žene: $p = 0.110$).

Tabela br. 85. Promena ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom perioda „odraz 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	23.9±18.4	23.9±19.1	23.8±17.5
Kontrolna	27.8±26.4	34.6±22.6	11.4±28.7

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla tokom perioda „odraz 2“ unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.449$), kao ni unutar ženske polne podgrupe ($p > 0.05$; $p = 0.348$). Muška polna podgrupa pokazuje statistički značajnu razliku ($p < 0.05$; $p = 0.033$).

3.6.7. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“

Tabela br. 86. Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	140.9±15.8	138.8±17.4	145.9±10.0
Kontrolna	141.6±15.5	141.8±16.6	141.2±13.2

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla u položaju „doskok 2“ u sagitalnoj ravni unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.834$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.493$; žene: $p = 0.357$).

Tabela br. 87. Promena ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom perioda „ublažavanje 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	-20.1±21.1	-21.1±23.1	-17.8±15.9
Kontrolna	-17.3±24.2	-20.6±23.7	-9.4±24.6

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju promene ugla tokom perioda „ublažavanje 2“ u sagitalnoj ravni unutar mešovite populacije ($p > 0.05$; $p = 0.596$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$; muškarci: $p = 0.938$; žene: $p = 0.427$).

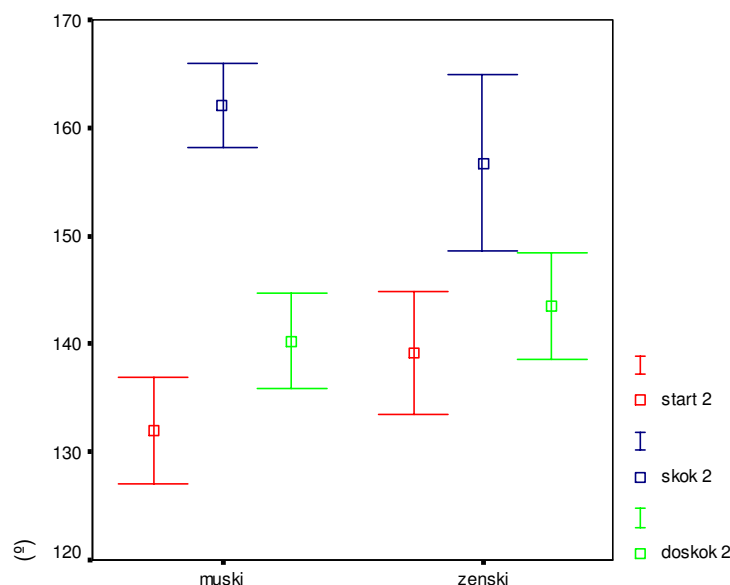
3.6.8. Ugao između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“

Tabela br. 88. Ugao između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	71.4±6.0	71.0±6.1	72.6±5.6
Kontrolna	70.2±7.9	70.7±8.3	69.1±7.1

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju ugla između potkolenice i podloge u sagitalnoj ravni u položaju „doskok 2“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.442$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.892$; žene: $p=0.281$).

Grafik br. 23. Angulacija zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom skoka u visinu – polne razlike (°)



Nije utvrđena statistički značajna razlika između muškaraca i žena niti za jedan praćeni položaj zgloba kolena u sagitalnoj ravni tokom skoka u visinu ($p>0.05$; „start“: $p=0.056$; „skok“: $p=0.173$; „doskok“: $p=0.392$), kao ni za promene ugla ($p>0.05$; „odraz“: $p=0.054$; „ublažavanje“: $p=0.186$). Takođe nije utvrđena statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju ugla koji zaklapa potkolenica sa podlogom ($p>0.05$; $p=0.995$).

3.7. Položaj zgloba kolena prilikom čučnja sa iskorakom

Prilikom čučnja sa iskorakom mereni su ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju fleksije od 90° („čučanj“) i ugao koji gradi linija koja prolazi kroz koleno i prvi metatarzofalangealni zglob sa vertikalom („poravnanje čučnja“).

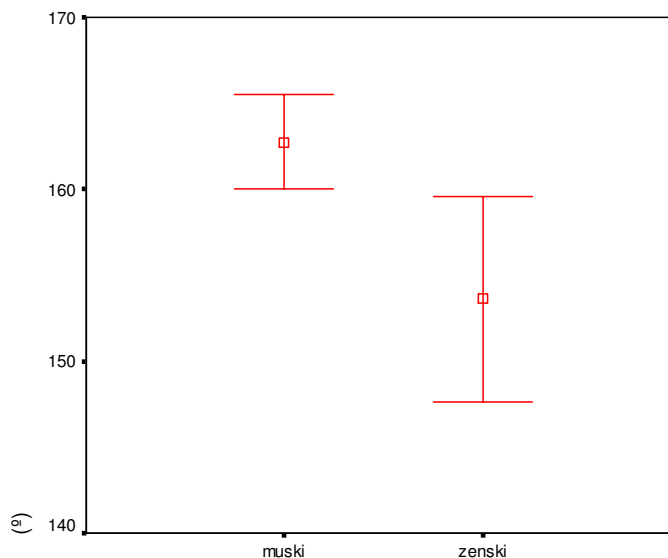
3.7.1. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „čučanj“

Tabela br. 89. Ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni u položaju „čučanj“ (°)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	158.7±12.8	162.4±11.0	149.9±13.0
Kontrolna	161.4±11.7	163.1±10.0	157.3±14.8

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju frontalne angulacije zgloba kolena za položaj „čučanj“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.207$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.739$; žene: $p=0.137$).

Grafik br. 24. Angulacija zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom čučnja sa iskorakom – polne razlike (°)



Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju frontalne angulacije zgloba kolena prilikom čučnja sa iskorakom ($p<0.01$;

$p=0.002$). Nije utvrđena statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju ugla koji zaklapa koleno sa prvim metatarzofalangealnim zglobovom ($p>0.05$; $p=0.354$).

3.7.2. Ugao „odstupanje čučnja“ zgloba kolena u frontalnoj ravni

Tabela br. 90. Ugao „odstupanje čučnja“ zgloba kolena od palca u frontalnoj ravni ($^{\circ}$)

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	-1.8 ± 2.6	-2.2 ± 2.5	-0.8 ± 2.5
Kontrolna	-2.0 ± 3.5	-2.0 ± 4.0	-1.9 ± 2.4

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju odstupanja kolena od prvog metatarzofalangealnog zgloba u položaju „čučanj“ unutar mešovite populacije ($p>0.05$; $p=0.801$), kao ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$; muškarci: $p=0.805$; žene: $p=0.353$).

4. Hormonalni faktori rizika

4.1. Testiranje generalizovane hiperelastičnosti

Tabela br. 91. Skor generalizovane hiperelastičnost zglobova. „Laxity score“ po Beighton, Solomon i Soskilne-u

Grupa ispitanika	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Ispitivana	4.2 ± 2.6	4.0 ± 2.2	4.7 ± 3.4
Kontrolna	3.1 ± 2.9	2.3 ± 2.4	5.0 ± 3.1

Nije utvrđena statistički značajna razlika u skoru generalizovane hiperelastičnosti između ispitivane i kontrolne grupe u mešovitoj populaciji i unutar ženske podgrupe ($p>0.05$; $p=0.068$; $p=0.811$; respektivno). Unutar muške podgrupe utvrđena je visoko statistički značajna razlika po pitanju skora generalizovane hiperelastičnosti ($p<0.01$; $p=0.005$). Od svih pojedinačnih testova testa elastičnosti samo je maksimalna abdukcija palca uz fleksiju ručja bila statistički značajno više zastupljena unutar ispitivane grupe u mešovitoj populaciji ($p<0.05$; $\chi^2=12.953$; $p=0.012$) i unutar muške podgrupe ($p<0.05$; $\chi^2=9.779$; $p=0.044$).

Utvrđena je statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju skora generalizovane hiperelastičnosti ($p<0.05$; $p=0.024$).

Grafik br. 25. Skor generalizovane hiperelastičnosti – polne razlike (°)

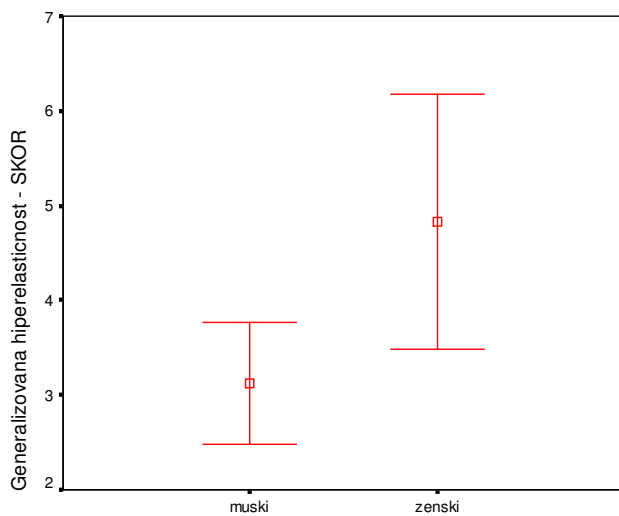
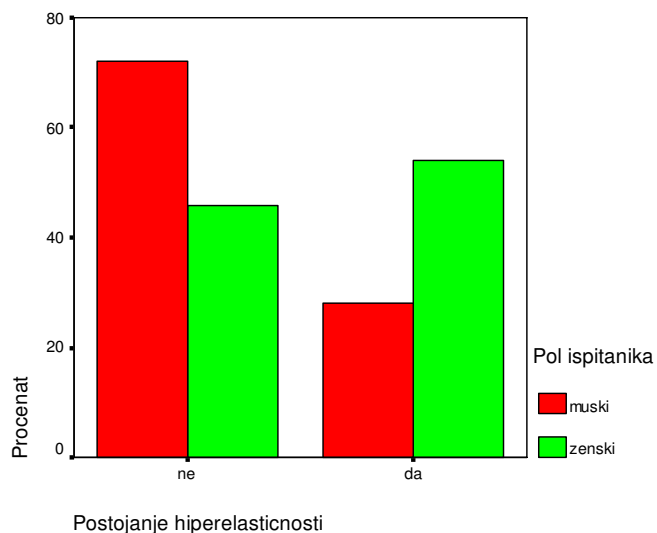


Tabela br. 92. Generalizovana hiperelastičnost zglobova. Postojanje hiperelastičnosti

Ispitivani parametar	Mešovita populacija	Muškarci	Žene
Postojanje generalne hiperelastičnosti	$\chi^2=0.559$; $p=0.455$	$\chi^2=1.969$; $p=0.161$	$\chi^2=0.343$; $p=0.558$

Putem χ^2 testa nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju postojanja hiperelastičnosti zglobova kako unutar mešovite populacije tako i unutar polnih podgrupa ($p>0.05$).

Grafik br. 26. Postojanje hiperelastičnosti unutar muške i ženske podgrupe



Postoji visoko statistički značajna razlika između muškaraca i žena po pitanju postojanja hiperelastičnosti ($\chi^2=5.004$; $p<0.05$; $p=0.025$).

4.2. Koncentracija testosterona u pljuvački

Tabela br. 93. Koncentracije testosterona u pljuvački (pg/ml)

Grupa ispitanika	Muškarci	Žene
Ispitivana	182.2±38.9	62.8±16.0
Kontrolna	149.0±49.5	85.1±21.7

Utvrđena je visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne grupe po pitanju koncentracije testosterona u pljuvački unutar obe polne podgrupe ($p<0.01$; muškarci: $p=0.004$; žene: $p=0.006$).

4.3. Koncentracija 17-β estradiola u pljuvački

Tabela br. 94. Koncentracije 17-β estradiola u pljuvački (pg/ml)

Grupa ispitanika	Muškarci	Žene	
		Folikularna faza	Ovulacija i lutealna faza
Ispitivana	2.20±0.27	2.25±0.13	3.00±0.54
Kontrolna	1.96±0.35	2.26±0.34	3.86±0.52

Utvrđena je statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju koncentracije 17-β estradiola u pljuvački ($p<0.05$; $p=0.019$). Zbog različitog perioda uzimanja pljuvačke kod žena, testiranje statističke značajnosti vršeno je putem dvofatorske analize varijanse. Utvrđena je statistički značajna razlika između ove dve grupe pacijentkinja ($p>0.05$; $p=0.048$).

4.4. Koncentracija progesterona u pljuvački

Tabela br. 95. Koncentracije progesterona u pljuvački (pg/ml)

Grupa ispitanika	Muškarci	Žene	
		Folikularna faza	Ovulacija i lutealna faza
Ispitivana	33.52±16.56	28.57±10.65	74.52±33.45
Kontrolna	33.82±18.48	61.52±18.34	129.48±23.96

Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne muške podgrupe po pitanju koncentracije progesterona u pljuvački ($p>0.05$; $p=0.959$), ali je putem dvofaktorske analize varijanse utvrđena visoko statistički značajna razlika između ispitivane i kontrolne ženske podgrupe ($p<0.01$; $p=0.002$).

5. Kratak pregled faktora koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze kolena

Tabela br. 96. Faktori koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze. Pregled statističke značajnosti razlika između ispitivane i kontrolne grupe. (plavo – statistička značajnost; crveno – visoka statistička značajnost)

	Parametar	Muškarci	Žene
1.	ICW	0.658	0.021
2.	NWI	0.696	0.010
3.	NSI	0.748	0.041
4.	Radius spoljašnjeg kondila	0.039	0.026
5.	LTS	0.000	0.132
6.	LTS-MTS	0.000	0.043
7.	LCA AM	0.840	0.033
8.	LCA	0.423	0.034
9.	LCA PL	0.039	0.049
10.	Ugao LCA u frontalnoj ravni	0.036	0.371
11.	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni	0.396	0.046
12.	Ugao LCA u sagitalnoj ravni	0.042	0.004
13.	Prednji tibijalni nagib	0.043	0.062
14.	Ugao tibijalne insercije	0.004	0.006
15.	Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni	0.002	0.160
16.	Razlika između uglova unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni	0.004	0.504
17.	Snaga pregibača u zglobu kolena	0.034	0.022
18.	Snaga primicača natkolenice	0.895	0.003
19.	Snaga odmicača natkolenice	0.218	0.002
20.	Razlike između odmicača i primicača	0.048	0.561
21.	LESS (Landing error score system)	0.008	0.074
22.	Položaj „start“ u frontalnoj ravni	0.078	0.028
23.	Položaj „start 2“ u frontalnoj ravni	0.042	0.229
24.	Položaj „skok 2“ u frontalnoj ravni	0.001	0.040
25.	Promena „odraz 2“ u frontalnoj ravni	0.925	0.001
26.	Položaj „skok“ u sagitalnoj ravni	0.045	0.021
27.	Promena „odraz“ u sagitalnoj ravni	0.047	0.049
28.	Promena „odraz 2“ u sagitalnoj ravni	0.033	0.348
29.	Skor generalizovane hiperelastičnosti	0.005	0.811
30.	Koncentracija testosterona u pljuvački	0.004	0.006
31.	Koncentracija 17-β estradiola u pljuvački	0.019	0.048
32.	Koncentracija progesterona u pljuvački	0.959	0.002

Nakon izučavanja 77 faktora izdiferencirali su se faktori koji dovode do povređivanja LCA kod muškaraca (21) i žena (22). Uz pomoć programa SPSS i

metodom analize diskriminante određivana je značajnost svakog pojedinačnog faktora rizika za povređivanje LCA kod muškaraca (Tabela br. 97.). Negativan predznak naglašava da manja vrednost predisponira povređivanje LCA. Na osnovu 20 parametara (ugao tibijalnog propoja je pokazao značajnu korelaciju sa nekim od faktora koji su prethodno uzeti u razmatranje) određena je pripadnost ovih pacijenata ispitivanoj (sa povredom LCA) i kontrolnoj (bez povrede LCA) uz učinak od 98.3 % (senzitivnost 96.6 %, specifičnost 100 %), odnosno sa jednim lažno negativnim pacijentom (Tabela br. 98.).

Tabela br. 97. Koeficijenti pojedinih faktora rizika značajnih za povređivanje LCA kod muškaraca

Faktor Rizika	koeficijent
zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu	0.374
LESS (Landing error score system)	0.354
razlika između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu	0.324
ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni tokom skoka u visinu	-0.286
ugao tibijalnog pripoja*	-0.269
razlika između uglova unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni	- 0.254
ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni	0.229
skor generalizovane hiperelastičnosti	0.213
promena ugla fleksije u zglobu kolena tokom perioda od pripreme za skok u daljinu do dodirivanja tla	0.189
koncentracija testosterona u pljuvački	0.159
ugao LCA u sagitalnoj ravni	-0.154
prednji tibijalni nagib	0.151
dužina zadnje ivice LCA	0.151
stepen fleksije zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u daljinu	0.145
položaj zgloba kolena u frontalnoj ravni u trenutku odraza od tla tokom skoka u visinu	-0.135
radius lateralnog femoralnog kondila	-0.133
snaga pregibača u zglobu kolna	0.132
ugao LCA u frontalnoj ravni	0.128
promena ugla fleksije u zglobu kolena tokom perioda od pripreme za skok u visinu do dodirivanja tla	-0.120
koncentracija 17-β estradiola u pljuvački	0.114
razlika u snazi odmicača i primicača natkolenice	-0.046

* - parametri nisu uzeti u obzir prilikom određivanja koeficijenta kanoničke korelacije

Na kraju, stepen kanoničke korelacije iznosio je:

0.875

odnosno, verovatnoća tačnog prognoziranja rupture prednje ukrštene veze kod muške, sportski aktivne populacije na osnovu 20 faktora rizika iznosi:

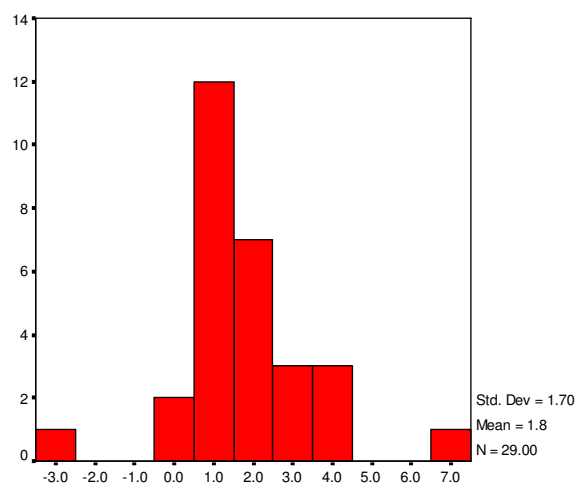
76.56 %

Tabela br. 98. Pretpostavljeno članstvo u grupi (muškarci)

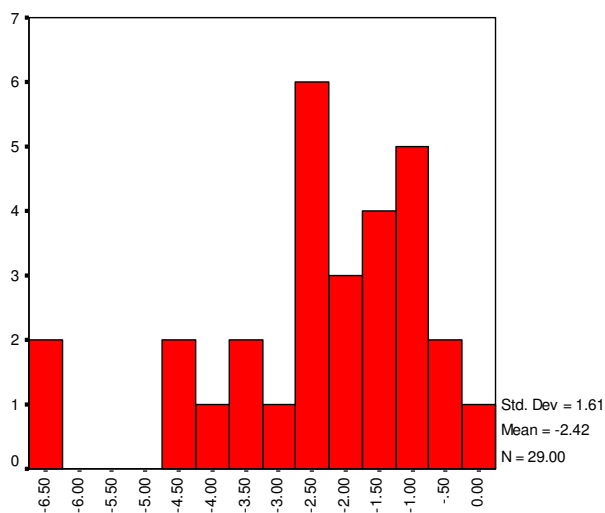
grupa	Pretpostavljeno članstvo u grupi		ukupno
	ispitivana	kontrolna	
ispitivana	29	0	29
kontrolna	1	28	29
ispitivana (%)	100.0	0.0	100.0
kontrolna (%)	3.4	96.6	100.0

98.3 % originalnih članova je ispravno klasifikovano

Grafik br. 27. Kanonička diskriminanta muške ispitivane grupe (centrioda 1.717)



Grafik br. 28. Kanonička diskriminanta muške kontrolne grupe (centrioda -1.803)



Ista procedura primenjena je i na 22 faktora koji su se pokazali značajni za povređivanje LCA kod žena. Veći broj faktora koji dovode do povređivanja LCA kod žena potvrđuju teoriju da su žene podložnije povredi LCA. Zbog različite raspodele ženskih ispitanika s obzirom na fazu ciklusa (folikularna ili lutealna faza) unutar ispitivane i kontrolne grupe, koncentracije estrogena i progesterona nisu uzete u obzir prilikom određivanja pripadnosti grupi pacijenata. Tabela br. 99. prikazuje značajnost pojedinih faktora koji mogu da utiču na povređivanje LCA kod žena. Na osnovu 19 faktora rizika (koncentracija testosterona u pljuvački je pokazala značajnu korelaciju sa nekim od faktora koji su prethodno uzeti u razmatranje) određena je pripadnost ovih pacijenata ispitivanoj (sa povredom LCA) i kontrolnoj (bez povrede LCA) uz učinak od 100 % (Tabela br. 100.; senzitivnost 100 %; specifičnost 100 %), bez lažno pozitivnih ili lažno negativnih rezultata.

