

# RAZLIKE U FUNKCIONALNOM OPORAVKU NAKON OPERACIJE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE KORIŠTENJEM MEKOTKIVNOG GRAFTA TETIVAMA MIŠIĆA SEMITENDINOSUSA ILI GRACILISA I KORIŠTENJEM LIGAMENTA PATELE

---

Cecelja, Andrija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:994650>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom](#).

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ  
FIZIOTERAPIJA

Andrija Cecelja

RAZLIKE U FUNKCIONALNOM OPORAVKU NAKON OPERACIJE PREDNJE  
UKRIŽENE SVEZE KORIŠTENJEM MEKOTKIVNOG GRAFTA TETIVAMA MIŠIĆA  
SEMITENDINOSUSA ILI GRACILISA I KORIŠTENJEM LIGAMENTA PATELE: rad s  
istraživanjem

Završni rad

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
UNDERGRADUATE PROFESSIONAL STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Andrija Cecelja

DIFFERENCES IN FUNCTIONAL RECOVERY AFTER ANTERIOR CRUCIATE  
LIGAMENT SURGERY USING SOFT TISSUE GRAFT WITH SEMITENDINOSUS OR  
GRACILIS MUSCLE TENDONS AND USING PATELLA LIGAMENT: research

Bachelor thesis

Rijeka, 2023.

Mentor rada: doc.dr.sc. Mirela Vučković, mag. physioth.

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Viši predavač Verner Marijančić, mag. educ. rehab.
2. Viši predavač Kristijan Zulle, mag. physioth.
3. Doc. dr. sc. Mirela Vučković, mag. physioth.

# Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

## Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija
Studij	Prijediplomski stručni studij fizioterapije
Vrsta studentskog rada	Završni rad
Ime i prezime studenta	Andrija Cecelja
JMBAG	0351011528

## Podatci o radu studenta:

Naslov rada	RAZLIKE U FUNKCIONALNOM OPORAVKU NAKON OPERACIJE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE KORIŠTENJEM MEKOTKIVNOG GRAFTA TETIVAMA MIŠIĆA SEMITENDINOSUSA ILI GRACILISA I KORIŠTENJEM LIGAMENTA PATELE
Ime i prezime mentora	Doc. dr. sc. Mirela Vučković
Datum predaje rada	13. rujan 2023.
Identifikacijski br. podneska	2164895426
Datum provjere rada	13. rujan 2023.
Ime datoteke	1Zavr_ni_rad_finalno_Cecelja.docx
Veličina datoteke	1.53M
Broj znakova	56834
Broj riječi	9003
Broj stranica	47

## Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	8
-----------------	---

## Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	13. rujan 2023.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/> DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum

13. rujan 2023.

Potpis mentora

Doc. dr. sc. Mirela Vučković

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Anatomija koljenskog zgloba .....	2
1.2. Ligamenti zgloba koljena.....	3
1.3. Meniskusi zgloba koljena.....	4
1.4. Mišići pokretači koljena .....	5
1.4.1. Kretnje u koljenskom zglobu .....	7
1.5. Prednja ukrižena sveza.....	8
1.6. Mehanizam ozljede prednje ukrižene sveze .....	9
1.6.1. Prevencija ozljeda prednje ukrižene sveze.....	10
1.6.2. Dijagnostika puknuća prednje ukrižene sveze.....	11
1.7. Liječenje puknuća prednje ukrižene sveze .....	11
1.7.1. Operacijska tehnika korištenjem patelarnog presadka (BPTB).....	12
1.7.2. Operacijska tehnika korištenjem mekotkivnog grafta tetiva ST/GR .....	12
1.8. Rehabilitacija nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze .....	13
1.8.1. Početna faza rehabilitacije .....	13
1.8.2. Srednja faza rehabilitacije .....	14
1.8.3. Kasna faza rehabilitacije .....	14
1.8.4. Završna faza rehabilitacije .....	15
1.8.5. Razlike u rehabilitaciji nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze s obzirom na operacijsku tehniku .....	15
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	17
<b>3. ISPITANICI I METODE</b> .....	18
3.1. Ispitanici/materijali .....	18
3.2. Postupak i instrumentarij .....	18
3.3. Statistička obrada podataka .....	19
3.4. Etički aspekti istraživanja.....	19
<b>4. REZULTATI</b> .....	21
4.1. Dob ispitanika.....	21
4.2. Spol ispitanika.....	21
4.3. Rezultati mjerenja opsega pokreta fleksije .....	21
4.4. Rezultati mjerenja opsega oko zgloba .....	22
4.5. Rezultati mjerenja razlike u opsegu pokreta fleksije zgloba koljena pacijenata sa ST/GT graftom i pacijenata operiranih BTB graftom.....	23
4.6. Rezultati mjerenja razlike u opsegu pokreta u smislu ekstenzije zgloba koljena pacijenata sa ST/GT graftom i pacijenata operiranih BTB graftom .....	24