Tabela br. 99. Koeficijenti pojedinih anatomskih faktora rizika značajnih za povređivanje LCA žena

Anatomski faktor	koeficijent
koncentracija testosterona u pljuvački*	0.287
snaga odmicača natkolenice	0.172
promena frontalne angulacije zgloba kolena tokom perioda od pripreme za skok u visinu do dodirivanja tla	0.164
indeks širine međukondilarne jame	-0.156
ugao tibijalne insercije	-0.155
dužina anteromedijalnog dela LCA	0.143
snaga pregibača u zglobu kolena	0.141
indeks oblika međukondilarne jame	-0.140
snaga primicača natkolenice	0.137
dužina središnjeg dela LCA	0.133
radius spoljašnjeg kondila butne kosti	-0.126
položaj zgloba kolena u frontalnoj ravni u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u visinu	0.127
položaj zgloba kolena u frontalnoj ravni u trenutku odraza od tla tokom skoka u daljinu	0.124
ugao LCA u sagitalnoj ravni	-0.121
širina međukondilarne jame	-0.120
ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni	0.113
dužina posterolateralnog dela LCA	0.110
stepen fleksije zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u daljinu	0.108
promena stepena fleksije zgloba kolena tokom perioda od pripreme za skok u daljinu do dodirivanja tla	0.102
razlika između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu	0.099

* - parametri nisu uzeti u obzir prilikom određivanja koeficijenta kanoničke korelacije

Na kraju, stepen kanoničke korelacije iznosio je:

0.979

odnosno, verovatnoća tačnog prognoziranja rupture prednje ukrštene veze kod ženske, sportski aktivne populacije na osnovu 19 faktora rizika iznosi:

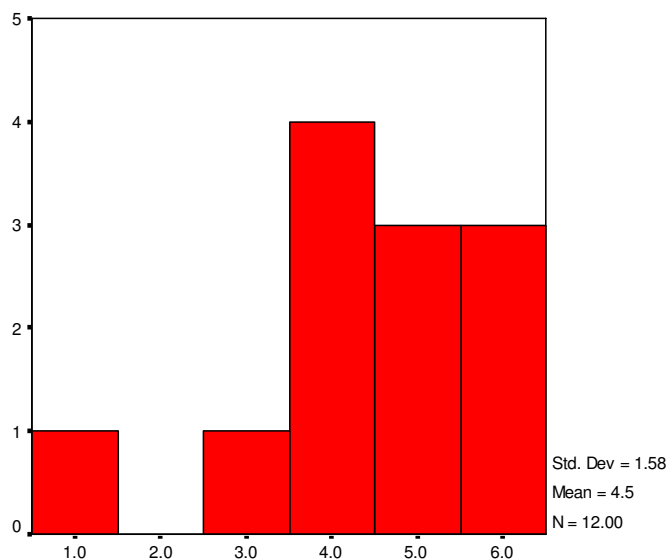
95.84 %

Tabela br. 100. Pretpostavljeno članstvo u grupi (žene)

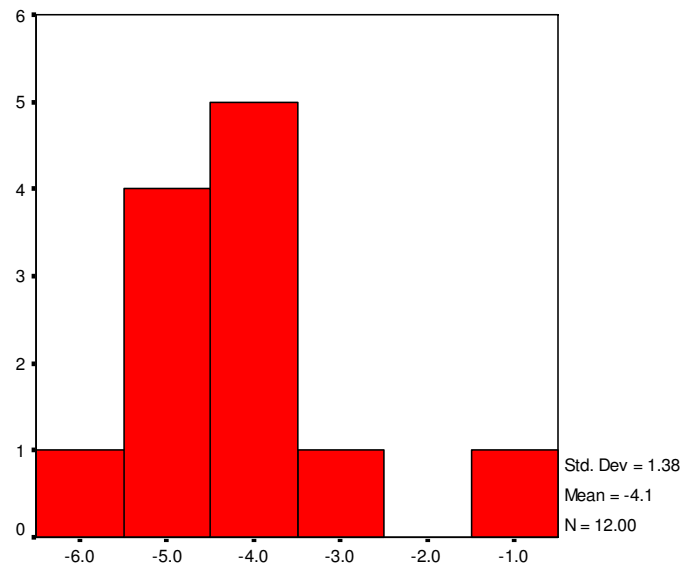
	Pretpostavljeno članstvo u grupi		ukupno
grupa	ispitivana	kontrolna	
ispitivana	12	0	12
kontrolna	0	12	12
ispitivana (%)	100.0	0.0	100.0
kontrolna (%)	0.0	100.0	100.0

100% originalnih članova je ispravno klasifikovano

Grafik br. 29. Kanonička diskriminanta ženske ispitivane grupe (centrioda 4.826)



Grafik br. 30. Kanonička diskriminanta ženske kontrolne grupe (centrioda -4.387)



V. DISKUSIJA

1. Anatomski faktori rizika

1.1. Parametri međukondilarne jame i čašice

Mnoge studije vršene na radiografskim i MR snimcima pokušale su da utvrde razliku u morfometriji međukondilarne jame pacijenata sa rupturom LCA i pacijenata sa intaktnom vezom.^{3,19,24,25,37,47,48,71,86,89,97,99,134,147,169,171} Međutim, ove studije nisu rađene na grupi mečovanih parova na osnovu više parametra. Samim tim i rezultati su bili različiti. Vrlo je teško upoređivati apsolutne vrednosti dimenzija međukondilarne najvećim delom zbog konstitucionalnih razlika koje mnogo variraju ne samo među polovima već i kod pripadnika istog pola.

1.1.1. Apsolutne dimezije međukondilarne jame

1.1.1.1. Širina međukondilarne jame (ICW)

U našoj studiji vrednost ICW ispitivane i kontrolne muške podgrupe iznosila je 22.6, odnosno 22.3 mm, a ženske 18.9 i 20.9 mm. Ovi podaci govore u prilog tome da uska međukondilarna jama može biti jedan od faktora koji dovode do ruptore LCA unutar ženske populacije ali ne i kod muškaraca. Možemo reći da se vrednosti parametara koje smo dobili u ovoj studiji podudaraju sa vrednostima naše prethodne studije,¹⁵⁶ izvedene na uzorku od 33 mečovana para (muška ispitivana 22.1 mm; muška kontrolna: 23.5 mm; ženska ispitivana: 19.6 mm; ženska kontrolna 20.2 mm), iako u citiranoj studiji nismo dobili statističku značajnost u ženskoj podgrupi.

Lund-Hanssen i sar⁹⁹ su zaključili da je ICW od 17 mm kritična za porast rizika od povrede LCA. U našoj studiji po jedan muški i ženski pacijent ispitivane grupe su imali ICW manju od 17 mm. Lombardo i sar⁹⁷ su merili dimenzije međukondilarne jame na Rendgenskim snimcima i takođe nisu utvrdili postojanje razlike između profesionalnih košarkaša sa rupturom (23.4 mm) i sa intaktnom (23.5 mm) LCA. Laprade i Burnet⁸⁹ su u svojoj studiji sa 213 atletičara zaključili da je suženje međukondilarne jame udruženo sa LCA povređivanjem.

U našoj studiji unutar ispitivane grupe muškarci imaju viskoko statistički značajno veće vrednosti ICW od žena ($p < 0.01$), dok kontrolna grupa pokazuje statistički

značajno veće vrednosti ICW ($p < 0.05$). Ovde je očigledno da ženska ispitivana grupa ima nižu vrednost ICW od preostale tri (muške ispitivane i kontrolne i ženske kontrolne). O većoj ICW kod muškaraca govori i studija koju su sproveli Shelbourne i Kerr.¹⁴⁷ Ireland i sar⁷¹ su u studiji na radiografskim snimcima mešovite populacije izmerili statistički značajno manje ICW vrednosti kod pacijenata sa rupturom LCA u odnosu na pacijente sa intaktnom LCA (18.9:20.7 mm). Ove vrednosti se vrlo malo razlikuju od naših. Slične vrednosti ICW naše kontrolne grupe dobili su Anderson i sar³. Oni su merili ICW košarkaša i košarkašica u nivou zatkolenog žleba i utvrdili značajnu razliku između muškaraca (23.7 mm) i žena (20.5 mm). Neki autori kao Shelbourne i sar¹⁴⁵ merili su ICW uz pomoć frontalnog Rendgenskog snimka kolena, na polovini dubine međukondilarne jame. Samim tim su dobili mnogo manje vrednosti. Upoređivali su tri grupe (sa bilateralnom povredom LCA, sa unilateralnom povredom i kontrolna bez povrede) i njihove polne podgrupe. Zaključili su da muškarci unutar svake grupe (bilateralna 15.3 mm, unilateralna 15.8 mm i kontrolna 16.9 mm) imaju značajno širu međukondilarnu jamu nego žene (bilateralna 12.8 mm, unilateralna 13.8 mm i kontrolna 14.5 mm), kao i da pacijenti sa rupturom LCA imaju užu međukondilarnu jamu.

Murshed i sar¹¹³ u studiji na 200 MR snimaka kolena dobili su visoko statistički značajno veće vrednosti širine međukondilarne jame za muškarce (21.3 mm) nego za žene (19.1 mm). Vrednosti su dobijene merenjem ICW na najširem mestu na MR snimcima. Rizzo i sar¹³⁴ u svojoj studiji na 26 kadaverskih kolena navodi ICW od 20.2 mm za muška i 20.5 mm za ženska kolena. Slične rezultate dobili su Didia i sar³⁷ (22.4 mm) za mešovitu polnu populaciju. Ni Laprade i Burnett⁸⁹ kao ni Treitz¹⁷¹ nisu pronašli statistički značajnu razliku između muškaraca i žena po pitanju ICW.

Good i sar⁴⁸ izmerili su nešto manju ICW u tri grupe pacijenata – pacijenti sa hroničnom insuficijencijom LCA (16.1 mm), pacijenti sa akutnom povredom LCA (18.1 mm) i na kadaverskom materijalu (20.4 mm). U njihovom slučaju prisustvo osteofita dovelo je do suženja međukondilarne jame. Ako se uzmu u obzir slučajevi bez osteofita slične rezultate su dobili Mensch i Amstutz¹⁰⁵ (19.7 mm) i Odensten i Gillquist¹²³ (21 mm). Odensten i Gillquist¹²³ nisu dobili statistički značajnu razliku u ICW između kontrolne i grupe sa rupturom LCA.

Na osnovu podataka naše studije možemo reći da uska međukondilarna jama može biti uzrok rupture LCA kod žena ali ne i kod muškaraca.

1.1.1.2. Visina međukondilarne jame (ICH)

U našoj studiji ICH kod ispitivane i kontrolne grupe iznosila je u milimetrima 33.7 i 33.0. Ispitanici sa povređenom LCA imaju nešto veću visinu međukondilarne jame ali ta razlika nije statistički značajna. Takođe, podelom ispitanika na polne podgrupe nije utvrđena razlika između ispitivane i kontrolne grupe. Prethodna naša studija na 33 mečovana para pokazala je nešto manje vrednosti visine međukondilarne jame (ispitivana: 31.9 mm; kontrolna 30.6 mm) koje su pokazivale statističku značajnost. Sa druge strane, naša studija je pokazala da je visina međukondilarne jame muškaraca veća nego kod žena (34.2 mm :31.4 mm). Statistički značajnu razliku u vrednosti ICH između muškaraca i žena dobili su Murshed i sar¹¹³ mereći MR snimke. Njihovi muški ispitanici imali su vrednosti od 33.2 mm a ženski 29.0 mm. Kako su ove vrednost samo jedan do dva milimetra manje od naših, možemo smatrati da podržavaju našu studiju.

Postoje ogromne razlike u ICH između pojedinih autora pre svega zbog različitih načina merenja. Koukoubis i sar⁸⁵ su merili od najposterioarnijih tačaka kondila do vrha jame i dobili visinu od 24 mm. Sa druge strane Herzog i sar⁵⁷ su merili od nivoa zatkolenog žleba do prednjeg izlaza iz jame i dobili visinu od 22.8 mm za muškarce i 20.5 mm za žene. Chandrashekar i sar²⁵ su merili ICH do izlaza (u našoj studiji merena je visina od krova do najposterioarnijih tačaka butnih kondila), pa su samim tim i rezultati bili nešto manji (23.1 za muškarce i 25.7 za žene).

Na osnovu podataka naše studije ne možemo reći da duboka međukondilarna jama može biti uzrok rupture LCA.

1.1.1.3. Epikondilarna širina (ECW)

Vrednosti ECW dobijene u ovoj studiji za ispitivanu i kontrolnu grupu iznosile su 75.0, 74.7 mm, na osnovu čega zaključujemo da epikondilarna širina ne igra ulogu u povređivanju LCA. Slične vrednosti su nađene i unutar polnih podgrupa. Skoro identične vrednosti ECW dobili smo u prethodnoj studiji na 33 para¹⁵⁶ (75.5:74.4 mm).

Konstitucionalne razlike između polova ovde su pokazala najjače dejstvo tako da smo dobili značajno veće vrednosti ECW kod muškaraca nego kod žena (77.3:69.0 mm).

Podaci dobijenmi u našoj studiji podudaraju se sa podacima studije izvedene od Chandrashekar i sar.²⁵ Oni su u svojoj studiji na 20 kadaverskih kolena nekontaktnom metodom uz pomoć fotografskog 3D skenera u nivou zatkolenog žleba dobili slične dimenzije (muškarci: 76.1 mm; žene: 69.0 mm). Anderson i sar³ navode slične vrednosti ECW (muškarci: 76.0 mm; žene: 67.3 mm) između kojih postoji visoko statistički značajna razlika. Nešto manje vrednosti dobio je Charlton i sar,²⁶ ali je takođe utvrdio postojanje statistički značajne razlike ($p>0.05$) između muškaraca (71.6 mm) i žena (67.2 mm).

Na osnovu podataka naše studije ne možemo reći da epikondilarna širina utiče na rupturu LCA.

1.1.2. Relativni parametri međukondilarne jame

1.1.2.1. Indeks širine međukondilarne jame (NWI)

Muškarci sa rupturom LCA ne poseduju manji indeks širine međukondilarne jame od svojih mečovanih parova kontrolne grupe ($p>0.05$; 0.293:0.290). Ženski ispitanici sa rupturom LCA poseduju manji indeks širine međukondilarne jame ($p\leq 0.01$; 0.275:0.304) nego ispitanice bez rupture. NWI pokazuje slične vrednosti unutar polnih podgrupa ($p>0.05$). Ako posmatramo vrednosti indeksa, rezultati naše prethodne mečovane studije¹⁵⁶ (muškarci: 0.280:0.300; žene: 0.282:0.298) delimično podržavaju gore navedene indekse ali samo ako se radi o ženskom delu populacije, dok su se vrednosti NWI unutar muške ispitanice i kontrolne grupe pokazale bliskim. Niti jedan ispitanik nije imao „kritičnu“ vrednost NWI manju od 0.2 za muškarce i 0.18 za žene.¹⁶¹

Anderson i sar⁴ su u svojoj studiji su prikazali da postoji statistički značajna razlika između vrednosti NWI pacijenata sa povredom LCA i kontrolne grupe pacijenata. Souryal i sar¹⁶² su upoređivali NWI tri grupe pacijenata: sa bilateralnom povredom, sa unilateralnom povredom i bez povrede LCA. Oni navode da postoji statistički značajna razlika u vrednosti NWI između bilateralne i obe druge grupe – unilateralne i kontrolne. Međutim nisu dobili statističku značajnost između unilateralne i kontrolne grupe.

Souryal i Freeman¹⁶¹ su prikazali da su atletičari sa užom međukondilarnom jamom podložniji povredi LCA. Njihovi ispitanici muškog pola imali su vrednost od 0.239 a ženskog 0.217. Muneta i sar¹¹¹ su dobili vrednosti za muškarce 0.25 a za žene 0.28. Obe prethodne studije nisu našle značajnu razliku između muškaraca i žena. Ireland i sar⁷³ su u svojoj studiji potvrdili da pacijanti sa insuficijentnom LCA imaju statistički značajno manji NWI nego pacijenti sa intaktnim LCA (0.23:0.25).

Treitz i sar¹⁷¹ nisu pronašli razliku u vrednosti NWI zdravih i osoba sa povredom LCA. Lombardo i sar⁹⁷ u svojoj jedanaestogodišnjoj prospektivnoj, slučaj-kontrolisanoj studiji izvedenoj na 615 muških atletičara nisu pronašli statistički značajnu razliku između NWI vrednosti atletičara sa intaktnom (0.235) i insuficijentnom (0.242) LCA. Međutim, njihova merenja su vršena na Radiografskim snimcima. Herzog i sar⁵⁷ nisu pronašli statistički značajnu razliku u merama međukondilarne jame između atletičara sa asimptomatskom rupturom LCA i kontrolne grupe. Takođe, ni Harner i sar⁵³ nisu pronašli statistički značajnu razliku u vrednosti NWI indeksa između grupe pacijenata sa obostranom povredom LCA i kontrolne grupe. Shickendantz i Weiker¹³⁸ su upoređivali ispitanike sa jednostranom rupturom LCA, obostranom i bez rupture i nisu pronašli statistički značajnu razliku između ovih grupa po pitanju vrednosti NWI.

Vrednosti dobijene u ovoj studiji nešto su niže nego vrednosti koje su dobili Anderson i sar³ (muškarci 0.311, žene 0.305). Takođe, Tillman i sar¹⁶⁹ su merili po 100 muških i ženskih butnih kosti i nisu pronašli značajnu razliku između muškaraca (0.255) i žena (0.247), ali su pronašli značajnu razliku između Afrikanaca (0.257) i Evropljana (0.247).

Na osnovu podataka ove studije možemo reći da niža NWI vrednost doprinosi povređivanju LCA u ženskoj ali ne i u muškoj populaciji.

1.1.2.2. Indeks oblika međukondilarne jame (NSI)

Oblik međukondilarne jame takođe igra ulogu u povređivanju LCA.¹⁶⁹ Kolena sa malom vrednošću NSI ne mogu imati normalnu funkciju LCA, jer se prilikom pune ekstenzije LCA oslanja na prednji deo međukondilarne jame, koji ako je isuviše sužen može da oslanja, da tare i konačno preseče LCA. Jame koje su šire u svom prednjem delu obezbeđuju više prostora za LCA prilikom pune ekstenzije. Tanzer i Lencner

smatraju da uske međukondilarne jame imaju više A-oblik dok široke imaju obrnuti U-oblik.¹⁶⁸ Anderson i sar⁴ su u svojoj studiji pokazali da oblik međukondilarne jame korelira sa povredom LCA, odnosno da međukondilarne jame sa niskim NSI imaju veću verovatnoću povređivanja.

U našoj studiji NSI dobijen na osnovu vrednosti izmerenih u nivou zatkolenog žleba ispitivane ženske podgrupe (0.601) značajno je niži od istog indeksa kontrolne grupe (0.676; $p < 0.05$). Unutar muške podgrupe ova razlika nije statistički značajna ($p > 0.05$; 0.658:0.665). Prethodna naša studija,¹⁵⁶ rađena na sličan način utvrdila je statistički značajnu razliku između muške ispitivane i kontrolne grupe (0.669:0.759) ali ne i ženske (0.679:0.683).

Tillman i sar¹⁶⁹ su u studiji na 200 butnih kosti merili dimenzije međukondilarne jame u nivou zatkolenog žleba i dobili statistički značajnu razliku ($p > 0.05$) između NSI vrednosti muškaraca (0.638) i žena (0.599), ako i Afrikanaca (0.606) i Evropljana (0.631).

Na osnovu podataka ove studije možemo reći da je niži NSI udružen sa rupturom LCA kod žena ali ne i kod muškaraca. Ipak, zbog rezultata prethodne naše studije, ove rezultate uzimamo sa malom dozom rezerve.

1.1.3. Ugao krova međukondilarne jame

Podaci naše studije govore u prilog tome da ne postoji značajna razlika ($p > 0.05$) u nagibu krova međukondilarne jame ispitanika sa i bez rupture LCA (46.0°:47.7°). Takođe, ako se posebno testiraju polne podgrupe ne dobija se statistički značajna razlika ($p > 0.05$). Ovaj parametar nije pokazao značajnost ni ako se porede muška i ženska podgrupa (47.2°:46.0°; $p > 0.05$).

Na osnovu podataka naše studije ne možemo reći da ugao krova međukondilarne jame utiče na rupturu LCA.

1.1.4. Radius unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila butne kosti

Ispitanici sa rupturom LCA u obe polne podgrupe poseduju značajno manji ($p < 0.05$) radijus spoljašnjeg kondila nego ispitanici bez rupture LCA (muškarci: 19.7:21.0 mm; žene: 16.7:18.5 mm). Međutim, radijus unutrašnjeg kondila ne pokazuje

razliku ($p>0.05$) između ispitivane i kontrolne grupe (muškarci: 20.4:20.7 mm; žene: 18.6:18.4 mm).

Unutar ispitivane grupe (i njenih polnih podgrupa) radijus unutrašnjeg kondila je značajno veći od radijusa spoljašnjeg kondila (muškarci: $p<0.05$; žene: $p<0.01$), što nije slučaj sa kontrolnom grupom. Posmatrajući tabele uočavamo da je unutar obe polne grupe, radijus spoljašnjeg kondila pacijenata sa rupturom LCA za oko 1-2 milimetra manji od radijusa istog kondila kontrolne grupe i radijusa unutrašnjeg kondila ispitivane i kontrolne grupe. Jako bliske rezultate našoj studiji dobili su Li i sar⁹² koji su putem kompjuterske analize pratili razlike između polova po pitanju radijusa butnih kondila. Utvrdili su visoko statistički značajnu razliku ($p<0.01$) između muškaraca i žena (20.3:18.0 mm) ali nisu utvrdili razliku u radijusu unutrašnjeg i spoljašnjeg kondila (19.3:19.4 mm) što se takođe podudara sa našom kontrolnom grupom (njihovi ispitanici nisu imali rupturu LCA).

Na osnovu podataka naše studije možemo reći da radijus spoljašnjeg kondila utiče na povređivanje LCA kako kod muškaraca tako kod žena.

1.1.5. Širina unutrašnje i spoljašnje facete čašice

Ispitivana i kontrolna grupa unutar mešovite populacije poseduju slične vrednosti širine spoljašnje (29.2:28.7 mm) i unutrašnje (20.1:20.7 mm) facete čašice ($p>0.05$; u oba slučaja). Posmatrajući polne podgrupe, takođe nije utvrđena statistički značajna razlika u širini spoljašnje ili unutrašnje facete čašice ($p>0.05$). Zahvaljujući konstitucionalnim razlikama veće vrednosti obe facete registrovane su kod pripadnika muškog pola ($p<0.05$).

Na osnovu podataka naše studije ne možemo reći da širina faceta čašice utiče na rupturu LCA.

1.1.6. Geometrija zglobnih površina čašice

Podaci naše studije govore u prilog tome da se ugao između faceta čašice ispitanika sa rupturom LCA ne razlikuje bitno od istog ugla ispitanika bez rupture LCA ($p>0.05$). Ne možemo reći da postoji razlika između ispitivane i kontrolne grupe ni unutar polnih podgrupa ($p>0.05$) kao ni između muškaraca i žena ($p>0.05$).

Na osnovu podataka naše studije ne možemo reći da geometrija zglobnih površina čašice utiče na rupturu LCA.

1.2. Zadnji tibijalni nagib

Problematika merenja tibijalnog nagiba na kratkim sagitalnim MRI preseccima kolena ogleda se u nemogućnosti adekvatnog određivanja proksimalne tibijalne anatomske osovine (PTAA). Da bi se odredila PTAA potreban je presek koji se prostire minimalno 150 mm ispod zglobne pukotine kolena.^{20,31} Kuwano i sar⁸⁷ su određivali zadnji tibijalni nagib na unutrašnjem i spoljašnjem kondilu uz pomoć 3D CT skenera, sa slikom koja je zahvatala 150 mm proksimalnog kraja golenjače. Mi nismo imali na raspolaganju MR snimke sa adekvatnom dužinom proksimalnog dela golenjače. Ovaj nedostatak sam pokušali smo da kompenzujemo određivanjem PTAA i ugla prednjeg tibijalnog nagiba na sagitalnim Rendgenskim snimcima. Pomoću ugla prednjeg tibijalnog nagiba dobijenog na Rendgenskim snimcima i linije koja prati prednji tibijalni nagib na sagitalnim MR snimcima definisana je linija paralelna PTAA.

Dejour i Bonnin³⁴ su utvrdili da je prednja tibijalna translacija veća na spoljašnjem nego na unutrašnjem tibijalnom odeljku kako u normalnih, tako u deficitarnih kolena. Bull i sar²³ su u svojoj studiji pokazali da kod LCA – deficitarnih kolena dolazi do subluksacije tibije i unutrašnje rotacije pri početku fleksije i to pre svega prekomernim prednjim kretanjem spoljašnjeg tibijalnog platoa. Okazaki i sar¹²⁵ su u svojoj studiji na 36 pacijenata uz pomoć magnetne rezonance potvrdili veće pomeranje spoljašnjeg tibijalnog platoa put napred nego unutrašnjeg kod pacijenata sa rupturom LCA, dok navedenu razliku nisu pronašli kod pacijenata sa intaktnom LCA.

U našoj studiji zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu pokazuje visoko statistički značajno veće vrednosti ($p < 0.01$) u ispitivanoj (8.3°) nego u kontrolnoj (4.8°) grupi. Ove vrednosti se podudaraju sa vrednostima tibijalnog nagiba koje smo dobili u sličnoj studiji pre pet godina¹⁵⁸ ($7.5^\circ:4.2^\circ$). Statistička značajnost se održava u muškoj podgrupi ($p < 0.01$), ali se gubi u ženskoj polnoj podgrupi ($p > 0.05$). Pošto je na spoljašnjem tibijalnom platou prednja translacija golenjače tokom fleksije veća,^{23,34,100} dodatno povećanje nagiba tibijalnog platoa može više da opterećuje LCA i dovede do rupturu. Slične vrednosti dobili su Matsuda i sar¹⁰² upoređujući zadnji tibijalni nagib na

spoljašnjem platou kod normalnih (7.2°) i varus (6.0°) kolena. Muškarci i žene ne pokazuju razliku u nagibu zadnjeg tibijalnog platoa na spoljašnjem kondilu ($p > 0.05$).

Veće vrednosti zadnjeg tibijalnog nagiba na unutrašnjem kondilu u kontrolnoj grupi ($5.6^\circ:5.3^\circ$) govore u prilog toga da bi veći tibijalni nagib unutrašnjeg kondila trebao delovati protektivno. Međutim, mi nismo pronašli statistički značajnu razliku između ispitanika i kontrolne grupe po ovom pitanju ($p > 0.05$) unutar mešovite populacije, a ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$). Matsuda i sar¹⁰² u svojoj studiji na MR snimcima navode nešto veće vrednosti tibijalnog nagiba kako za normalna (spoljašnji 7.2° ; unutrašnji 10.7°) tako i za varus kolena (spoljašnji 6.0° ; unutrašnji 9.9°), što je verovatno posledica različitog načina određivanja tibijalne anatomske osovine kao polazne tačke. Međutim, navedena studija, kao i naša kontrolna grupa (u oba slučaja radi se o LCA intaktnim pacijentima) registruje veće vrednosti tibijalnog nagiba na unutrašnjem nego na spoljašnjem tibijalnom platou.

Chiu i sar²⁸ su uz pomoć linije prednjeg tibijalnog korteksa određivali tibijalni nagib na prethodno fotografisanim golenjačama i dobili vrednosti od 14.8° za unutrašnji i 11.8° za spoljašnji tibijalni plato. Ova studija, kao i naša govori u prilog većeg tibijalnog nagiba na unutrašnjem nego na spoljašnjem platou kod pacijenata bez povrede LCA. Sa druge strane razlozi prilično veće vrednosti tibijalnog nagiba na oba, unutrašnjem i spoljašnjem platou su višestruki. Jedan od njih je korišćenje linije prednjeg tibijalnog korteksa kao polazne osovine u merenju (mi smo koristili PTAA). Isti autori navode da sa starošću dolazi do povećanja nagiba tibijalnog platoa. Naša populacija ispitanika je mlađa prosečno 46 godina. Treći razlog mogu biti razlike između dve populacije, kineske i evropske.

Različite studije dobijale su različite podatke o povezanosti zadnjeg tibijalnog nagiba sa povređivanjem LCA.^{18,28,30,35,45,46,60,72,83,104} Naša studija je pokazala da se, kako u ispitanicima, tako u kontrolnoj grupi zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu visoko statistički značajno razlikuju ($p < 0.001$) i da se ne bi trebalo vršiti poređenje njihovih aritmetičkih sredina. Detaljnije, zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu je veći od nagiba na unutrašnjem u ispitanicima, dok je u kontrolnoj zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu manji od nagiba na unutrašnjem. Uzimanjem aritmetičkih sredina (prosečan zadnji tibijalni nagib) ove

razlike se poništavaju pa se dobijaju različiti podaci o njihovoj povezanosti sa LCA povređivanjem. Polne pogrupe opisuju sličnu statističku značajnost.

Ovu hipotezu potvrđuje povećanje statističke značajnosti ako se upoređuju razlike između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu ispitivane i kontrolne grupe ($p < 0.01$; $p = 0.000$). Navedena razlika između ispitivane i kontrolne grupe potvrđena je i unutar polnih podgrupa (muškarci: $p < 0.01$; žene: $p < 0.05$). Veće vrednosti razlike između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu (pozitivne) su dobijene kod ispitivane grupe odnosno njenih podgrupa.

Na osnovu gore dobijenih podataka možemo reći da veći zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu i veća (pozitivna) razlika između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu mogu da dovedu do povređivanja LCA.

1.3. Morfometrijske osobine LCA i njenih pripoja

1.3.1. Dužina prednje ukrštene veze

Hollis i sar⁶¹ u svojoj studiji vršenoj na 10 kadaverskih kolena navode dužinu LCA u punoj ekstenziji za prednjeunutrašnji i zadnjepoljašnji deo 34.0 mm odnosno 22.5 mm respektivno.

U ovoj studiji posmatrali smo tri dužine LCA: dužinu prednjeunutrašnje ivice, dužinu zadnjepoljašnje ivice i središnju dužinu kao aritmetičku sredinu prethodna dva. Pacijenti sa rupturom LCA imaju visoko statistički značajno dužu zadnjepoljašnju ivicu LCA od pacijenata kontrolne grupe (27.5:25.3 mm; $p < 0.01$). Značajnost ove razlike se zadržava se i u polnim podgrupama ($p < 0.05$). Ove dimenzije se podudaraju sa vrednostima naše prehodne studije kada je odnos između ispitivane i kontrolne grupe bio 27.8:23.6 mm.

Dužina središnjeg dela LCA ispitivane grupe veća je nego kod kontrolne ($p < 0.05$; 35.6:34.0 mm). Ova razlika se gubi u muškoj ($p > 0.05$) ali ne i ženskoj podgrupi ($p < 0.05$; 34.4:30.4 mm). Dužina prednjeunutrašnje ivice pacijenata ispitivane grupe ne razlikuje se bitno od od navedene dužine pacijenata kontrolne grupe ($p > 0.05$; 43.5:42.5 mm). Sličan odnos je i unutar muške podgrupe ($p > 0.05$) dok pacijentkinje sa rupturom LCA poseduju dužu prednjeunutrašnju ivicu LCA nego pacijentkinje bez

rupture ($p < 0.05$; 41.8:37.9 mm). T-testom za dva nezavisna uzorka utvrdili smo da muškarci poseduju veće dužine LCA nego žene.

Bradley i sar¹⁶ su na četiri kadavera bez patoloških promena na zglobu kolena izmerili dužinu LCA od 32 mm, što je za oko 2 mm manje od naše kontrolne grupe (takođe kolena bez patoloških promena). Drugi autori navode takođe slične dimenzije (Kennedy i sar⁸¹ 39 mm; Girgis i sar⁴⁷ 38 mm; Trent i sar¹⁷² 32 mm; Norwood i Cross¹²¹ 31 mm; Odensten i Gillquist¹²³ 31 mm). Ove vrednosti podržavaju vrednosti naše studije.

Na osnovu podataka ove studije možemo reći da je povećana dužina zadnjepoljašnje ivice LCA faktor rizika za povređivanje kako u muškoj tako i u ženskoj populaciji, dok se dužina prednjeunutrašnje ivice pokazala značajnom samo u ženskoj populaciji.

1.3.2. Debljina prednje ukrštene veze

Rezultati ove studije govore u prilog tome da sagitalna širina LCA nema uticaj na povređivanje LCA kako u mešovitoj populaciji, tako i u polnim podgrupama ($p > 0.05$). Ovi podaci se ne podudaraju sa zaključcima izvedenim na osnovu 33 uparena para naše prethodne studije¹⁵⁷ kada smo utvrdili da muškarci sa rupturom LCA poseduju tanju LCA od ispitanika bez rupture. U suštine, vrednosti sagitalne širine se ne razlikuju bitno (oko 0.5 mm) ali je to bilo dovoljna da statistički test ne pokaže značajnost. Naime, Sagitalna širina LCA mešovite populacije, ispitivane i kontrolne grupe naše studije iznosi 11.6 i 11.3 mm, dok je naša prethodna studija beležila vrednosti od 11.0 i 12.1 mm za na vedeni parametar. Za razliku od naše prethodne studije kada nismo našli razliku u sagitalnoj širini između polova ($p > 0.05$), ovaj put rezultati ukazuju da muškarci imaju širu LCA ($p < 0.01$; 12.0:10.2 mm).

Dienst i sar³⁸ su upoređivali poprečni presek LCA kod 20 ispitanika bez povrede ligamenata kolena i ustanovili da žene imaju tanju LCA i da je to jedan od uzroka veće učestalosti rupture u ženskoj populaciji. Anderson i sar³ su merili debljinu na sagitalnim MR snimcima i dobili značajno manje vrednosti kod žena (7.6 mm) nego kod muškaraca (8.7 mm).

Nije utvrđena povezanost sagitalne širine LCA i širine međukondilarne jame kod pacijenata ispitivane ili kontrolne grupe ($p > 0.05$, u oba slučaja). Muneta i sar¹¹² u

svojoj kadaverskoj studiji (uz pomoć kalipera i tehnike kalupa) nisu dobili značajnu povezanost između širine međukondilarne jame i različitih mera LCA izuzev dužine tibijalnog pripoja. Takođe, nije utvrđena povezanost visine međukondilarne jame i sagitalne širine kod pacijenata sa rupturom LCA ($p>0.05$), ali je utvrđena povezanost kod pacijenata sa intaktnom LCA ($p<0.01$) i potvrđena unutar polnih podgrupa. Ove podatke potvrđuje studija izvedena od Dienst i sar³⁸ na 20 dobrovoljaca bez patoloških promena na kolenima. Oni su utvrdili da postoji visoko statistički značajna korelacija između poprečnog preseka LCA i ulaza u međukondilarnu jamu, odnosno izlaza iz međukondilarne jame. Takođe, „normalna“ kolena su analizirali Davis i sar³² putem MR snimaka i utvrdili da postoji signifikantna povezanost između širine LCA i širine međukondilarne jame. Stäubli i sar¹⁶³ su pomoću kosih frontalnih MR snimaka dobili signifikantnu pozitivnu korelaciju između širine LCA i širine međukondilarne jame. I ova studija je vršena na kolenima sa intaktnom LCA.

Sagitalna širina ne deluje kao faktor rizika za povređivanje prednje ukrštene veze, ali nepostojanje korelacije sa visinom međukondilarne jame može uticati na povređivanje LCA.

1.3.3. Udaljenost centra pripoja LCA od prednje i zadnje ivice gornje golenjače

Podaci naše studije govore u prilog tome da udaljenost centra tibijalnog pripoja od prednje ivice može biti jedan od faktora koji mogu dovesti do rupture LCA. Ova udaljenost kod ispitivane grupe iznosi 25 mm a kod kontrolne 26 mm. Udaljenost od zadnje ivice golenjače kao i procentualni odnos ove dve dimenzije nisu se pokazale kao jedan od faktora rizika.

Zbog manjeg broja ispitanika i veće standardne devijacije, statistička značajnost nije potvrđena unutar polnih podgrupa (muškarci: 25.5:26.4 mm; žene: 23.7:25.2 mm), tako da bi naredne studije sa većim brojem ispitanika trebale da provere gore navedenu hipotezu o uticaju udaljenosti centra pripoja LCA od prednje ivice golenjače.

Zbog konstitucionalnih razlika između muškaraca i žena, pre svega, utvrđena je veća udaljenost centra pripoja LCA od prednje ($p<0.01$) ali i od zadnje ($p<0.05$) ivice

kod muškaraca za razliku od žena. Međutim, ako se ove vrednosti svedu relativizuju u procenete, statistička značajnost se gubi ($p>0.05$).

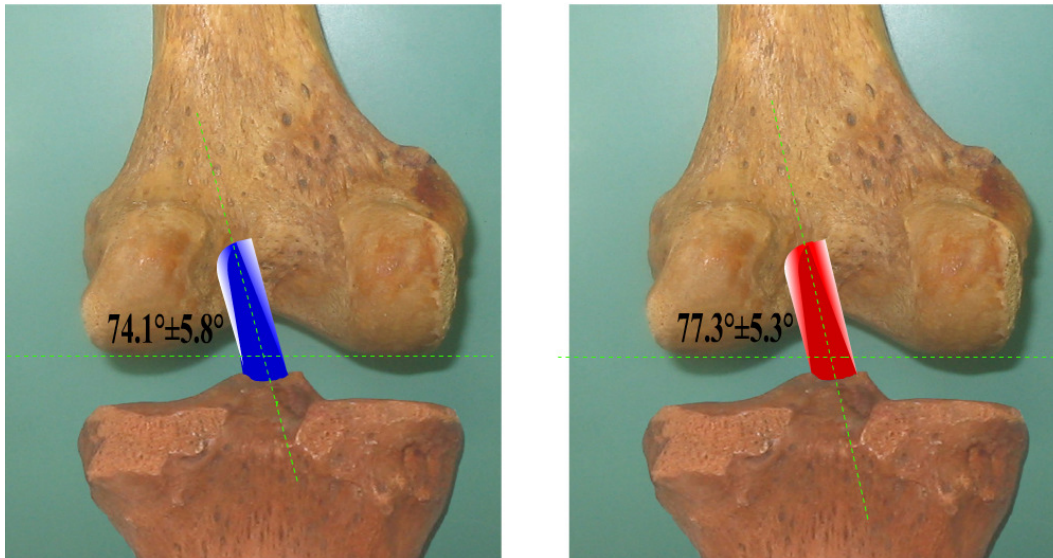
1.4. Položaj prednje ukrštene veze u frontalnoj i sagitalnoj ravni i odnos LCA sa koštanim elementima

1.4.1. Položaj LCA u frontalnoj ravni

Postavljanje grafta u frontalnoj ravni prependikularno u odnosu na tibijalnu ravan skopčano sa abnormalnom graft tenzijom, dok postavljanje grafta koso u frontalnoj ravni omogućuje normalnu tenziju unutar grafta.⁶⁴ U istoj studiji autori su pokazali da se ugao njihovog tibijalnog tunela u frontalnoj ravni od 75° statistički značajno ne razlikuje od ugla native LCA koji iznosi 76° .

U kasnijoj studiji Howell i sar⁶⁵ nalazi da je postavljanje tibijalnog tunela u frontalnoj ravni pod uglom od 75° ili više skopčano sa većim gubitkom fleksije i većom prednjom tibijalnom translacijom (anterior laxity) i prema tome preporučuje položaj tibijalnog tunela u frontalnoj ravni od 65° do 70° . Takođe, Scopp i sar¹⁴² mereći unutrašnju tibijalnu rotaciju pacijenata sa standardno i koso postavljenim femoralnim tunelom utvrdili su da pacijenti sa koso postavljenim tunelom imaju vrednosti slične intaktnim kolenima i da su te vrednosti značajno manje od vrednosti unutrašnje tibijalne rotacije pacijenata sa standardno postavljenim tunelom.

Prema rezultatima naše studije položaj LCA u frontalnoj ravni kod muških pacijenata sa intaktnom LCA je 74.1° , a položaj od 77.3° odgovara muškoj ispitivanoj grupi, odnosno ispitanicima sa rupturom LCA (Slika br. 34.). Ova razlika je statistički značajna ($p<0.05$), dok unutar ženske podgrupe nisu utvrđena statistički značajna razlika ($p>0.05$). Veće vrednosti ugla LCA u frontalnoj ravni ispitivane grupe navode na zaključak da bi suviše proksimalno – duboko postavljanje grafta moglo da dovede graft u položaj rupturisanog ligamenta a samim tim i do većeg rizika do rupture grafta. Unutar obe grupe položaj LCA u frontalnoj ravni nije se razlikovao između muškaraca i žena ($p>0.05$).



Slika br. 34. Položaj LCA u frontalnoj ravni kod pacijenata kontrolne i ispitivane muške podgrupe.

Naša prethodna studija na uparenim pacijentima¹⁵⁹ dovela je do istog zaključka (muškarci: $p < 0.05$; žene: $p > 0.05$), samo što su vrednosti ugla LCA u frontalnoj ravni bile nešto manje ($75.2^\circ : 70.3^\circ$). Ovu razliku možemo pripisati različitim populacijama (Srpska i Germanska) na kojima je izvedena studija kao i razlikama između dva uzorka.

Slične vrednosti ugla LCA u frontalnoj ravni dobili su Steckel i sar¹⁶⁴ Oni su posmatrali prednjeunutrašnji i zadnjepoljašnji deo LCA i dobili vrednosti od 73.8° i 71.1° respektivno. Ovi rezultati se podudaraju sa podacima naše kontrolne grupe.

Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni nije se pokazao značajnim za povređivanje LCA izuzev u ženskoj podgrupi ($p < 0.05$), što se poklapa sa rezultatima naše prethodne studije.¹⁵⁹ Doduše, izvesne razlike postoje jer su vrednosti ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni sadašnje studije veći za oko 7° , ali je zaključak isti. Takođe, ni sada nismo našli značajnu razliku u vrednosti ovog ugla između muškaraca i žena ($p > 0.05$).

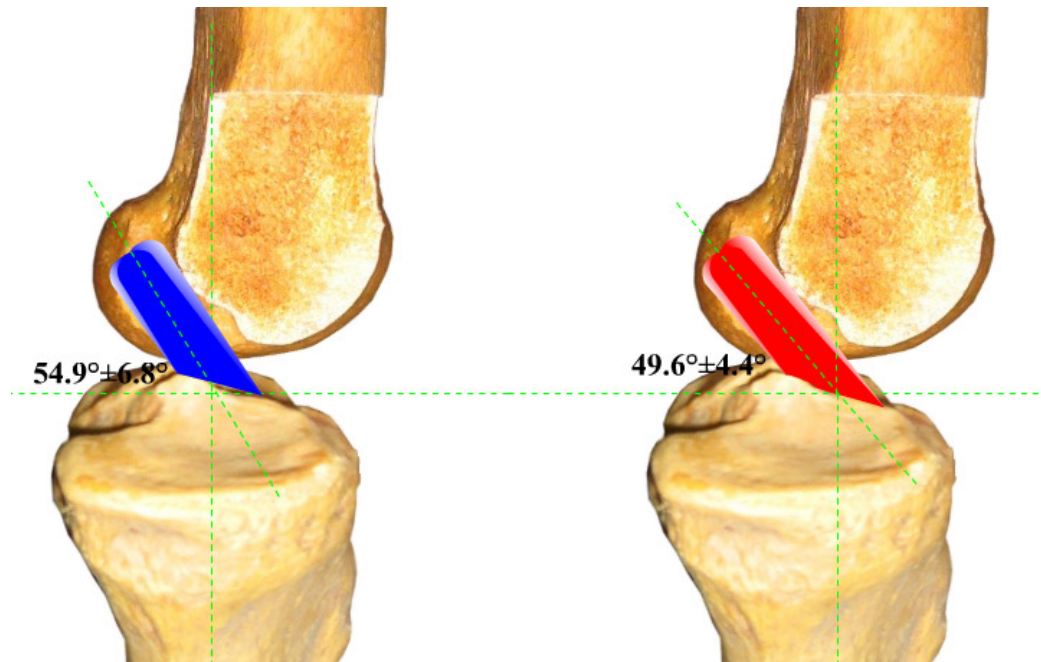
Iako su registrovane veće vrednosti ugla između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila unutar kontrolne nego unutar ispitivane grupe, kako u mešovitoj populaciji tako i u polnim podgrupama, nije utvrđena statistička značajnost ove razlike ($p > 0.05$). U prethodnoj studiji, izvedenoj na 33 mečovana para,¹⁵⁹ utvrđena je statistička

značajnost unutar mešovite populacije i polnih podgrupa ali smo sugerisali da se rezultati moraju uzeti sa malom dozom rezerve jer je standardna devijacija iznosila oko trećinu izmerene vrednosti i vrednosti dobijene indirektnim merenjem (ispitivana 32.9 °; kontrolna 40.6 °) prilično su se razlikovale od vrednosti dobijenih direktnim merenjem na kadaverima (26.7°). Sa stanovišta direktnog merenja na kadaverima, ova studija prikazuje verodostojnije podatke (ispitivana: 27.2°; kontrolna: 28.9°) koji ne prikazuju razliku između ispitivane i kontrolne grupe. Rezultati ove studije nisu pokazali značajnu razliku u vrednosti ugla između LCA i unutrašnje strane spoljašnjeg kondila između muškaraca i žena.

Ugao LCA u frontalnoj ravni pokazao se kao značajan faktor za povređivanje LCA u muškoj populaciji a ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni pokazao se kao značajan u ženskoj populaciji.

1.4.2. Položaj LCA u sagitalnoj ravni

Ugao LCA u sagitalnoj ravni statistički značajno je manji ($p < 0.05$) u ispitivanoj (48.9°) nego u kontrolnoj grupi (52.6°). Pri tome, ženska ispitivana grupa ima viskoko statistički značajno manje vrednosti ($p < 0.01$) navedenog ugla (49.6°) nego kontrolna (54.9°) (Slika br. 35.), dok je kod muškaraca utvrđena „samo“ statistička značajnost (48.6°:51.6°; $p < 0.05$). Ovi rezultati u potpunosti se poklapaju sa našom prethodnom studijom izvedenoj na 33 uparena ispitanika, sa izuzetkom statističke značajnosti u muškoj podgrupi.¹⁵⁹ U citiranoj studiji ženska ispitivana grupa je imala postavljenu LCA u sagitalnoj ravni pod uglom od 47.7° a kontrolna pod uglom 50.8°. Muška ispitivana grupa je posedovala ugao LCA od 48.1° a kontrolna 50.2°.



Slika br. 35. Položaj LCA u sagitalnoj ravni kod kontrolne i ispitivane ženske podgrupe.

Pravac LCA u sagitalnoj ravni pokazuje pozitivnu korelaciju sa uglom krova međukondilarne jame, ali samo u muškoj kontroln grupi ($p < 0.01$), dok u ostalim grupama nije utvrđena ova korelacija ($p > 0.05$). Ovaj podatak može da govori u prilog tome da su položaj LCA u sagitalnoj ravni i ugao krova međukondilarne jame povoljniji kod muškaraca koji imaju intaktnu vezu i da su pripadnice ženskog pola podložnije povredi jer kod njih ne postoji ovakva korelacija .

Kao i kod ugla LCA u frontalnoj ravni, ni ovde nije nađena značajna razlika između polnih podgrupa ($p > 0.05$).

Nešto manji ugao LCA u sagitalnoj ravni dobili su u studiji na 6 kadaverskih kolena Steckel i sar,¹⁶⁴ odnosno 47.9° za prednjeunutrašnji deo i 42.9° za zadnjepoljašnji. Zavras i sar¹⁷⁸ u svojoj studiji o uticaju femoralnog mesta pripoja na rekonstrukciju LCA pokazali su da male promene u poziciji femoralnog pripoja grafta mnogo utiču na anteroposteriornu translaciju i na tenziju grafta. Izometrična tačka koju oni preporučuju kao mesto femoralne insercije grafta ne odgovara centru kompletnog femoralnog pripoja LCA već samo anteromedijalnog dela LCA. Podaci naše studije delimično govore u prilog preporučenoj izometričnoj tački. Ugao LCA u sagitalnoj

ravni naše kontrolne grupe je za oko 5° veći od ispitivane grupe. Povećanjem ugla transplantata u sagitalnoj ravni za 5° u odnosu na rupturiranu LCA, mesto insercije premešta se sa centra femoralnog pripoja LCA prema mestu pripoja anteromedijalnog dela LCA.

Morgan i sar¹⁰⁷ proučavanjem orijentira korisnih u postavljanju tibijalnog tunela prilikom LCA rekonstrukcije daje podatke o uglu LCA kao i tibijalnog tunela u sagitalnoj ravni od 68°. Pri tome pravac pružanja tibijalnog tunela paralelan je krovu međukondilarne jame kada je koleno u potpunoj ekstenziji.

Howell i sar⁶⁴ u svojoj studiji o tenziji grafta i pravcu postavljanja tibijalnog i femoralnog tunela navodi da se položaj njihovog tibijalnog tunela u sagitalnoj ravni ne razlikuje od položaja nativne LCA i da iznosi oko 75°. Podaci iz moje studije ne podržavaju ove podatke pre svega zbog različitog načina merenja. Naime, navedeni autori su merili ugao između pravca pružanja LCA i zglobne površine tibijalnog platoa, dok smo se mi bazirali na proksimalnoj tibijalnoj anatomskej osovinu, odnosno liniji okomitij na ovu osovinu.

Veći ugao prednjeg tibijalnog nagiba poseduju pacijenti sa rupturom LCA nego pacijenti sa intaktnom vezom (13.0°:10.7°). Ova razlika se održava statistički značajnom unutar muške podgrupe (p=0.043) ali ne i unutar ženske (p=0.062). Ovakav rezultat se poklapa sa našom prethodnom studijom,¹⁵⁹ s tim što su ovaj put vrednosti tibijalnog nagiba veće za oko 3° i podudaraju se sa vrednostima dobijenim direktnim merenjem na kadaverima (11.5°).

Pacijenti kontrolne grupe beleže visoko statistički značajno veći ugao tibijalne insercije (p<0.01) nego pacijenti ispitivane grupe (36.1°:41.9°). Ova razlika ostaje visoko statistički značajna i unutar polnih podgrupa (p<0.01). Naša prethodna studija¹⁵⁹ koja je pratila navedeni parametar identičnom metodologijom na drugom uzorku ispitanika imala je identičan zaključak sa vrednostima ugla tibijalne insercije od 42.9° za kontrolnu i 38.7° za ispitivanu grupu. Za ugao tibijalne insercije, koji je u dve različite studije minimalno varirao, možemo reći da se pokazao kao jedan od parametara čija manja vrednost može dovesti do rupture LCA. U prilog tome govore i vrednosti ovog ugla od 38.9° dobijene direktnim merenjem na 50 kadaverskih kolena.¹⁵⁹

Ugao LCA u sagitalnoj ravni i prednji tibijalni nagib, kao i ugao tibijalne insercije u sagitalnoj ravni nisu pokazali značajnu razliku između muškog i ženskog pola ($p > 0.05$).

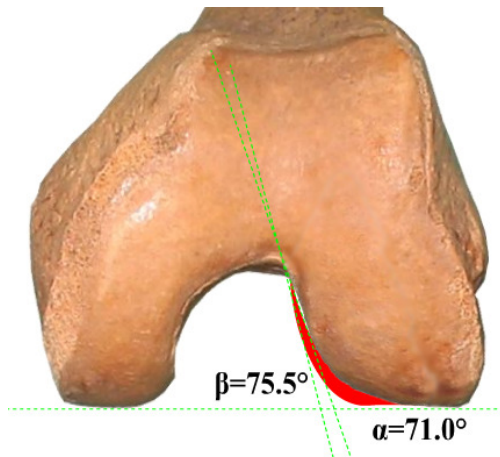
Povećanje prednjeg tibijalnog nagiba, kao i smanjenje ugla između prednjeg tibijalnog nagiba i LCA u sagitalnoj ravni deluje kao faktor rizika za povređivanje LCA kako kod muškaraca tako i kod žena. Povećan ugao LCA u frontalnoj ravni predstavlja faktor rizika kod muškaraca, dok kod žena ulogu rizikofaktora preuzima smanjen ugao u sagitalnoj ravni.

1.4.3. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u horizontalnoj ravni

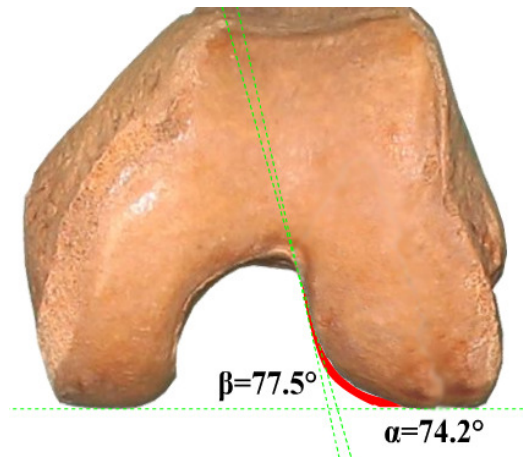
Unutar muške populacije ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni značajno je manji od identičnog ugla ispitivane grupe ($p < 0.01$; $71.0^\circ:75.5^\circ$; Slika br. 36.), što ne možemo reći za žensku podgrupu ($p > 0.05$; $74.2^\circ:77.5^\circ$, Slika br. 37.). Kao i kod navedenog ugla u frontalnoj ravni, i ovaj put smo dobili nešto veće vrednosti nego u prethodnoj studiji (muška kontrolna: 64.1° ; muška ispitivana: 71.9°). Navedenu razliku možemo pripisati samo razlici među uzorcima.

Pored podatka da kontrolna grupa poseduje visoko statistički značajno ($p < 0.01$) manji ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u horizontalnoj ravni, kao protektivni faktor kontrolne grupe može se smatrati smanjenje ugla unutrašnje strane spoljašnjeg kondila od napred put nazad, odnosno prelaskom zgloba kolena iz ektenzije u fleksiju. Da je ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni veći od ugla u horizontalnoj, potvrđeno je u muškoj ($p < 0.01$) ali ne i u ženskoj kontrolnoj podgrupi ($p > 0.05$). Takođe, ovakvo smanjenje ne postoji u ispitivanoj grupi.

Slična značajnost je dobijena testiranjem razlika između ova dva ugla. Pri tome, negativna razlika govorila je u prilog povređivanju LCA. I ovde je potvrđena razlika između ispitivane i kontrolne grupe unutar mešovite populacije kao i unutar muške podgrupe ($p < 0.01$).



Slika br. 36. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila kontrolne (α) i ispitivane (β) muške podgrupe u horizontalnoj ravni.



Slika br. 37. Ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila kontrolne (α) i ispitivane (β) ženske podgrupe u horizontalnoj ravni.

Stäubli i sar¹⁶³ u svojoj studiji na 25 ženskih i 26 muških kolena sa intaktnim LCA merili su dijametar međukondilarne jame u kosoj frontalnoj ravni, paralelno orijentisanoj na krov jame. Pri tome su dobili da je dijametar jame veći na izlazu (notch outlet) nego na ulazu (notch inlet). Ako uzmemo u obzir da dijametar izlaza međukondilarne jame utiče na ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni a da dijametar ulaza određuje isti ugao ali u frontalnoj ravni možemo reći da naši rezultati podržavaju navedenu studiju. Prema podacima obe grupe ne postoji značajna razlika između muškaraca i žena kako za ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni tako i za razlike između navedenog ugla u frontalnoj i horizontalnoj ravni ($p > 0.05$).

Veći ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila butne kosti u horizontalnoj ravni predstavlja faktor rizika za muškarce. Faktor rizika za povređivanje LCA kod muškaraca predstavlja i smanjena razlika između uglova u frontalnoj i horizontalnoj ravni.

1.5. Frontalna angulacija zgloba kolena i Q-ugao

Frontalnu angulaciju smo merili na dva načina direktno, na zglobo kolena i indirektno, na radiografskim snimcima. Direktno merenje je donelo značajno veće vrednosti ($p < 0.01$; $6.0^\circ:4.2^\circ$) koje su korelirale sa indirektnim merenjem ($p < 0.01$).

Frontalna angulacija zgloba kolena pacijenata sa rupturom LCA beležila je nešto niže vrednosti nego kod pacijenata sa intaktnom vezom u slučaju indirektnog merenja. Navedena razlika nije bila statistički značajna ni unutar mešovite populacije niti unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$). Vrednosti frontalne angulacije zgloba kolena dobijene direktnim merenjem pokazivale su minimalnu razliku između kontrolne i ispitivane grupe.

Iako su žene beležile veći ugao frontalne angulacije zgloba kolena ova razlika nije bila statistički značajna izuzev za kontrolnu grupu kada se radilo o direktnom načinu merenja ($p < 0.05$). Ugao četvoroglavog mišića beleži slične vrednosti unutar obe praćene grupe (ispitivana: 16.5° ; kontrolna: 16.7° ; $p > 0.05$). Ženski ispitanici beleže statistički značajno veće vrednosti Q-ugla od muških ispitanika ($p < 0.01$; $19.0^\circ:15.6^\circ$).

2. Socioepidemiološki podaci i spoljašnji faktori rizika

2.1. Telesna visina i masa ispitanika

Naša studija na 41 uparenom ispitaniku nije utvrdila postojanje razlike između pacijenata sa i bez rupture LCA kada su u pitanju telesna visina, masa ili indeks telesne težine ($p > 0.05$; u sva tri slučaja). Takođe razlika nije utvrđena ni unutar polnih podgrupa ($p > 0.05$). Utvrđeno je da muškarci imaju visoko statistički značajno veći indeks telesne težine nego žene ($p < 0.01$). Slične rezultate dobili su Uhorchak i sar¹⁷³ u svojoj studiji na 859 kadeta. Njihova studija nije utvrdila postojanje statistički značajnu razliku po pitanju telesne visine i mase unutar muške i ženske podgrupe, kao ni po pitanju BMI unutar muške podgrupe ($p > 0.05$). Za razliku od naše studije oni su dobili visoko statistički značajno veći indeks telesne mase kod ispitanica sa rupturom LCA za razliku od kontrola ($p < 0.01$; $p = 0.008$).

2.2. Profesionalno bavljenje sportom

Pojedini autori ističu profesionalnost i veći broj treninga kao faktore rizika za povređivanje LCA.¹³³ Unutar naše studije uparivanje ispitanika je vršeno po osnovu profesionaliteta, tako da taj faktor nije ispitan. Uparili smo nešto više rekreativaca (68.3%) nego profesionalaca (31.7%). Sa druge strane nismo pronašli razliku u broju treninga ispitivane i kontrolne grupe ($p>0.05$) tako da podaci naše studije ne mogu podržati stavku da veći broj treninga dovodi do rupture LCA.

2.3. Ranije povrede i porodična predispozicija

Posmatrane grupe pacijenata ispitivane i kontrolne grupe ne razlikuju se međusobno po pitanju prethodnih povreda kolena ($p>0.05$). Takođe, nije utvrđena ni porodična predispozicija za povredu ispitanika kada se radi o rupturi LCA ili nekoj drugoj povredi kolena.

2.4. Vreme nastavka povrede kolena, položaj ekstremiteta pri povredi i nastavak treniranja

Prodromos i sar¹³² kao i Myklebust i sar¹¹⁷ navode da je učestalost povređivanja LCA veća tokom takmičenja nego tokom treninga. Ispitanici sa rupturom LCA nisu se razlikovali od ispitanika bez rupture LCA po pitanju vremena nastank povrede ($p>0.05$). Samim tim ne možemo tvrditi da su povrede LCA učestalije u takmičenjima tokom kojih postoji veća kompeticija ili takmičenje koje može usled veće želje za pobedom ili postizanjem boljih rezultata, da dovede ekstremitet u položaj koji je opasan po LCA.

Najučestaliji položaj pri povredi LCA je ekstenzija sa ili bez rotacije (spoljašnje ili unutrašnje). Tokom ekstenzije oba dela LCA, prednjeunutrašnji i zadnjepoljašnji, su zategnuti i samim tim apsorbuju veliku silu koja može da dovede do njihovog pucanja. Ujedno, ekstenzija je položaj u kome, zbog zakona poluge, ekstenzori ispoljavaju svoje najjače dejstvo, a fleksori najslabije. Treći razlog je taj što se prilikom ekstenzije kolena težište tela udaljava od podloge a samim tim telo lakše gubi ravnotežu, beži u stranu i deluje kao dugačka poluga koja lako kida ligament.

Ruptura LCA po svojoj prirodi trenutno onesposobljava igrača za bilo kakvu vrstu sportske aktivnosti. U prilog tome govori podatak da je samo 7 % pacijenata sa rupturom nastavilo sa započetom aktivnošću, dok je to učinilo preko 40 % pacijenata bez rupture LCA.

2.5. Faktori spoljašnje sredine

U zavisnosti od vrste sporta različiti su bili i faktori spoljašnje sredine. Kako se najveći broj pacijenata bavi sportovima koji se igraju na parketu (košarka, odbojka, rukomet), tako je najzastupljenija obuća unutar obe grupe bila patike sa mekim đonom. Ovakva obuća omogućuje bolje prijanjanje ali samim tim i veće trenje o podlogu, što dovodi do stvaranja većeg momenta sile u zglobu kolena prilikom doskoka. Takođe, zastupljena obuća su bile i kopače (veliki broj ispitanika su fudbaleri), koje u zavisnosti od broja krampona i suvoće terena takođe obezbeđuju veliki nivo prijanjanja.

Podjednak broj pacijenata je zadobio povredu na parketu i travi, što ne favorizuje niti jednu podlogu kao značajnu za povređivanje LCA. Mi nismo utvrdili da neka od podloga više utiče na povređivanje LCA nego na neku drugu povredu kolena za razliku od Olsen i sar¹²⁶ koji su pronašli veći broj ruptura LCA na podlozi sa većim trenjem (beton) za razliku od drveih podloga (parket).

Takođe, ne možemo reći da nošenje stabilizatora zgloba „spašava“ LCA jer je podjednak broj pacijenata koji su imali stabilizator zgloba zadobio rupturu LCA i neku drugu povredu kolena. U studiji na profesionalnim skijašima Kocher i sar⁸⁴ su utvrdili veći broj povreda kod onih koji nisu imali stabilizatore zgloba. Sa druge strane McDevitt i sar¹⁰³ nisu pronašli veći broj povreda LCA u grupi bez zaštite kolena.

2.6. Zdravstveno stanje pacijnta i njihove socijalne navike

Ne sumnjajući u verodostojnost podataka dobijenih putem ankete, možemo reći da su naši ispitanici unutar obe grupe u potpunosti zdravi, sa izuzetkom problema sa zglobovom kolena. Ovakvu distribuciju uslovlila je metodologija rada čija ciljna gupa je bila populacija mladih, sportski aktivnih osoba. Nešto veći broj pacijenata sa rupturom

LCA uživa duvan nego što je to slučaj kod pacijenata sa drugim povredama kolena, ali nije utvrđena statistička značajnost razlike

Određenu dozu nepoverenja prema savremenoj medicini poseduje oko 18 % ispitanika obe grupe, koji su se pre medicinskog tretmana, podvrgli nekom tretmanu alternativne medicine. Zastupljenost unutar posmatranih podgupa je bila slična.

Vreme hirurške intervencije

Ispitivana i kontrolna grupa ne pokazuju razliku po pitanju vremena hirurške intervencije, iako nešto duže na intervenciju čekaju pacijenti bez rupture LCA (32:19 meseci). Priroda lečenja rupture LCA putem rekonstruktivne hirurģije i ligamentoplastike podrazumeva da mora proći određeni period od rupture (oko tri meseca) da bi se akutni zapaljenski proces nastao na mestu rupturisanog ligamenta smirio. Međutim, smatramo da je prosek od godinu i po dana isuviše dugačak period tokom kojeg sportisti nastavljaju da se bave sportskom aktivnošću sa insuficijentnim ligamentom. Slično je i kod pacijenata sa drugim povredama kolena čiji je period „čekanja“ na intervenciju još duži.

2.7. Faktori rizika koji se pojavljuju samo u ženskoj podgrupi

Obe praćene grupe ispitanica nisu sadržale ispitanice u menopauzi, tako da ovaj faktor rizika nije razmatran. Takođe, ni broj trudnoća ne možemo uzeti kao relevantan u ovom uzorku jer od 24 pacijentkinje samo 5 navodi jednu ili više trudnoća.

Podaci naše studije ne govore u prilog tome da dužina trajanja menstruacionog ciklusa može imati uticaj na rupturu LCA. Mi smo pokušali da pratimo uticaj folikularne i lutealne faze na rupturu LCA, ali nam je taj podatak ostao nedostupan jer se manje od 10 % ispitanica sećalo dana ciklusa za vreme povrede.

3. Neuromuskularni faktori rizika

3.1. Snaga pregibača i opružača u zglobu kolena

Podaci naše studije ne govore u prilog teoriji da je za rupturu LCA odgovorno „kvadriceps dominantno koleno“ po kojoj isuviše jak četvoroglavi mišić dovodi do prekomerne ekstenzije, zatezanja i pucanja LCA. Snaga ekstenzora kolena pacijenata sa rupturom nije se bitno razlikovala od snage ekstenzora kolena pacijenata sa intaktnom vezom kako u mešovitoj populaciji tako i u polnim podgrupama ($p > 0.05$). Unutar muške populacije pacijenti sa intaktnom LCA su imali veću snagu četvorolavog mišića, dok su pacijentkinje sa intaktnom vezom imale manju snagu od svojih mečovanih parova, ali ova razlika nije bila statistički značajna ($p > 0.05$). Drugi autori¹⁷³ takođe nisu pronašli statistički značajnu razliku u snazi četvoroglavog mišića unutar muške ili ženske podgrupe a pratili su snagu koncentričnih i ekscentričnih kontrakcija.

Sa druge strane, pravi krivac nije prekomerna snaga četvoroglavog mišića, već smanjena snaga pregibača u zglobu kolena. Obe polne grupe beleže statistički značajno manju snagu pregibača ($p < 0.05$) unutar ispitivane za razliku od kontrolne grupe. Samim tim četvoroglavi mišić deluje indirektno, zato što su slabiji antagonisti koji deluju na zglob kolena i dozvoljavaju mu prekomernu akciju, odnosno amplitudu pokreta. Ovde se naši rezultati razlikuju od rezultata koje su publikovali Uhorchak i sar.¹⁷³ Navedena studija nije utvrdila statistički značajnu razliku po pitanju koncentričnih i ekscentričnih kontrakcija pregibača u zglobu kolena unutar muške i ženske podgrupe ($p > 0.05$). Različite rezultate možemo objasniti različitim načinom merenja mišićne snage.

Na osnovu podataka naše studije možemo reći da snaga pregibača u zglobu kolena može da utiče na povređivanje LCA kako kod muškaraca taklo i kod žena, ali i da snaga opružača nema uticaj na povredu LCA.

3.2. Snaga primicača i odmicača natkolenice

Teoriju o kolapsnom mehanizmu povrede kolena razrađena u uvodnom delu po kojoj usled gubitka ravnoteže i pomeranja tela u stranu dolazi do valgizacije zgloba kolena uz prateću aktivaciju primicača podržavaju podaci naše studije. Upravo ovaj mehanizam je opisan kao jedan od najčešćih razloga povreda LCA kod žena. Snaga primicača pacijentkinja sa rupturom LCA visoko statistički značajno je veća ($p < 0.01$) od

snage primicača ispitanica sa intaktnom vezom. Ova statistička značajnost nije utvrđena unutar muške i mešovite populacije ($p > 0.05$).

Takođe, snaga odmicača pacijentkinja sa rupturom LCA veća je nego u kontrolnoj grupi ($p < 0.01$) što se ne može reći za mešovitu populaciju ili mušku podgrupu ($p > 0.05$).

Obe ženske podgrupe, ispitivana i kontrolna imaju veću snagu odmicača nego primicača, doduše, kod ispitivane grupe razlika je nešto veća u korist odmicača ali nije statistički značajna ($p > 0.05$). Sa druge strane, muškarci sa rupturom imaju veću snagu odmicača (kao i žene), dok muškarci sa intaktnom vezom imaju veću snagu primicača. Ova razlika je statistički značajna ($p < 0.05$).

Snage primicača i omicača natkolenice mogu da utiču na povređivanje LCA kod žena ali ne i kod muškaraca. Veća snaga odmicača za razliku od primicača može biti jedan od faktora koji dovode do rupture LCA ali samo unutar muške populacije.

3.3. Amplitude pokreta u zglobu kolena

Amplituda aktivnog i pasivnog opružanja i pregibanja zgloba kolena nije pokazala razliku između ispitivane i kontrolne grupe kako unutar mešovite populacije tako unutar i polnih podgrupa ($p > 0.05$; u svim slučajevima). Ne možemo reći da je veća amplituda pokreta u zglobu kolena faktor koji može da utiče na povredu LCA. Takođe, hiperekstenzija kolena preko 0° , poznata kao „genu recurvatum“ ne pojavljuje se češće unutar ispitivane grupe, tako da ne možemo reći da je postojanje „genu recurvatum“ faktor koji može da utiče na povredu zgloba kolena.

Muškarci poseduju manju amplitudu pokreta aktivnog pregibanja u zglobu kolena od žena ($p < 0.05$), ali amplituda pasivnog pregibanja kao i amplitude aktivnog i pasivnog opružanja ne pokazuju razliku po polu ($p > 0.05$).

Amplitude aktivnog i pasivnog pregibanja i opružanja zgloba kolena nisu faktor koji može da utiče na povredu LCA.

3.4. „Landing error score system“

LESS predstavlja klinički skrining test razvijen sa ciljem identifikacije jedinki sa povećanim rizikom od rupture LCA. Ovaj test se oslanja na biomehaniku

ekstremiteta koja je udružena sa doskokom na flektirano koleno. Čine ga 17 tačaka koje se odnose na položaj donjeg ekstremiteta i tela u trenutku inicijalnog kontakta sa podlogom, u trenutku maksimalne fleksije i na globalo kretanje tela u frontalnoj i sagitalnoj ravni tokom doskoka. Veći skor govori o lošem doskoku i većem riziku od povredu LCA a manji o dobrom doskoku i manjem riziku od povrede LCA.

Padua i sar¹³⁰ su koristili LESS kao meru uspešnosti preventivnog programa protiv povreda LCA kod fudbalera. Preventivni program se sastojao u 10-15 minutnom vežbanju pre svakog treninga (3-4 puta nedeljno) tokom 3 (kratkoročna grupa) odnosno 9 meseci (dugoročna grupa). Vrednosti LESS pre testa su iznosile 5.17 odnosno 5.70.

Sličnu studiju su radili DiStefano i sar³⁹ kojom su verifikovali program za prevenciju rupture LCA. LESS vrednosti pre programa kod njihovih ispitanika su iznosile 4.43 za muškarce i 5.75 za žene.

Smith i sar¹⁵⁵ u svojoj trogodišnjoj uparenoj kohortnoj studiji na 5047 srednjoškolaca i studenata nisu utvrdili statistički značajno veće vrednosti LESS unutar ispitivane (sa rupturon) za razliku od kontrolne (bez rupture) grupe (muškarci: 5.44:5.53; žene: 5.49:4.73). Padua i sar¹²⁹ navode da žene imaju visoko statistički značajno lošiji LESS. Testiranjem 2691 ispitanika utvrdili su da 30% muškaraca ima odličan LESS a 23% loš. Za razliku od njih, samo 14% žena ima odličan LESS a čak 36 % loš.

Naša studija beleži veće vrednosti LESS kod muškaraca ispitivane nego kod kontrolne grupe ($p < 0.01$; 7.3:5.7). Sa druge strane žene ispitivane grupe iako imaju lošiji skor ova razlika nije statistički značajna ($p > 0.05$; 7.9:6.9).

Primećujemo da su vrednosti LESS naše studije nešto veće od citiranih. Razlozi su višestruki. Ovde ćemo navesti bar dva. Prvi je što je većina citiranih studija rađena na profesionalcima, dok je naša studija rađena na amaterima (najvećim delom). Drugi razlog leži u samom testu. Naime prilikom bodovanja tačaka 16 i 17 LESS nismo uvek bili sigurni da li skok ispitanika oceniti sa „0“, „1“ ili „2“ (Prilog II). Generalno, smatramo da smo bili isuviše kritični kada se radi o mekoći skoka u sagitalnoj ravni i kretanju kolena u frontalnoj ravni.

Iz navedenih citata i rezultata naše studije možemo zaključiti da LESS može da koristi kao „alatka“ za procenu uspešnosti određenog atletskog programa koji bi trebao da smanji verovatnoću od rupture LCA i kao takav on daje značajne rezultate. Sa

druge strane ne možemo reći da LESS može da koristi kao pouzdana „alatka“ za izdvajanje jedinki koje bi zbog većeg skora trebale da budu predisponirane za rupturu LCA.

3.5. Promene ugla zgloba kolena u frontalnoj ravni prilikom doskoka

Jedan od zadataka ove studije je bio da prati promenu frontalne angulacije zgloba kolena prilikom skoka u daljinu i visinu. Tokom skoka koji je kontinuiran proces, zglob kolena trpi manju ili veću promenu frontalne angulacije. Ove promene se dešavaju u određenim trenutcima pod dejstvom težine tela, impulsa koji nastaje prilikom udara tela o podlogu a u sadejstvu sa proprioreceptorima koji obaveštavaju centralni nervni sistem o promeni angulacije zgloba kolena. Ovim silama se suprotstavljaju pojedine mišićne grupe koje se aktiviraju refleksno, u zavisnosti od informacija koje potiču iz proprioreceptora zglobova, receptora u mišićnim vretenima i receptora sistema za ravnotežu. Teorijski posmatrano, što je efikasniji mehanizam reakcije mišićnih grupa na informacije receptora, to će sile koje deluju na deformaciju zgloba kolena lakše biti kontrolisane i neće doći do opterećenja ligamenata već će silu apsorbovati mišići. Mi smo za oba skoka, u daljinu i u visinu, pratili frontalnu angulaciju zgloba kolena u frontalnoj ravni na tri kritična momenta (priprema za skok u trenutku pred početak odraza - „start“, trenutak pre dodirivanja tla – „skok“ i trenutak maksimalnog opterećenja zgloba – „doskok“), zatim promenu frontalne angulacije između položaja „start“ i „skok“, odnosno „skok“ i „doskok“ („odraz“ i „ublažavanje“) i „poravnanje“ zgloba kolena sa prvim metatarzofalangealnim zglobom u trenutku „doskok“. Od ukupno 12 praćenih parametara samo se jedan pokazao značajnim za povređivanje LCA u obe polne grupe, dok su se još tri parametra pokazali značajnim za povređivanje ali samo u muškoj ili ženskoj grupi. Napominjemo da vrednost frontalne angulacije zgloba kolena pri skoku i doskoku zavisi od valgus-varus položaja zgloba kolena i unutrašnje ili spoljašnje rotacije potkolenice i natkolenice, kao i od privođnja ili odvođenja natkolenice.

Tokom pripreme za skok u daljinu (položaj „start“), pre početka odraza, žene sa rupturom LCA postavljaju zglob kolena u u položaj manje valgizacije za razliku od

njihovih kontrola ($p < 0.05$). Ovde napominjemo da na ovaj položaj delimično utiče i anatomska valgizacija u mirovanju koja je veća u kontrolnoj grupi (Tabela br. 45.), ali ova razlika nije statistički značajna. Možemo smatrati da se valgizacija povećava prilikom opterećenja zgloba u kontrolnoj ali ne i u ispitivanoj grupi gde se smanjuje. Unutar muške populacije uočava se smanjenje valgizacije prilikom pripreme za skok za razliku od neopterećenog zgloba ali samo u kontrolnoj grupi. Međutim ova razlika je skoro na granici statističke značajnosti ($p = 0.078$).

Tokom pripreme za skok u visinu granična statistička značajnost unutar muške populacije postaje statistički značajna. Naime, u položaju „start 2“ muškarci beleže statistički značajno veći stepen valgizacije u ispitivanoj nego u kontrolnoj grupi ($p < 0.05$), što nije slučaj u ženskoj podgrupi ($p < 0.05$). Posmatrajući izolovano položaje pripreme za skok u daljinu i visinu, možemo dodati da se ispitivana i kontrolna muška podgrupa ponašaju slično u oba položaja (ispitivana ima veći valgus) dok unutar ženske grupe ovakav odnos postoji tokom pripreme za skok u visinu, a suprotan je tokom pripreme za skok u daljinu.

Frontalna angulacija zgloba kolena neposredno pre dodirivanja tla tokom skoka u visinu beleži veći valgus unutar muške ispitivane grupe za razliku od kontrolne ($p < 0.01$). Kao za položaj „start“ unutar ženske populacije, za položaj „skok 2“ ponovo imamo veći valgus u ženskoj kontrolnoj grupi nego u ispitivanoj ($p < 0.05$). Kada muškarci prave odraz za skok u visinu njihov zglob kolena prati promena ugla na račun valgusa (oko 2°). Tokom istog odraza, žensku kontrolnu grupu prati minimalna promena frontalne angulacije na račun varusa (oko 2°). Međutim ženska ispitivana grupa beleži veću promenu na račun varus položaja (8.4°), koja je u poređenju sa kontrolnom grupom visoko statistički značajna ($p < 0.01$). Ovde se postavlja pitanje šta je starije? Da li je ovakvo ponašanje zgloba kolena dovelo do rupture LCA unutar ženske populacije, ili LCA kod žena ima ulogu stabilizatora frontalne angulacije, pa je usleg njenog kidanja došlo da smanjenja kontrole? Mi smatramo da ova dva pitanja imaju zajednički odgovor, a to je snaga mišića, konkretno u ovom slučaju snaga primicača. Adekvatna snaga primicača trebala bi zglob kolena da održava stabilnim tokom skoka i da ne dozvoli preterano opterećenje ligamenta. Slabost ovih mišića može dovesti do preteranog opterećenja LCA a potom i kidanja, a takođe usled slabosti tih istih mišića,

nakon rupture LCA koleno gubi kontrolu i pojavljuje se veća promena ugla tokom skoka nego u kontrolnoj grupi.

Tokom skoka u daljinu frontalna angulacija kolena unutar ženke populacije registruje statistički značajno veći valgus za položaje „start“, „skok“ i „doskok“ kao i veću valgizaciju tokom perioda „ublažavanje“. U položaju „doskok“ koleno muškaraca se nalazi za oko 1.3° spolja od prvog metatazofalangealnog zgloba dok je koleno žena 1.3° unutra ($p < 0.01$). Slično ponašanje kolena beleži se i tokom skoka u visinu, sa izuzetkom značajnosti za „skok 2“ i pojavom značajnosti tokom perioda „odraz 2“. Opet su valgus, valgizacija i unutrašnji položaj kolena na strani ženske populacije. Ne možemo da tvrdimo da navedeni valgus potiče od većeg valgus položaja zgloba kolena kod žena, jer je on dokazan samo u kontrolnoj grupi kada se radilo o direktnom merenju, već smatramo da do veće valgizacije kolena kod žena dovodi smanjena snaga mišića koji stabilizuju zglob.

Podatke naše studije podržavaju podaci prezentovani od strane Delahunt i sar³⁶ koji u svojoj studiji izvedenoj na 28 žena (14 sa rupturom i 14 bez rupture) navode ugao zgloba kolena u frontalnoj ravni pri skoku sa kutije visine 35 cm od 3° za rupturisanu i 8.9° za intaktnu LCA. Ovakav odnos uglova dobili smo tokom pripreme za skok u daljinu ($2^\circ:7^\circ$), pri dodiru tla tokom skoka u daljinu ($2^\circ:4^\circ$), pri dodiru tla tokom skoka u visinu ($0^\circ:4^\circ$) i u položaju doskok pri skoku u visinu ($7^\circ:8^\circ$).

Frontalna angulacija zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla prilikom skoka u vis može da utiče na povredu LCA. Frontalna angulacija zgloba kolena u trenutku pripreme za skok u visinu može da utiče na povredu LCA ali samo kod muškaraca, dok frontalna angulacija zgloba kolena u trenutku pripreme za skok u daljinu i promena frontalne angulacije tokom perioda od pripreme za skok do odirivanja tla tokom skoka u visinu mogu da budu faktori rizika unutar ženske populacije.

3.6. Promene ugla zgloba kolena u sagitalnoj ravni prilikom doskoka

Prilikom doskoka zglob kolena vrši manji ili veći stepen fleksije. Veći stepen fleksije omogućava „mekši“ skok, sa više amortizacije, mišići preuzimaju veći deo tereta a ligamenti ostaju manje opterećeni. Položaj polufleksije ne dovodi do zatezanja

LCA već su i drugi ligamenti kolena relativno labaviji. Međutim položaj polufleksije ne odgovara četvoroglavom mišiću, jer što je fleksija veća to je veća poluga koju četvoroglavi mišić mora da savlada da vrati koleno u neutralni položaj (ekstenzija). Manji stepen fleksije dovodi to veće prednje tibijalne translacije i većeg zatezanja LCA pa je samim tim ligament izložen jačem delovanju sile koja može da ga prekine. Takođe, prilikom ekstenzije težište tela se udaljava od tačke oslonca tako da telo lakše gubi ravnotežu. Pomeranje tela upolje dovodi do prebacivanja težine tela na jedan ekstremitet, valgizaciju tog ekstremiteta i u slučaju veće sile – do pucanja LCA ili nekog drugog ligamenta kolena (obično LCM). Tokom skoka u daljinu i visinu pratili smo sagitalnu angulaciju zgloba kolena na tri kritična momenta (trenutak pripreme za skok u trenutku pred početak odraza - „start“, trenutak pre dodirivanja tla – „skok“ i trenutak maksimalnog opterećenja zgloba – „doskok“), zatim promenu sagitalne angulacije između položaja „start“ i „skok“, odnosno „skok“ i „doskok“ („odraz“ i „ublažavanje“) a u položaju doskok praćen je ugao između potkolenice i podloge – „skočni zglob“. Od ukupno 12 praćenih parametara samo su se po dva parametra pokazala značajnim u muškoj i ženskoj polnoj grupi.

Ugao zgloba kolena u sagitalnoj ravni neposredno pre dodirivanja tla osoba sa rupturom LCA staistički značajno ($p < 0.01$) je veći nego kod osoba sa intaktnom LCA. Pre doskoka, tokom pripreme za doskok, ispitanici sa intaktnom LCA unapred pripremaju koleno za udarac o tlo tako što ga postavu u veći stepen fleksije. Ako se podaci o ovom uglu uporede sa uglom kolena u sagitalnoj ravni tokom pripreme za skok, možemo reći da ispitanici bez rupture zadržavaju približno isti ugao od početka odraza pa do dodirivanja tla ili ga nešto malo povećaju, dok ispitanici koji su podložni rupturi ispružaju koleno tako da ono pre dodirivanja tla zauzima položaj ekstenzije koji je skoro 20° veći nego tokom pripreme za skok.

Iako kontrolna grupa beleži veći stepen fleksije kolena u trenutku maksimalnog opterećenja zgloba od ispitanice ova razlika nije statistički značajna ($p > 0.05$). To nas navodi na zaključak da obe grupe ispitanika žele da dođu na približno isti nivo fleksije pri maksimalnom opterećenju zgloba kolena. Ispitanici koji nisu podložni povredi LCA, verovatno zbog snage mišića mogu sebi da dozvole veći stepen fleksije pre dodirivanja tla i da snagom mišića spreče prekomernu fleksiju. Ispitanici podložni rupturi ostavljaju zglob kolena u manjem stepenu fleksije, ali tokom

opterećenja, slabiji mišići sporo apsorbuju udarac težine tela o tlo što rezultuje približno jednakim stepenom fleksije pri maksimalnom opterećenju zgloba kao kod kontrolne grupe.

Od dvanaest praćenih parametara u sagitalnoj ravni statistički značajna razlika ($p < 0.01$) između muškaraca i žena utvrđena je samo po pitanju promene ugla „ublažavanje“ tokom skoka u daljinu. Detaljnije, muškarci tokom perioda od dodirivanja tla do najvećeg opterećenja zgloba drže veći stepen fleksije kolena koji ima ulogu da amortizuje udarac tela o podlogu i obezbedi „mekši“ skok, dok žene tokom identičnog perioda vrše značajno manji stepen fleksije, odnosno amortizacija udarca je lošija. Ovi nalazi se ne slažu u potpunosti sa razmatranjima Renstorm i sar¹³³ koji navode da žene u trenutku dodira tla imaju manju vrednost fleksije u zglobu kolena zbog jače aktivacije četvoroglavog mišića. Opšte je prihvaćeno da žene vrše doskok sa manjim stepenom fleksije u zglobu kolena od muškaraca. Međutim znajući da su žene podložnije rupturi LCA, možemo da pretpostavimo ali ne možemo da tvrdimo da je stepen fleksije prilikom doskoka faktor rizika za rupturu LCA. Ovakva pretpostavka zahteva detaljno praćenje promene sagitalne angulacije tokom čitavog perioda skoka i adekvatno uparivanje sa kontrolama koje se takođe izlažu potencijalnim povredama kolena ali kod kojih uprkos konstantnom izlaganju kolena rizičnim situacijama ne dolazi do rupture LCA.

Detaljnu studiju o stepenu fleksije prilikom doskoka uradili su Nagano i sar.¹¹⁸ Njihove ispitanice su skakale na jednoj nozi sa kutije od 30 cm, 30 cm u daljinu u tri vremenska intervala: na početku treninga ravnoteže, tokom treninga i po kompletiranju treninga. Njihovi rezultati pokazuju povećanje stepena fleksije nakon treninga za razliku od stanje pre treninga, kada se radi o položaju noge pri dodiru podloge (pre treninga 19.5°, posle treninga 24.4°) i kada se radi o položaju doskoka (pre treninga 31.6°, posle treninga 40.2°). Vrednosti za ova dva položaja odgovaraju našim položajima „skok“ i „doskok“ i nešto su niže vrednosti što je i razumljivo jer su naše ispitanice skakale sa odrazom i na udaljenost od oko polovine svoje visine (80-90 cm).

Nešto veće vrednosti fleksije prilikom skoka sa kutije od 35 cm dobili su Delahunt i sar.³⁶ Njihove ispitanice sa rupturom LCA su imale ugao fleksije od 62° a kontrole, bez rupture LCA 69.5°. Ova razlika je statistički značajna ($p < 0.05$) i podržava

rezultate koje smo dobili kod ženskih ispitanika prilikom skoka u daljinu, neposredno pre dodirivanja tla ($p < 0.05$)

Sagitalna angulacija zgloba kolena u trenutku doirivanja tla tokom skoka u daljinu i promena sagitalne angulacije tokom perioda od pripreme za skok do dodirivanja tla tokom skoka u daljinu i visinu mogu biti faktori rizika za povredu LCA.

Položaj zgloba kolena prilikom čučnja sa iskorakom

Tokom čučnja sa iskorakom pacijenti ispitivane grupe pomeraju zglob kolena više prema unutra nego pacijenti sa intaktnom vezom. Ova razlika je veća u ženskoj polnoj podgrupi ali nije statistički značajna ($p > 0.05$). Takođe, obe grupe (ispitivana i kontrolna) i njihove polne podgrupe postavljaju zgloba kolena za oko 2° spolja od prvog metatarzofalangealnog zgloba (izuzev ženske ispitivane grupe gde je taj ugao 0.8°). Ova razlika nije statistički značajna ($p > 0.05$).

Položaj zgloba kolena prilikom čučnja sa iskorakom nije se pokazao kao faktor rizika za povredu LCA.

4. Hormonalni faktori rizika

4.1. Testiranje generalizovane hiperelastičnosti

Muškarci kontrolne grupe beleže visoko statistički značajno manji ($p < 0.01$) skor generalizovane hiperelastičnosti od svojih mečovanih parova ali i od ženskih ispitanika. Drugim rečima, možemo reći da muškarci skloni rupturi LCA imaju „žensku“ hiperelastičnost zglobova koja ih svrstava u grupu sa povećanim rizikom od povrede LCA.

Postojanje hiperelastičnosti koje se prema „laxity score“-u svodi na skor preko 5, se pokazalo kao manje senzitivna metoda jer ako se testiraju ispitivana i kontrolna grupa po pitanju postojanja hiperelastičnosti ne dobija se statistički značajna razlika niti u jednoj polnoj grupi ($p > 0.05$). Međutim, samo postojanje hiperelastičnosti statistički značajno češće se pojavljuje u ženskoj nego u muškoj populaciji ($p < 0.05$). Slične rezultate dobili su Uhorchak i sar¹⁷³ u studiji na 859 kadeta. Utvrdili su visoko statistički

značajno veći skor kod žena nego kod muškaraca ($p < 0.001$), visoko statistički značajno veći skor kod muškaraca sa rupturom LCA za razliku od kontrola ($p = 0.003$), ali i visoko statistički značajno veći skor kod žena sa rupturom za razliku od kontrola ($p = 0.008$), što naša studija nije utvrdila ($p < 0.05$).

4.2. Koncentracija testosterona u pljuvačci

Koncentracija testosterona u pljuvačci muškaraca sa rupturom LCA visoko statistički značajno je veća od koncentracije navedenog hormona u pljuvačci muškaraca bez rupture LCA ($p < 0.01$). Ako uporedimo naše rezultate sa očekivanim vrednostima koncentracije hormona u pljuvačci,¹³⁵ možemo reći da se koncentracije testosterona u pljuvačci obe grupe nalaze u okviru očekivanih vrednosti, s tim što ispitivana grupa ima veću vrednost od prosečne očekivane (181:165 pg/ml) a kontrolna manju (149:165 pg/ml)).

Sa druge strane žene sa rupturom LCA imaju visoko statistički značajno manju koncentraciju testosterona u pljuvačci za razliku od ispitanica bez rupture LCA ($p < 0.01$).

Ovakav odnos testosterona kod muškaraca i žena zahteva različitu teorijsku analizu. Kako muškarci sa rupturom imaju blago povišene vrednosti testosterona u pljuvačci možemo smatrati sa je kod njih testosteron delovao na povećanje mišićne snage, veći napor, a samim tim verovatno je došlo do većeg opterećenja zgloba kolena koji nije mogao da prati povećanu mišićnu akciju. Kod pacijenata sa nižom koncentracijom testosterona nije dolazilo do preterane mišićne akcije, zglob kolena je trpeo manje dejstvo sile pa je samim tim i povreda koja se javila bila blaže kliničke slike, bez rupture LCA, odnosno, kako govore podaci kontrolne grupe, obično se radilo o distorziji ili oštećenju meniskusa. Kod žena, odnos koncentracije hormona je obrnut. Ispitanice bez rupture LCA imaju veću koncentraciju testosterona za razliku od svojih kontrola. Naše nalaze potvrđuju rezultati publikovani od strane Lovering i Romani,⁹⁸ koji su utvrdili androgene receptore u LCA mladih žena i samim tim rešili nedoumicu da li testosteron deluje na LCA. Postojanje ovih receptora omogućava da testosteron poveća čvrstinu LCA. Takođe isti autori navode da postoji statistički značajna pozitivna korelacija između koncentracije testosterona i čvrstine ligamenata što potvrđuje naše nalaze o većoj koncentraciji testosterona unutar kontrolne grupe.

4.3. Koncentracija 17- β estradiola i progesterona u pljuvački

17- β estradiol, kao i ostali estrogeni, deluju na povećanje elastičnosti tkiva, a samim tim i na povećanje elastičnosti ligamenata. Ovo dejstvo se manifestuje povećanjem generalizovane hiperelastičnosti za koju smo već pokazali da je viša u muškoj ispitivanoj grupi (strana 121). Samim tim za očekivati je da je veća koncentracija estrogena u pljuvački muškaraca sa rupturom nego kod muškaraca bez rupture LCA (2.2:1.9 pg/ml).

Veću generalizovanu hiperelastičnost nismo našli unutar jedne od dve ženske podgrupe, što donekle potvrđuju koncentracije hormona u pljuvački ženskih ispitanika. Naime, tokom folikularne faze koncentracije 17- β estradiola obe podgrupe su skoro identične. Tokom ovulacije i lutealne faze unutar obe podgrupe dolazi do značajnog skoka koncentracije 17- β estradiola samo što je taj skok u kontrolnoj grupi duplo veći (1.61:0.75 pg/ml). Očekivane vrednosti¹³⁷ koje daje proizvođač „Salivametrics“ testa manje su za oko 40 % od naših vrednosti, ali je naznačeno da svaka laboratorija treba da utvrdi svoje očekivane vrednosti. Procentualno gledano očekivana vrednost koncentracije 17- β estradiola tokom lutealne faze veća je za oko 90 % nego tokom folikularne faze. Takve rezultate smo dobili unutar naše kontrolne ženske podgrupe (2.3:3.9 pg/ml). Međutim ženska ispitivana podgrupa beleži porast od samo oko 30 % vrednosti registrovane tokom folikularne faze.

Unutar muške populacije registrovana je približno jednaka koncentracija progesterona u pljuvački ispitanika sa i bez rupture LCA ($p > 0.05$; 33.5:33.8 pg/ml). Na osnovu ovih rezultata možemo reći da koncentracija progesterona u pljuvački ne utiče na povređivanje LCA kod muškaraca.

Ispitanice sa rupturom LCA registruju niže koncentracije progesterona u pljuvački tokom obe faze ciklusa, folikularne (29:62 pg/ml) i lutealne (75:129 pg/ml). Primećujemo da u obe podgrupe postoji identičan skok progesterona između dve faze, samo su ispitanice sa rupturom LCA „siromašnije“ progesteronom tokom obe faze. Upoređujući naše rezultate sa očekivanim rezultatima proizvođača „Salivametrics“ testa možemo reći da rezultati proizvođača (folikularna: 85 pg/ml; lutealna 131 pg/ml)

podržavaju rezultate naše kontrolne grupe, ali ne i ispitivane, što govori u prilog da koncentracija progesterona u pljuvački žena može da utiče na povredu LCA.

Drugi autori ističu veći broj povreda tokom folikularne za razliku od lutealne faze.^{8,11,153,176,177} Wojtys i sar¹⁷⁶ navode veću incidencu povređivanja LCA tokom preovulatorne faze za razliku od postovulatorne. Slične podatke publikovali su i Arendt i sar⁸ kao i Slauterbeck i sar.¹⁵³ U svojoj kasnijoj studiji Wojtys i sar¹⁷⁷ su pronašli veći broj ruptura tokom preovulatorne faze a fazu su određivali na osnovu koncentracije metabolita progesterona, etrogena i LH u urinu. Studija na skijašicama utvrdila je veći broj povreda tokom preovulatorne faze nego tokom postovulatorne a fazu ciklusa su određivali na osnovu koncentracije estradiola i progesterona u serumu.¹¹

Mi smatramo da faza ciklusa nije ključna za povredu LCA već koncentracija hormona. Većina prethodnih studija su informaciju o fazi ciklusa dobijali na osnovu koncentracije hormona koja prilično varira. Tako, na primer, koncentracija progesterona u pljuvački unutar kontrolne grupe tokom folikularne faze, približna je koncentraciji progesterona u pljuvački unutar ispitivane grupe, ali tokom lutealne faze. Upravo zbog velikih individualnih razlika tokom folikularne i ovulacione faze ciklusa može doći do pogrešnog tumačenja faza i samim tim pogrešnog klasifikovanja ispitanica. Smatramo da je informacija o danu menstruacionog ciklusa validnija nego procena dana na osnovu koncentracije hormona. Samim tim, eliminišemo fazu ciklusa kao potencijalni faktor rizika i zamenjujemo je validnijim faktorom – koncentracijom estradiola i progesterona. Ovu teoriju potvrđuje podatak da se koncentracija 17-β estradiola pokazala značajnom za povređivanje LCA kod muškaraca koji poseduju ovaj hormon, ali kod njih ne možemo da govorimo o fazama ciklusa.

5. Uticaj faktora rizika na rupturu prednje ukrštene veze

Praćenjem najvećeg broja poznatih faktora rizika za povređivanje LCA, izdvojili su se oni koji mogu uticati na rupturu kod muškaraca (19) i kod žena (22). Neki od ovih faktora su zajednički za obe polne grupe. Veći broj faktora u ženskoj podgrupi govori u prilog tome da su žene sklonije povredi LCA. Samim tim, iako smo imali samo 12 ženskih parova, na osnovu 19 faktora rizika uspeli smo postići

verovatnoću tačnog prognoziranja od 95.84 % bez lažno pozitivnih ili lažno negativnih pacijenata (senzitivnost i specifičnost 100 %). U našoj prethodnoj studiji,¹⁶⁰ kada smo pratili samo anatomske faktore rizika, 8 faktora se pokazalo značajnim kod žena, pa smo tada skrenuli pažnju da žene poseduju faktore rizika neanatomske prirode koji treba da budu izučeni. Tako se i ispostavilo jer smo ovaj put među anatomske faktorima imali samo 2 faktora koji su visoko statistički značajni, dok smo među ostalim faktorima rizika imali 5 visoko statistički značajnih faktora rizika.

Manju verovatnoću tačnog prognoziranja unutar muške podgrupe ne možemo objasniti brojem faktora rizika, već samo varijabilnošću uzorka. Doduše, imali smo samo 1 lažno negativnog pacijenta, ali je verovatnoća tačnog prognoziranja bila nešto niža (77 %) za razliku od naše prethodne studije (89 %).¹⁶⁰ Takođe, sada smo imali 8 muških parova više, pa je i verovatnoća pojavljivanja lažno pozitivnih ili negativnih slučajeva veća.

Simon i sar¹⁵¹ u na osnovu zapremine LCA, nagiba na spoljašnjem tibijalnom platou i širine ulaza međukondilarne jame dobili dosta niže vrednosti specifičnosti (67 %) i senzitivnosti (70 %). Manji broj praćenih faktora doneo je i manju vrednost senzitivnosti i specifičnosti. Takođe, citirana studija nije uzela u obzir vrstu spota prilikom uparivanja pacijenata. Mi smatramo da je informacija o bavljenju određenom vrstom sporta najkritičniji uslov prilikom uparivanja.

VI. ZAKLJUČAK

Nakon proučavanja 4 grupe parametara, odnosno 77 parametra vezanih za povređivanje prednje ukrštene veze, dobijenih merenjem na 82 ispitanika, od toga 58 muškaraca i 24 žene, možemo zaključiti sledeće:

1. *Faktori koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze kod muške, sportski aktivne populacije su:*

- veći zadnji tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu
- veći LESS
- veća razlika između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu
- veći valgus položaj zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u visinu
- manji ugao tibijalne insercije
- manja razlika između uglova unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj i horizontalnoj ravni
- veći ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u horizontalnoj ravni
- veći skor generalizovane hiperelastičnosti
- veća promena ugla fleksije u zglobu kolena tokom perioda od pripreme za skok u daljinu do dodirivanja tla
- veća koncentracija testosterona u pljuvački
- manji ugao LCA u sagitalnoj ravni
- veći prednji tibijalni nagib
- veća dužina zadnjepoljašnje ivice LCA
- manji stepen fleksije zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u daljinu
- veći valgus položaj zgloba kolena u trenutku odraza od tla tokom skoka u visinu
- manji radius spoljašnjeg kondila butne kosti
- manja snaga pregibača u zglobu kolena
- veći ugao LCA u frontalnoj ravni

- manja promena ugla fleksije u zglobu kolena tokom perioda od pripreme za skok u visinu do dodirivanja tla
- veća koncentracija 17- β estradiola u pljuvački
- veća snaga primicača nego odmicača natkolenice

Faktori koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze kod ženske, sportski aktivne populacije su:

- manja koncentracija testosterona u pljuvački
- veća snaga odmicača natkolenice
- veća promena frontalne angulacije zgloba kolena u pravcu varusa tokom perioda od pripreme za skok u visinu do dodirivanja tla
- manji indeks širine međukondilarne jame
- manji ugao tibijalne insercije
- veća dužina anteromedijalne ivice LCA
- manja snaga pregibača u zglobu kolena
- manji indeks oblika međukondilarne jame
- veća snaga primicača natkolenice
- veća dužina središnjeg dela LCA
- manji radius spoljašnjeg kondila butne kosti
- manji valgus položaj zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u visinu
- manji valgus položaj zgloba kolena u trenutku odraza od tla tokom skoka u daljinu
- manji ugao LCA u sagitalnoj ravni
- manja širina međukondilarne jame
- veći ugao unutrašnje strane spoljašnjeg kondila u frontalnoj ravni
- veća dužina posterolateralnog dela LCA
- manji stepen fleksije zgloba kolena u trenutku dodirivanja tla tokom skoka u daljinu
- veća promena stepena fleksije zgloba kolena tokom perioda od pripreme za skok u visinu do dodirivanja tla

- veća razlika između zadnjeg tibijalnog nagiba na spoljašnjem i unutrašnjem kondilu
 - manja koncentracija 17- β estradiola u pljuvački
 - manja koncentracija progesterona u pljuvački
2. Stepem važnosti pojedinih anatomskih faktora koji dovode do povređivanja prednje ukrštene veze kolena podrazumeva redosled naveden pod tačkom 1.
 3. Statistička verovatnoća prognoziranja rupture prednje ukrštene veze kod muške, sportski aktivne populacije na osnovu 20 potvrđenih faktora rizika iznosi 76.56 %. Statistička verovatnoća prognoziranja rupture prednje ukrštene veze kod ženske, sportski aktivne populacije na osnovu 19 potvrđenih faktora rizika iznosi 95.84 %.

VII. LITERATURA

1. Amis AA, Dawkins GPC. Functional Anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1991;73(2):260-267
2. Anderson AF, Anderson CN, Gorman TM, Cross MB, Spindler KP. Radiographic measurements of the intercondylar notch: are they accurate? *Arthroscopy*. 2007;23(3):261-268
3. Anderson AF, Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennert GW. Correlation of antropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *Am J Sports Med*. 2001;29:58-66
4. Anderson AF, Lipscomb AB, Liudahl KJ, Addlestone RB. Analysis of intercondylar notch by computed tomography. *Am J Sports Med*. 1987;15:547-552
5. Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior cruciate ligament injury patterns among Collegiate men and women. *J Athl Train*. 1999;34:86-92
6. Arendt EA. Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Sports Medicine and Orthopedics*. 2001;1:211-217.
7. Arendt EA, Bershadsky B, Agel JA. Periodicity of non-contact ACL injuries during the menstrual cycle. *J Gend Specif Med*. 2001;5(2):16-26
8. Arendt EA. Musculoskeletal injuries of the knee: are females at greater risk? *Minna Med*. 2007;90:38-40
9. Beighton PH, Solomon L, Soskolne CL: Articular mobility in an African population. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1973;32:413-418
10. Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg*. 1997;10(1):14-21
11. Beynon BD, Johnson RJ, Braun S, Sargent M, Bernstein IM, Skelly JM, Vacek PM. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med*. 2006;34:757-764

12. Bishop RED, Denham RA. Mechanics of the knee and problems in reconstructive surgery. *J Bone Joint Surg.* 1978;60B:345-351
13. Bjordal JM, Arnoy F, Hannestad B, Strand T: Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Am J Sports Med.* 1997;25(3):341-345
14. Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* 2000;23:573-578
15. Bonnin M, Carret JP, Dimnet J, Dejour H. The weight-bearing knee after anterior cruciate ligament rupture. An in vitro biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;3(4):245-251
16. Bradley J, Fitzpatrick D, Daniel D, Shercliff T, O'Connor J. The evaluation of cruciate ligament orientation in the sagittal plane – a method of predicting length changes vs. knee flexion. *J Bone Joint Surg.* 1988;70B:94-99
17. Bradley: (Justice) US Supreme Court. 1872; citirano u: Lewis T: Anterior cruciate ligament injury in female athletes: Why are women so vulnerable? *Physiotherapy.* 2000;86(9):464-472
18. Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, Flynn MI, Barrett GR, Sherman MF. The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy.* 2006;22(8):894-899
19. Branthingan OC, Woshel AF. The Mechanics of the Ligaments and Menisci of the Knee Joint. *J Bone Joint Surgery.* 1941;23:44-46
20. Brazier J, Miguad H, Gougeon F, Cotten A, Fontaine C, Duquenooy A. Evaluation of methods for radiographic measurement of the tibial slope. A study of 83 healthy knees. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1996;82(3):195-200
21. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 2 training Injuries. *B Journal Sports Med.* 2005;39:767-775
22. Brukner PD, Crossley KM, Morris H, Bartold SJ, Elliott B. Recent advances in sports medicine. *Med J Aust.* 2006;184(4):188-193
23. Bull AMJ, Earnshaw PH, Smith A, Katchburian MV, Hassan ANA, Amis AA. Intraoperative measurement of knee kinematics in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg (Br).* 2002;84(7):1075-1081

24. Burnett QM, Fowler PJ. Reconstruction of the anterior cruciate ligament, Historical overview. *Orthop Clin North Amer.* 1983;16(1):143-157
25. Chandrashekar N, Slauterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch Geometry. *Am J Sports Med.* 2005;33:1492-1498
26. Charlton WP, John TA, Ciccoti MG, Harrison N, Schweitzer M. Differences in femoral notch anatomy between man et women. A magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med.* 2002;30:329-333
27. Chaudhari AMW, Lindenfeld TN, Andriacchi TP, Hewett TE, Riccobene J, Myer GD, Noyes FR. Knee and hip loading patterns at different phases in the menstrual cycle. *Am J Sports Med.* 2007;35:793-800
28. Chiu KY, Zhang SD, Zhang GH. Posterior slope of tibial plateau in Chinese. *J Arthroplasty.* 2000;15:224-227
29. Cooper RR, Misol S. Tendon and Ligament insertion: a Light and Electron Microscopic Study. *J Bone Joint Surg.* 1970;52A:1-20
30. Çullu E, Aydogdu S, Arparslan B, Sur H. Tibial slope changes following dome-type high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;13(1):38-43
31. Çullu E, Özkan İ, Şavk ŞÖ, Alparslan B. Tibial Slope. *Joint Dis Rel Surg.* 1999;10(2):174-178
32. Davis TJ, Shelbourne KD, Klootwyk TE. Correlation of the intercondylar notch width of the femur to the width of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7:209-214
33. Decoster LC, Vailas JC, Lindsay RH, Williams GR. Prevalence and features of joint hypermobility among adolescent athletes. *Arch Phys Med Rehab.* 1997;151:989-992
34. Dejour H, Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiological test compared. *J Bone Joint Surg (Br).* 1994;76(5):745-749
35. Dejour H, Neyret P, Bonnin M. Monopodal weight-bearing radiography of the chronically unstable knee, edited by R. Jakob and H.-U. Staubli. *Knee and the Cruciate Ligaments: Anatomy, Biomechanics, Clinical Aspect, Reconstruction, Complications, Rehabilitation.* Berlin: Springer. 1992;568-576
36. Delahunt E, Sweeney L, Chawke M, Kelleher J, Murphy K, Patterson M, Prendiville A. Lower Limb Kinematic Alteration During Drop Vertical Jumps in

- Female Athletes Who Have Undergone Anterior Cruciate ligament Reconstruction. *J Orthop Res.* 2012;30(1):72-78
37. Didia BC, Nwajagu GN, Dapper DV. Femoral intercondylar notch (ICN) width in Nigerians: its relationship to femur length. *West Afr J Med.* 2002;21(4):265-267
38. Dienst M, Schneider G, Altmeyer K, Voelkering K, Georg T, Kramann B, Kohn D. Correlation of intercondylar notch cross section to the LCA size: a high resolution MT tomographic in vivo analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127(4):253-260
39. DiStefano, Padua DA, DiStefano MJ, Marshall SW. Influence of Age, Sex, Technique, and Exercise Program on Movement Patterns After an Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Program in Youth Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2009;37:495-505
40. Drago JL, Castillo TN, Braun HJ, Ridley BA, Kennedy AC, Golish SR. Prospective Correlation Between Serum Relaxin Concentration and Anterior Cruciate ligament Tears Among Elite Collegiate Female Athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2175-2180
41. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(3):204-213
42. Everhart JS, Flanigan DC, Simon RA, Caudhari MW. Association of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury With Presence and Thickness of a Bony Ridge on the Anteromedial Aspect of the Femoral Intercondylar Notch. *Am J Sports Med.* 2010;38:1667-1673
43. Friden T, Jonsson A, Erlandsson T, Jonsson K, Lindstrand A. Effect of femoral condyle configuration on disability after an anterior cruciate ligament rupture. *Acta Orthop Scand.* 1993;64:571-574
44. Fung YCB. *Biomechanics: Mechanical properties of the living tissues.* Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 1981.
45. Genin P, Weill P, Julliard R. The tibial slope. Proposal for a measurement method. *J Radiol.* 1993;74(1):27-33
46. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med.* 2004;32(2):376-382

47. Girgis FG, Marshall JL, Al Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint: anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop*. 1975;106:216-231
48. Good L, Odensten M, Gillquist J. Intercondylar notch measurements with special reference to anterior cruciate ligament surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;263:185-189
49. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, Demaio M et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*. 2006;34:1512-1532
50. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8:141-150
51. Granan LP, Bahr R, Steindal K, Furnes O, Engebretsen L. Development of a national cruciate ligament surgery registry: the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Am J Sports Med*. 2008;36:308-315
52. Gwinn DE, Wilckens JH, McDevitt ER, Ross G, Kao TC. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in man and woman at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med*. 2000;28(1):98-102
53. Harner CD, Paulos LE, Greenwald AE, Rosenberg TD, Cooley VC. Detailed analysis of patients with bilateral anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. 1994;22:37-43
54. Hefzy MS, Grood ES, Noyes FR. Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II: the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*. 1989;17(2):208-216
55. Heitz NA, Eisenman PA, Beck CL, Walker JA. Hormonal changes throughout the menstrual cycle and increased anterior cruciate ligament laxity in females. *J Ath Train*. 1999;34:144-149
56. Helfet AJ. *Disorders of the Knee*. J. B. Lippincote Co. Philadelphia, Toronto. 1974.
57. Herzog RJ, Silliman JF, Hutton K, Rodkey WG, Steadman JR. Measurements of the intercondylar notch by plain film radiography and magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med*. 1994;22:204-210

58. Hewett TE, Torg JS, Boden BP. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sports Med.* 2009;43:417-422
59. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing ACL injuries: Current biomechanical and epidemiologic considerations – update 2010. *N Am J of Sports Phys Ther.* 2010;5:234-251
60. Hofmann AA, Bachus KN, Wyatt RWB. Effect of the tibial cut on subsidence following total knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 1991;269:63-69
61. Hollis JM, Takai S, Adams DJ, Horibe S, Woo SL-Y. The effect of knee motion and external loading on the length of the anterior cruciate ligament (ACL): a kinematic study. *J Biomech Eng.* 1991;113:208-214
62. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Ath Train.* 2007;42:311-319
63. Horch KW, Clark FJ, Burgess PR. Awareness of the knee joint angle under static conditions. *J Neurophysiol.* 1975;388:1436-1447
64. Howell SM, Wallace MO, Hull ML, Deutsch ML. Evaluation of the single Incision Arthroscopic Technique for Anterior Cruciate Ligament replacement. A study of tibial tunnel placement, intraoperative graft tension, and stability. *Am J Sports Med.* 1999;27(3):284-293
65. Howell SM, Gittins ME, Gottlieb JE, Traina SM, Zoellner TM. The relationship between the angle of the tibial tunnel in the coronal plane and loss of flexion and anterior laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):567-574
66. Hsieh H, Walker PS. Stabilizing Mechanism of the Loaded and Unloaded Knee Joint. *J Bone Joint Surg.* 1976;58A:87-93
67. Hughson A. Biomechanische probleme des kniegelenks. *Orthopade.* 1974;3:119-26
68. Huston LJ, Wojtys EM. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am J Sports Med.* 1996;24:427-436
69. Hutchinson MR, Ireland ML. Knee Injuries in female athletes. *Sports Med.* 1995;19:288-302

70. Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Aglietti P. Surgery of the Knee. Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London, Madrid, Melbourne, Tokyo. 1933.
71. Ireland ML, Ballantyne BT, Little K, McClay IS. A Radiographic analysis of the relationship between the size and shape of the intercondylar notch and anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:200-205
72. Jackowski DM, Kirkley A, Spechley M. A prospective cohort study to determinate risk faktors for ACL injury in varsity athletes. London, Ontario Canada: University of Western Ontario. 2001.
73. Jackson DW. The Anterior Cruciate Ligament: Current and Future Concepts. Raven Press, New York. 1993.
74. Jakob RP, Stäubli HU. The Knee and the Cruciate Ligaments: Anatomy, Biomechanics, Clinical Aspect, Reconstruction, Complications, Rehabilitation. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest. 1990.
75. Jakob RP, Amis AA. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998;6:S2-S12
76. Kalenak A, Morehouse CA. Knee stability and knee ligament injuries. *JAMA.* 1975;234:1143-1145
77. Kapandji I. The Physiology of the joints, Vol. 2 Edinburgh: Churchill Livingstone. 1970.
78. Kaplan FS, Nixon JE, Reitz M, Rindfleish L, Tucker J. Age-related changes in joint proprioception and sensation of joint position. *Acta Orthop Scand.* 1985;56:72-74
79. Karlson J. Anatomy is the key. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:1
80. Kennedy JC. Complete Dislocation of the Knee Joint. *J Bone Joint Surg.* 1963;45A:889-904
81. Kennedy JC, Weinberg HW, Wilson AS. The Anatomy and Function of the Anterior Cruciate Ligament. *J Bone Joint Surg.* 1974;56A:223-235
82. Kennedy JC, Alexander UJ, Hayes KC. Nerve Supply of the Human Knee and its Functional Importance. *Am J Sports Med.* 1982;10:329-335
83. Kessler MA, Burkart A, Martinek V, Beer A, Imhoff AB. Development of a 3-dimensional method to determine the tibial slope with multislice-CT. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2003;141(2):143-147

84. Kocher MS, Sterett WI, Briggs KK, Zurakowski D, Steadman JR. Effect on functional bracing on subsequent knee injury in ACL-deficient professional skiers. *J knee Surg* 2003;6:87-92
85. Koukoubis TD, Glisson RR, Bolognesi M, Vail TP. Dimensions of the intercondylar notch of the knee. *Am J Knee Surg.* 1997;10:83-87
86. Kurosawa H, Yamakoshi KI, Yasuda K, Sasaki T. Simultaneous measurement of changes in length of the cruciate ligaments during knee motion. *Clin Orthop* 1991;265:233-240
87. Kuwano T, Urabe K, Miura H, Nagamine R, Matsuda S, Satomura M et al. Importance of the lateral anatomic tibial slope as a guide to the tibial cut in the total knee arthroplasty in Japanese patients. *J Orthop Sci.* 2005;10(1):42-47
88. Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW. Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: a three year prospective study. *Am J Sports Med.* 1996;24:155-159
89. Laprade RF, Burnett QM. Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1994;22:198-203
90. Lerat JL, Moyen BL, Cladiere F, Besse JL, Abidi H. Knee instability after injury to the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg (Br).* 2000;82B:42-47
91. Lešić A, Ukropina D, Mariani PP. Lečenje ligamenata kolena. CIBIF, Medicinski fakultet, Beograd. 1997.
92. Li K, Langdale E, Tashman S, Harner C, Zhang X. Gender and Condylar Differences in Distal Femur Morphometry Clarified by Automated Computer Analyses. *J Orthop Res.* 2012;30(5):686-692
93. Liu SH, Al Shaikh R, Panossian V. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res.* 1996;14:526-533
94. Lobenhoffer P. Injuries of the knee ligaments. II. Surgical therapy of anterior and posterior knee instability. *Chirurg.* 1999;70:326-338
95. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SL. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between

- 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. 2002 Richard O'Connor award paper. *Arthroscopy*. 2003;19(3):297-304
96. Lolić-Draganić V. Inervacija zgloba kolena. *Acta Orthop Jugosl*. 1976;7:89-94
97. Lombardo S, Sethi PM, Starkey C. Intercondylar notch stenosis is not a risk factor for anterior cruciate ligament tears in professional male basketball players: an 11-year prospective study. *Am J Sports Med*. 2005;33:29-34
98. Lovering R, Romani W. Effect of testosterone on the female anterior cruciate ligament. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005;289:R15-R22
99. Lund-Hansen H, Gannon J, Engebretsen L, Holen KJ, Anda S, Vatten L. Intercondylar notch width and the risk for anterior cruciate ligament rupture: a case control study in 46 female handball players. *Acta Orthop Scand*. 1994;65:529-532
100. Mahfouz MR, Komistek RD, Dennis DA, Hoff WA. In Vivo Assessment of the Kinematics in Normal and Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees. *J Bone Joint Surgery Am*. 2004;86A(2):56-61
101. Malone TR, Hardaker T, Garret E. Relationship of gender to anterior cruciate ligament injuries in intercollegiate basketball players. *J Southern Orthopaedic Association*. 1993;2:36-39
102. Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Ikenoue T, Okazaki K, Iwamoto Y. Posterior tibial slope in the normal and varus knee. *Am J Knee Surg*. 1999;12(3):165-168
103. McDevitt ER, Taylor DC, Miller MD, Gerber JP, Ziemke G, Hinkin D, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study. *Am J Sports Med* 2004;32:1887-92.
104. Meister K, Talley MC, Horodyski MB, Indelicato PA, Hartzel JS, Batts J. Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL. *Am J Knee Surgery*. 1998;11:217-219
105. Mensch JS, Amstutz HC. Knee morphology as a guide to knee replacement. *Clin Orthop*. 1975;112:231
106. Möller-Nielsen J, Hammer M. Women's soccer injuries in relation to the menstrual cycle and oral contraceptive use. *Med Sci Sport Exerc*. 1989;21:126-129

107. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction (abstract). *Arthroscopy*. 1995;11(3):275-288
108. Morteza JA, Walters R, Smith L. Flexibility as a predictor of knee injuries in college football players. *Phys Sportsmed*. 1982;10:93-97
109. Mountsactle SB, Posner M, Kragh JF Jr, Taylor DC: Gender differences in anterior cruciate ligament injury vary with activity: Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in a young, athletic population. *Am J Sports Med*. 2007;35(10):1635-1642
110. Müller W. *The Knee: form, function and ligament reconstruction*. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg. 1982.
111. Muneta T, Yamamoto H, Sakai H, Ishibashi T, Furuya K. Relationship between changes in length and force in in vitro reconstructed anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*. 1993;21(2):299-304
112. Muneta T, Takakuda K, Yamamoto H. Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament. A cadaveric knee study. *Am J Sports Med*. 1997;25:69-72
113. Murshed AM, Cicekcibasi AE, Karabacakoglu A, Seker M, Ziylan T: Distal femur morphometry: a gender and bilateral comparative study using magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat*. 2005;27:108-112
114. Musahi V, Plakseychuk A, VanScyoc A, Sasaki T, Debski RE, McMahon PJ, Fu FH. Varying femoral tunnels Between the anatomical footprint and isometric positions: effect on kinematics of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med*. 2005;33(5):712-718
115. Myer GD, Ford KR, Khoury J, Succop P, Hewett TE. Biomechanics laboratory – based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *Br J Sports Med*. 2011;45(4):245-252
116. Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team Handball. *Scan J Med Sci Sports*. 1998;8:149-153

117. Myklebust G, Englebretsen L, Braekken IH, Skjøelberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med.* 2003;13:71-78
118. Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2011;3(1):14
119. Nguyen AD, Shultz SJ. Sex differences in lower extremity posture. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37:389-398
120. Norwood LA, Cross MJ. The intercondylar shelf and anterior cruciate ligament. *Am J. Sports Med.* 1977;5:171-176
121. Norwood LA, Cross MJ. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med.* 1979;7:23-26
122. O'Connor J, Shercliff T, Biden E, Goodfellow J. The geometry of the knee in the sagittal plane. *Proc Inst Mech Eng (H).* 1989;203(4):223-233
123. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg (Am).* 1985;67A:257-262
124. Odensten M, Gillquist JA. A modified technique for anterior cruciate ligament (ACL) surgery using a new drill guide for isometric positioning of the ACL. *Clin Orthop.* 1986;213:154-158
125. Okazaki K, Miura H, Matsuda S, Yasunaga T, Nakashima H, Konishi K, Iwamoto Y, Hashizume M. Assessment of anterolateral rotatory instability in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an open magnetic resonance imaging system. *Am J Sports Med.* 2007;35(7):1091-1097
126. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13:299-304
127. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med.* 2004;32:1002-1012

128. Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Rainfall, evaporation and the risk of noncontact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football league. *Med J Aust.* 1999;170:304-306
129. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett Jr WE, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) Is a Valid and Reliable Clinical Assesment Tool of Jump-Landing Biomechanics. The JUMP-ACL Study. *Am J Sports Med.* 2009;37:1996-2002
130. Padua D, DiStefano LJ, Marshal SW, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ. Retention of Movement Pettern Changes After a Lower Extremity Injury Prevention Program Is Affected by Program Duration. *Am J Sports Med.* 2012;40:300-306
131. Palmer I. On the injuries to the ligaments of the knee joint: a clinical study. *Acta Chir Scand.* 1938;53:1–28
132. Prodromos CC, Han Y, Rogwowski J, Joyce B, Shi K. A meta analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy.* 2007;23:1320-1325
133. Renstrom P, Ljungquist 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
134. Rizzo M, Holler SB, Bassett FH 3rd: Comparasion of males' and females' ratios of anterior-cruciate-ligament width to femoral-intercondylar-notch width: a cadaveric study. *Am J Orthop.* 2001;30(8):660-664
135. Salimetrics. General Kit Use Advice. Salivary Testosterone. Enzyme Immunoassay Kit. State College, PA 16803, USA. March 2011.
136. Salimetrics. General Kit Use Advice. Salivary Progesterone. Enzyme Immunoassay Kit. State College, PA 16803, USA. March 2011.
137. Salimetrics. General Kit Use Advice. Salivary 17 β Estradiol. Enzyme Immunoassay Kit. State College, PA 16803, USA. March 2011.
138. Schickendantz MS, Weiker GG. The predictive value of radiographs in the evaluation of unilateral and bilateral anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 1993;21:110-113

139. Schmitz RJ, Kulas AS, Perrin DH, Riemann BL, Shultz SJ. Sex differences in loer extremity biomechanics during single leg landings. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007;22(6):681-688
140. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg*. 1984;66A:1072-1076
141. Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*. 1987;69A:243-247
142. Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM, Moorman CT 3rd. The effect of the oblique femoral tunnel placenemt on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy*. 2004;20(3):294-299
143. Scott WN. *Ligament and Extensor Mechanism Injuries of the Knee, diagnosis and treatment*. Mosby Year Book, St. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Philadelphia, Sydney, Toronto. 1991.
144. Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF. The Structure of the posterolateral aspect of the knee. *J Bone Joint Surg*. 1982;64A:536-541
145. Shelbourne KD, Facibene WA, Hunt JJ. Radiographic and intraoperative intercondylar notch width measurements in men and women with unilateral and bilateral anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1997;5(4):229-233
146. Shelbourne KD, Davis TJ, Klootwyk TE. The Relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med*. 1998;26:402-408
147. Shelbourne KD, Kerr B. The relationship of femoral intercondylar notch width to height, weight, and sex in patients with intact anterior cruciate ligaments. *Am J Knee Surg*. 2001;14:92-96
148. Shepstone L, Rogers J, Kirwan JR, Silverman BW. Shape of the intercondylar notch of the human femur: a comparison of osteoarthritic and non-osteoarthritic bones from a skeletal sample. *Ann Rheum Dis*. 2001;60(10):968-973
149. Shultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in Humen Cruciate Ligaments. *J Bone Joint Surg*. 1984;66A:1072-1076.
150. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age related decline in proprioception. *Clin Orthop*. 1984;184:208-211

151. Simon RA, Everhart JS, Nagaraja HN, Caudhari AM. A case-control study of anterior cruciate ligament volume, tibial plateau slopes and intercondylar notch dimensions in ACL-injured knees. *J Biomech.* 2010;43:1702-1707
152. Slauterbeck JR. The effect of hormone levels in female athletes on the frequency of the anterior cruciate ligament injuries. Paper presented at the National Athletic Trainers Association Annual Meeting. Los Angeles, Ca. 2000.
153. Slauterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ, Xu K, Starch DW, Hardy DM. The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *J Ath Train.* 2002;37:275-278
154. Smith BA, Livesay GA, Woo SL-Y. Biology and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med.* 1993;12:637-670
155. Smith HC, Johnson RJ, Shultz SJ, Tourville T, Holterman LA, Slauterbeck J et al. A Prospective Evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a Screening Tool for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. 2011;20:1-6
156. Stijak L, Nikolić V, Blagojević Z, Radonjić V, Santrač SG, Stanković G, Popović N. Influence of Morphometric intercondylar notch parameters in ACL ruptures. *Acta Chir Jugosl.* 2006;53(4):79-83
157. Stijak L. Proučavanje anatomskih struktura koje su bitni faktori kod povreda prednje ukrštene veze zgloba kolena. Magistarska teza, Beograd, 2008.
158. Stijak L, Herzog RF, Schai P. Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? A case-control study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(2):112-117
159. Stijak L, Radonjić V, Nikolić V, Blagojević Z, Herzog R. The position of anterior cruciate ligament in frontal and sagittal plane and its relation with the inner side of the lateral femoral condyle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(8):887-894
160. Stijak L, Blagojević Z, Stijak SG, Spasojević G, Herzog R, Filipović B. The Possibility of Predicting ACL Rupture in the Population Actively Engaged in Sports Activities on the Basis of Anatomical Risk Factors. MRI Case – Control Study. *Orthopedics.* 2011;34(6):431
161. Souryal TO, Freeman TR. Intercondylar notch size in anterior cruciate ligament injuries in Athletes. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1993;21:535-539

162. Souryal TO, Moore HA, Evans JP. Bilaterality in anterior cruciate ligament injuries: associated intercondylar notch stenosis. *Am J Sports Med.* 1998;16:449-454
163. Stäubli HU, Adam O, Becker W, Burgkart R. Anterior cruciate ligament and intercondylar notch in the coronal oblique plane: anatomy complemented by magnetic resonance imaging in cruciate ligament-intact knees. *Arthroscopy.* 1999;15(4):349-359
164. Steckel H, Vadala G, Davis D, Musahl V, Fu FH. 3-T MR imaging of partial ACL tears: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(9):1066-1071
165. Stevenson H, Webster J, Johnson R, Beynnon B. Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. *Iowa Orthop J.* 1998;18:64-66
166. Strasser H. *Lehrbuch des muskel und Gelenkmechanik III.* Springer, Berlin. 1917.
167. Swanik CB, Covassin T, Stearne DJ. The relationship between neurocognitive function and noncontact anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 2007;35:943-948
168. Tanzer M, Lenczner E. The relationship of intercondylar notch size and content to notchplasty requirement in anterior cruciate ligament surgery. *Arthroscopy.* 1990;6(2):89-93
169. Tillman DM, 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;9:41-46
170. Tillman MD, Bauer JA, Cauraugh JH, Trimble MH. Differences in lower extremity alignment between males and females. Potential predisposing factors for knee injury. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45(3):355-359
171. Treitz CC, Lind BK, Sacks BM. Symmetry of the femoral notch width index. *Am J Sports Med.* 1997;25:687-690
172. Trent PS, Walker PS, Wolf B. Ligament length patterns, strength and rotational axes of the knee joint. *Clin Orthop.* 1976;117:263-270

173. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, Pierre P, Taylor DC. Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament. A prospective Four-Year Evaluation of 859 West Point Cadets. *Am J Sports Med.* 2009;31:831-842
174. Viola RW, Steadman JR, Mair SD, Briggs KK, Sterett WI. Anterior cruciate ligament injury incidence among male and female professional alpine skiers. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):792-795
175. Welsh RP. Knee Joint structure and function. *Clin Orth.* 1980;147:7-14
176. Wojtys EM, Huston LJ, Lindenfeld TN, Hewett TE, Greenfield ML. Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Am J Sports Med.* 1998;26:614-619
177. Wojtys EM, Huston L, Boynton MD, Spindler KP, Lindenfeld TN. The effect of menstrual cycle of anterior cruciate ligament in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med.* 2002;30:182-188
178. Zavras TD, Race A, Amis AA. The effect of femoral attachment location on anterior cruciate ligament reconstruction: graft tension patterns and restoration of normal anterior-posterior laxity patterns. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;13:92-100

Skraćenice korištene u izradi doktorske disertacije:

- AMB – *anteromedial band* (prednjeunutrašnji deo)
ATC – *anterior tibial cortex* (prednji tibijalni korteks)
ATS – *anterior tibial slope* (prednji tibijalni nagib)
ECW – *epicondylar width* (epikondilarna širina)
FSA – *fibular shaft anatomic axis* (fibularna anatomska osovina)
FPAA – *fibular proximal anatomic axis* (proksimalna fibularna anatomska osovina)
HE – *Hematoksilen eozin* (vrsta bojenja)
ICH – *intercondylar height* (visina međukondilarne jame)
ICW – *intercondylar width* (širina međukondilarne jame)
IMB – *intermedial band* (središnji deo)
LC – *lateral condyl* (spoljašnji kondil)
LCA – *ligamentum cruciatum anterius* (prednja ukrštena veza)
LCL – *ligamentum collaterale laterale* (spoljašnja kolateralna veza)
LCM – *ligamentum collaterale mediale* (unutrašnja kolateralna veza)
LCP – *ligamentum cruciatum posterius* (zadnja ukrštena veza)
LESS – *landing error score system*
LTS – *tibial slope on lateral tibial plateau* (tibijalni nagib na spoljašnjem kondilu)
ML – *meniscus lateralis* (spoljašnji meniskus)
MM – *meniscus medialis* (unutrašnji meniskus)
MR – *magnetic resonance* (magnetna rezonanca)
MCW – *medial condylar width* (širina unutrašnjeg kondila)
MTS – *tibial slope on medial tibial plateau* (tibijalni nagib na unutrašnjem kondilu)
NSI – *notch shape index* (indeks oblika međukondilarne jame)
NWI – *noch width index* (indeks širine međukondilarne jame)
PLB – *posterolateral band* (zadnjepoljašnji deo)
PTAA – *proximal tibial anatomic axis* (proksimalna tibijalna anatomska osovina)
PTC – *posterior tibial cortex* (zadnji tibijalni korteks)
Q-angle – ugao četveroglavog mišića
TS – *tibial slope* (zadnji nagib tibijalnog platoa)
TSAA – *tibial shaft anatomic axis* (tibijalna anatomska osovina)

Prilog I

Anketa

Ime i prezime, adresa i kontakt telefon: _____

-
1. Datum i mesto rođenja: _____
 2. Težina _____ Visina _____
 3. Pol?
 - a) Muški
 - b) Ženski
 4. Datum povrede: _____
 5. Bavite li se sportom profesionalno?
 - a) Da, kojim? _____
 - b) Ne
 6. Koliko puta trenirate tokom nedelje? _____
 7. Da li ste ranije povređivali zglob kolena?
 - a) Da, na ovoj strani
 - b) Da, suprotno
 - c) Ne
 8. Da li ste imali neki od sledećih simptoma pre povrede kolena?
 - a) Bol
 - b) Otok
 - c) Kočenje
 - d) Nestabilnost
 - e) Drugo? _____
 9. Da li su vam ovi simptomi zadavali probleme prilikom svakodnevnih obaveza?
 - a) Da
 - b) Ne
 10. Da li je neko u porodici imao sličnu povredu (otac, majka, brat, sestra)?
 - a) Izuzev mene, ko? _____
 - b) Ne
 11. Da li ste ponekad zbog ovih povreda uzimali lekove?
 - a) Da, koje? _____
 - b) Ne
 12. Da li ste zbog ovih povreda morali mirovati?
 - a) Da
 - b) Ne
 13. Kada se desila povreda?
 - a) Tokom treninga
 - b) Tokom utakmice
 - c) Tokom svakodnevnih aktivnosti
 14. U kom položaju se nalazila toka tokom povrede?

 15. Da li ste nakon povrede nastavili sa treningom?
 - a) Da
 - b) Ne

16. Kakvu obuću ste imali za vreme povrede?
- a) Obuću sa mekim đonom,
 - b) Obuću sa tvrdim đonom
 - c) Kopačke
 - d) Cipele
 - e) Ništa-bos
 - f) Drugo _____
17. Na kakvoj podlozi ste zadobili povredu?
- a) Beton
 - b) Parket
 - c) Trava (suvo)
 - d) Trava (mokra)
 - e) Drugo _____
18. Da li ste imali stabilizatore zgloba?
- a) Da
 - b) Ne
19. Da li je bilo padavina toga dana?
- a) Da
 - b) Ne
20. Da li ste se izuzev lekarskog pregleda, operacije i terapije podvrgnuli nekom drugom tretmanu?
- a) Da
 - b) Ne
21. Imate li probleme sa?
- a) Ravnotežom
 - b) Vidom
 - c) Sluhom
 - d) Ništa od navedenog
22. Kakav Vam je pritisak?
- a) Normalan
 - b) Visok
 - c) Nizak
23. Imate li neurološke ispade?
- a) Da
 - b) Ne
24. Pušite li ili ste bivši pušač?
- a) Da
 - b) Ne
25. Pijete li alkohol?
- a) Ako pijete, onda koliko često i koju količinu?

 - b) Ne
26. Imate li neko hronično oboljenje?
- a) Da _____
 - b) Ne
27. Da li uzimate ili ste uzimali hormonsku terapiju?
- a) Da _____
 - b) Ne

28. Uzimate li bilo kakvu redovnu terapiju?
a) Da _____
b) Ne
29. Da li ste uzimali oralne kontraceptive?
a) Da
b) Ne
30. Da li ste u menopauzi, ako da, onda od kada?
a) Da _____
b) Ne
31. Koliko ste imali porođaja/trudnoća? _____
32. Koliko dana Vam traje ciklus _____.
33. U koji dan ciklusa se desila povreda? _____
34. Nosite li štikle?
a) Da
b) Ne

Prilog II

“LESS” – Landing error score system

	Stavka	Definicija testa	Polozaj kamere	greška	LESS Score	%
1	Ugao pregibanja kolena pri inicijalnom kontaktu	U trenutku inicijalnog kontakta, ako je koleno testirane noge savijen o više od 30°, rezultat je „da“. Ako koleno nije savijeno manje od 30°, rezultat je „ne“.	sagitalni	„ne“	da=0 ne=1	43
2	Pregibanje kuka pri inicijalnom kontaktu	U trenutku inicijalnog kontakta, ako je natkolenica testirane noge u liniji sa trupom tada zglob kuka nije savijen a rezultat je „ne“. Ako je natkolenica testirane noge savijena prema trupu, rezultat je „da“.	sagitalni	„ne“	da=0 ne=1	2
3	Pregibanje trupa pri inicijalnom kontaktu	U trenutku inicijalnog kontakta, ako je trup vertikalna ili opružen u odnosu na natkolenicu, rezultat je „ne“. Ako je trup savijen prema natkolenici, rezultat je „da“.	sagitalni	„ne“	da=0 ne=1	98
4	Plantarna fleksija stopala pri inicijalnom kontaktu	Ako stopalo testirane noge dodiruje podlogu prvo prstima a onda petom, rezultat je „da“. Ako stopalo testirane noge dodiruje podlogu prvo petom, ili ravnim stopalom, rezultat je „ne“.	sagitalni	“ne”	da=0 ne=1	5
5	Valgus ugao kolena pri inicijalnom kontaktu	U trenutku inicijalnog kontakta, povucite vertikalnu liniju sa centra čašice. Ako linija prolazikroz sredinu stopala, rezultat je „ne“. Ako je linija unutar od sredine stopala, rezultat je „da“.	frontalni	„da“	da=1 ne=0	49
6	Bočno pregibanje trupa pri inicijalnom kontaktu	U trenutku inicijalnog kontakta, ako je središnja linija tupa savijena u levu ili desnu stranu, rezultat je „da“. Ako telo nije bočno savijeno, rezultat je „ne“	frontalni	“da”	da=1 ne=0	11
7	Širok razmak stopala	U trenutku dodira podloge stopalom povucite vertikalnu liniju sa vrha	frontalni	“da”	da=1 ne=0	0

Ispitivanje spoljašnjih i unutrašnjih faktora značajnih za povredu prednje ukrštene veze zgloba kolena u sportski aktivnoj populaciji

		ramena prema podlozi. Ako je linija na strani testirane noge unutar od stopala testirane noge, rezultat je "da". Ako je stopalo rotirano put unutra ili spolja, gledajte položaj linije u odnosu na petu.				
8	Uzak razmak stopala	U trenutku dodira podloge stopalom povucite vertikalnu liniju sa vrha ramena prema podlozi. Ako je linija na strani testirane noge spolja od stopala testirane noge, rezultat je "da". Ako je stopalo rotirano put unutra ili spolja, gledajte položaj linije u odnosu na petu.	frontalni	"da"	da=1 ne=0	84
9	Unutrašnja rotacija stopala	Ako se stopalo rotira ka unutra više od 30° između perioda inicijalnog kontakta i maksimalnog pregibanja kolena, rezultat je "da". Ako stopalo nije rotirano put untra više od 30° tokom ovog perioda, rezultat je "ne".	frontalni	"da"	da=1 ne=0	1
10	Spoljašnja rotacija stopala	Ako se stopalo rotira ka spolja više od 30° između perioda inicijalnog kontakta i maksimalnog pregibanja kolena, rezultat je "da". Ako stopalo nije rotirano put spolja više od 30° tokom ovog perioda, rezultat je "ne".	frontalni	"da"	da=1 ne=0	10
11	Simetričan inicijalni kontakt stopala	Ako jedno stopalo dodiruje podlogu pre drugog ili ako jedno stopalo dodiruje podlogu prvo prstima pa onda petom, a drugo prvo petom pa onda prstima, rezultat je "ne". Ako stopala dodiruju podlogu simetrično, rezultat je "da".	frontalni	"ne"	da=0 ne=1	17
12	Promena pregibanja kolena	Ako se koleno testirane noge pregiba više od 45° od inicijalnog kontakta do maksimalnog pregibanja, rezultat je "da". Ako se koleno testirane noge ne pregiba više od 45° od inicijalnog kontakta do maksimalnog pregibanja, rezultat je "ne".	sagitalni	"ne"	da=0 ne=1	74

Ispitivanje spoljašnjih i unutrašnjih faktora značajnih za povredu prednje ukrštene veze zgloba kolena u sportski aktivnoj populaciji

13	Pregibanje u zglobu kuka pri maksimalno savijenom kolenu	Ako je natkolenica testirane noge savijena prema trupu pri maksimalno savijenom kolenu više nego pri inicijalnom kontaktu rezultat je “da”	sagitalni	“ne”	da=0 ne=1	4
14	Pregibanje trupa pri maksimalno savijenom kolenu	Ako je trup u trenutku maksimalno savijenog kolena savijen više nego tokom inicijalnog kontakta, rezultat je “da”. Ako trup nije savijen više, rezultat je “ne”	sagitalni	“ne”	da=0 ne=1	77
15	Valgus ugao kolena pri maksimalnom pregibanju	U trenutku maksimalnog valgus položaja kolena testirane noge povucite vertikalnu liniju kroz centar čašice. Ako linija prolazi kroz palac ili unutar od njega, rezultat je “da”. Ako je linija spolja od velikog prsta, rezultat je “ne”.	frontalni	“da”	da=1 ne=0	38
16	Pomeranje zgloba	Gledajte kretanje zgloba kuka i kolena u sagitalnoj ravni od inicijalnog kontakta do maksimalno savijenog kolena. Ako ispitanik vrši veliko pomeranje trupa, kuka i kolena, skok je “mek”. Ako ispitanik vrši manje pomeranje trupa, kuka i kolena, skok je “prosečan”. Ako ispitanik vrši veoma malo pomeranje trupa, kuka i kolena, skok je “tvrđ”.	sagitalni	tvrđ ili prosečan	mek=0 pro.=1 tvrđ=2	68
17	Generalni utisak	Rezultat je “odličan” ako ispitanik vrši “mek” skok bez pomeranja kolena u frontalnoj ravni. Rezultat je “loš” ako ispitanik vrši tvrđ skok i veliko pomeranje kolena u frontalnoj ravni. Svaki drugi skok je “prosečan”.	sagitalni, frontalni	loš ili prosečan	odl=0 pro.=1 loš=2	85

Biografija

LIČNI PODACI:

Ime: Lazar M. Stijak

Datum rođenja: 22. 04. 1978

JMBG: 2204978162519

Mesto rođenja: Novi Grad, B&H

Adresa: Ljuba Vučkovića 15/26, 11010 Beograd

Telefon: +381 11 3971 710; 063/110-5-330

E-mail: lazar.stijak@gmail.com

Bračno stanje: oženjen, dvoje dece

OBRAZOVANJE:

April, 2011. -

Upisane specijalističke studije iz oblasti „Ortopedija sa traumatologijom“ na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

31. 01. 2011.

Prijavljena izrada doktorske disertacije pod nazivom „Ispitivanje spoljašnjih i unutrašnjih faktora značajnih za povredu prednje ukrštene veze zgloba kolena u sportski aktivnoj populaciji“.

23. 01. 2008.

Odbranjena magistarska teza pod nazivom „Proučavanje anatomskih struktura koje su bitni faktori kod povređivanja prednje ukrštene veze zgloba kolena“

2004 – 2008

Postdiplomske studije iz Kliničke i primenjene anatomije, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Institut za Anatomiju.

2004 Jul

Seminar kontinuirane medicinske edukacije, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet.

1997 – 2003

Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet (prosečna ocena 9.46/10.00).

1993 – 1997

Gimnazija u Kostajnici i Beogradu.

BORAVAK U INOSTRANSTVU

2006 Jun – Oktobar

Kantonal Spital Surssee-Wolhusen, Wolhusen, Schweiz

STIPENDIJE I NAGRADE:

2001

– nagrada Medicinskog fakulteta u Beogradu (pet najboljih studenata četvrte godine)

2002

– Royal Norwegian Embassy stipendija

– Stipendija fondacije “Dr Miloš Smiljković”

RADNO ISKUSTVO:

2011, Januar –

saradnik na projektu III41020 kojim rukovodi prof.dr Branislav Filipović

2009, April – 2010, Decembar

saradnik na projektu 156031 pod nazivom „Starosne i polne morfološke i strukturelne razlike bazalnog telencefalona“ kojim rukovodi prof.dr Branislav Filipović

2008, Novembar -

Asistent Instituta za Anatomiju, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet.

2004, Jun – 2008, Oktobar

Asistent pripravnik Instituta za Anatomiju, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet.

2004 april - jun

Asistent – volonter Instituta za Anatomiju, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet.

1999 – 2003

Demonstrator na Institutu za Anatomiju, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet.

1999 – 2001

Demonstrator na Institutu za Fiziologiju, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet.

ORGANIZACIONA ISKUSTVA

2009-

Sekretar Katedre za Anatomiju

2003

Član Saveta Medicinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu.

LIČNA ISKUSTVA I SPOSOBNOSTI

Član “MENSA” organizacije

JEZICI

Engleski, Nemački

POZNAVANJE KOMPJUTERA

MS Word, Excel, Power point, Adobe Photoshop, Corel draw, Macromedia Flash, Adobe Premiere, SPSS, Sound Forge, Quark XPress.

NAUČNI RAD

RADOVI OBJAVLJENI U ČASOPISIMA CITIRANIM U CC ILI SCI:

1. Nikolić V, Blagojević Z, **Stijak L**, Mališ M, Parapid GT, Stanković G, Spasojević G, Filipović B. The Third Branch of the Main Trunk of the Left Coronary Artery in Cercopithecus aethiops sabaeus. Is the Nonhuman Primate Model Appropriate? Anat Rec (Hoboken). 2011 Aug 1. doi: 10.1002/ar.21445. [Epub ahead of print]
2. **Stijak L**, Blagojević Z, Santrač-Stijak G, Spasojević G, Herzog R, Filipović B. Predicting ACL rupture in the population actively engaged in sports activities based on anatomical risk factors. Orthopedics. 2011;34:431.
3. Spasojević GD, Malobabić S, Sušević D, **Stijak L**, Nikolić V, Gojković I. Morphological variability of the subcallosal area of man. Surg. Radiol Anat. 2011;33:313-8.
4. Gregoric P, Sijacki A, Stankovic S, Radenkovic D, Ivancevic N, Karamarkovic A, Popovic N, Karadzic B, **Stijak L**, Stefanovic B, Milosevic Z, Bajec D. SIRS score on admission and initial concentration of IL-6 as

- severe acute pancreatitis outcome predictors. *Hepatogastroenterology*. 2010; 57(98):349-53.
5. Filipović BR, Đurović B, Marinković S, **Stijak L**, Aksić M, Nikolić V, Starčević A, Radonjić V. Volume Changes of Corpus Striatum, Thalamus, Hippocampus and Lateral Ventricles in Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) Patients Suffering from Headaches and without Therapy. *Cen Eur Neurosurg* 2011;72:133-7.
 6. **Stijak L**, Radonjić V, Nikolić V, Blagojević Z, Herzog R. The position of anterior cruciate ligament in frontal and sagittal plane and its relation with the inner side of the lateral femoral condyle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009;17(8):887-94.
 7. **Stijak L**, Radonjić V, Nikolić V, Blagojević Z, Aksić M, Filipović B. Correlation between the morphometric parameters of the anterior cruciate ligament and the intercondylar width. Gender and age differences. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Jul;17(7):812-7.
 8. Nikolić V, Blagojević Z, **Stijak L**, Radonjić V, Đorđević M, Kovačević D, Filipović B. Myocardial bridges over the ramus interventricularis anterior and its branches in *Cercopithecus Aethiops Sabeus*. *Acta Veterinaria* 2009;59:213-221.
 9. **Stijak L**, Herzog RF, Schai P. Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? : A case-control study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008 Feb;16(2):112-7.

RADOVI OBJAVLJENI U ČASOPISIMA CITIRANIM U BAZI MEDLINE:

1. **Stijak L**, Santrač-Stijak L, Nikolić V, Blagojević Z, Mališ M, Šijački A, Rasulić L, Radonjić V. The Position of Anterior Cruciate ligament in Frontal and Sagittal Plane. *Acta Chir Iugosl*. 2010;57(1):125-130.
2. **Stijak L**, Sladojević M, Nikolić V, Blagojević Z, Šijački A, Đulejić V, Dulić B, Filipović B. Topographic Localisation of Insertion of the Anterior Cruciate Ligament. *Acta Chir Iugosl*. 2010;57(1):121-124.
3. Rasulić L, Samardžić M, Baščarević V, Jovanović M, Mališ M, Nikolić V, Blagojević Z, **Stijak L**. Savremeni trendovi u hirurškom lečenju povreda n. radialis-a udruženih sa povredama nadlaktice. *Acta Chir Iugosl*. 2010;57(1):77-80.
4. Nikolić VT, Karamarković AT, Popović NM, **Stijak L**, Đukić VR, Šijački A, Babić M, Blagojević ZB. Izazovi u unapređenju zbrinjavanja povređenih u Republici Srbiji. *Acta Chir Iugosl*. 2010;57(1):9-13.
5. **Stijak L**, Radonjić V, Aksić M, Filipović B, Sladojević M, Santrač-Stijak G. Correlation between femur's length and morphometric parameters of distal femur important in rupture anterior cruciate ligament. *Acta Chir Iugosl*. 2009;56(2):66-6.
6. **Stijak L**, Radonjić V, Nikolić V, Blagojević Z, Malobabić S, Puškaš L. Morphometric parameters of the intercondylar notch. Gender and age differences. *Acta Chir Iugosl*. 2009;56(1):53-9.
7. **Stijak L**, Nikolić V, Blagojević Z, Radonjić V, Santrač SG, Stanković G, Popović N. Influence of Morphometric intercondylar notch parameters in ACL ruptures. *Acta Chir Iugosl*. 2006 53(4):79-83.

RADOVI OBJAVLJENI U ČASOPISIMA KOJI NISU CITIRANI U BAZI MEDLINE, CC ILI SCI:

1. Mališ M, Lačković V, Oprić D, Rasulić L, Mališ O, **Stijak L**, Tešić J, Đulejić V. Leucin-Enkefalin-ergička imunoreaktivnost amigdaloidnog kompleksa pacova. Medicinska istraživanja. 2006;40:20-28.
2. **Stijak L**, Mališ M, Oprić D, Aksić M, Radonjić V, Puškaš L. Anatomski parametri međukondilarne jame butne kosti značajni za povređivanje prednje ukrštene veze kolena. Medicinska istraživanja. 2007; 41:12-18

RADOVI OBJAVLJENI U OBLIKU IZVODA NA INOSTRANIM KONGRESIMA

1. Santrač SG, Lukić B, **Stijak L**. Uticaj težine arterijske hipertenzije i dužine trajanja oboljenja na pojavu komplikacija na kardiovaskularnom sistemu. Prvi kongres doktora medicine Republike Srpske sa međunarodnim učešćem 2007, zbornik sažetaka.
2. Malobabić S, Radonjić V, **Stijak L**. Ethical issue in anatomical studies in man. XVIII International symposium on morphological sciences 2005. abstract book p.121
3. Mrvaljević D, Mališ M, Jovanović M, Mrvaljević S, Đulejić V, Mališ O, **Stijak L**. Attachments and functions of the bifurcate ligament of the foot. XVIII International symposium on morphological sciences 2005. abstract book p.149
4. **Stijak L**, Santrač G: Sexual activity of young people. 12th Annual International Ain Shams Medical Students Congress, 2004. abstract book p.103
5. Santrač G, **Stijak L**. The nursing and infants add nutrition. 12th Annual International Ain Shams Medical Students Congress 2004, abstract book p.104
6. **Stijak L**. The indobufen effects on thrombocyte aggregation of the rabbit treated with atherogen diet. 11th Annual International Ain Shams Medical Students Congress, 2003.

RADOVI ŠTAMPANI U OBLIKU IZVODA U ZBORNICIMA NACIONALNIH SKUPOVA

1. Santrač SG, Vukanović M, **Stijak L**, Jelečanin B. Uticaj tipa dijabetesa i dužine trajanja oboljenja na pojavu hroničnih komplikacija. XXVIII konferencija opšte medicine Srbije sa međunarodnim učešćem, zbornik sažetaka, Kopaonik 2007, str 191.
2. **Stijak L**, Santrač G. Makromorfologija donje čeonje vijuge velikog mozga čoveka. XLIV Kongres studenata medicine i stomatologije, zbornik sažetaka, Bečići 2003, str. A-7.
3. Santrač G, **Stijak L**. Makromorfologija precentralne vijuge velikog mozga čoveka. XLIV Kongres studenata medicine i stomatologije, zbornik sažetaka, Bečići 2003, str A-6.
4. **Stijak L**, Sremčević N. Istraživanje nataliteta i fertiliteta i faktori koji ih određuju na teritoriji vojvodine od 1989 do 1999 godine. XLII Kongres studenata medicine i stomatologije, zbornik sažetaka, Lepenski Vir 2001, str. 116.

UDŽBENICI I PRAKTIKUMI:

1. **Stijak L**: Anatomski Atlas na CD-u "Ruka". Medicinski fakultet, Beograd 2006.

2. **Stijak L:** Anatomski Atlas na CD-u "Noga". Medicinski fakultet, Beograd 2007.
3. **Stijak L:** Anatomski Atlas na CD-u „Grudni koš“. Medicinski fakultet, Beograd 2007.
4. **Stijak L, Đulejić V, Aksić M:** Anatomski Atlas na CD-u „Abdomen“. Medicinski fakultet, Beograd 2009.
5. Blagotić M, i sar.. Praktični atlas centralnog nervnog sistema, Medicinski fakultet, Beograd 2007.
6. Blagotić M, i sar: Radna sveska za vežbe i seminare iz Anatomije; II semestar. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra anatomije, Beograd 2009.
7. Blagotić M, i sar: Radna sveska za vežbe i seminare iz Anatomije; I semestar. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra anatomije, Beograd 2009.