4.7. Prikaz opsega zgloba koljena u centimetrima nakon rehabilitacije.....	24
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>26</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>31</b>
<b>PRIVITCI .....</b>	<b>35</b>
<b>ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>37</b>

## **POPIS KRATICA**

**ACL.** – anterior cruciatum ligament

**BPTB.** - bone-patellar-tendon-bone

**ST.** – semitendinosus

**GT.** – gracilis tendon

**LIG.** – ligament

**M.** – musculus (mišić)

**MM.** – musculi (mišići)

**RHB.** – rehabilitacija



## SAŽETAK

**Uvod:** Ruptura prednje ukrižene svrstava se u najčešće ozljeda koljena. Prednja ukrižena sveza jedna je od glavnih stabilizatora koljena stoga je pravilno liječenje rupture od velike važnosti za pacijenta. Moguća su dva pristupa liječenju – konzervativni i operativni. Dvije najčešće metode operativnog liječenja su rekonstrukcija pomoću patelarnog presadka – BPTB grafta i rekonstrukcija mekotkivnim graftom tetiva mišića ST/GT.

**Metode:** Istraživanje je provedeno u mjesecu srpnju 2023. godine. Podaci su prikupljeni uvidom u fizioterapeutske kartone pacijenata kojima je učinjena rekonstrukcija prednje ukrižene sveze. Za testiranje hipoteza korišteni su t-test za nezavisne uzorke ili neparameterska inačica. Razina statističke značajnosti istraživanja odrediti će se na razini  $p < 0,05$ .

**Rezultati:** U istraživanju je sudjelovalo 60 pacijenata, 42 pacijenta su muškog spola dok ih je 18 ženskog spola. Svi pacijenti su mlađe životne dobi. Istraživanje je pokazalo kako nema statistički značajne razlike u funkcionalnom oporavku nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima.

**Zaključak:** Ne postoji statistički značajna razlika u funkcionalnom oporavku nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze s obzirom na dva operacijska pristupa. U istraživanju su odbačene prve dvije hipoteze, dok je treća hipoteza prihvaćena. U srednjim fazama rehabilitacije u funkcionalnom smislu između graftova nema bitne razlike, te obje metode daju podjednak rezultat.

**Ključne riječi:** BPTB graft, koljeno, mekotkivni graft, prednja ukrižena sveza, rekonstrukcija.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Rupture of the anterior cruciate ligament is one of the most common knee injuries. The anterior cruciate ligament is one of the main stabilizers of the knee, so proper treatment of a rupture is of great importance to the patient. A conservative treatment approach and an operative approach are possible. The two most common methods of operative treatment are reconstruction using a patellar graft - BPTB graft and reconstruction with a soft tissue graft of the tendons of the ST/GT muscles.

**Methods:** The research was conducted in July 2023. Data were collected by reviewing the physiotherapy records of patients who had anterior cruciate ligament reconstruction. The t-test for independent samples or the non-parametric version were used to test the hypotheses. The level of statistical significance of the research will be determined at the  $p < 0.05$  level.

**Results:** 60 patients participated in the study, 42 patients were male and 18 were female. The patients are younger. The research showed that there is no statistically significant difference in functional recovery after the reconstruction of the anterior cruciate ligament using two different approaches.

**Conclusion:** There is no statistically significant difference in functional recovery after anterior cruciate ligament reconstruction with regard to the two operative approaches. In the research, the first two hypotheses were rejected, while the third hypothesis was accepted. At the beginning of rehabilitation, we encounter differences, but already in the middle stages of rehabilitation, in terms of functionality, there is no significant difference between the grafts, and both methods give the same result.

**Key words:** BPTB graft, knee, soft tissue graft, anterior cruciate ligament, reconstruction.

## 1. UVOD

Ozljede prednje ukrižene sveze (*lat. Ligamentum cruciatum anterius – LCA; engl. Anterior cruciate ligament – ACL*) vrlo su česte, posebno kod sportaša. Prema Švedskom nacionalnom registru ozljeda prednje ukrižene sveze može se očekivati kod 81/100 000 stanovnika godišnje, prema objavi iz 2016. godine (1). Kod djece u dobi od šeste godine pa do adolescenata do osamnaeste godine ozljeda ACL– a je puno češća 121/100 000 godišnje (2). U skladu s navedenim raste i broj rekonstrukcija prednje ukrižene sveze. Prema ACL registru SAD-a 2002. rekonstruirano je 61,4/100 000, dok je u 2014. godini rekonstruirano 74,6/100 000, što iznosi povećanje od 22%. Krajem 2014. godine u SAD-u učinjeno je 385 000 rekonstrukcija ACL-a godišnje. Iako danas osim kliničkog pregleda postoji, i znatno je dostupnija dijagnostika pomoću magnetne rezonancije (MR), to je još uvijek ozljeda koja se lako previdi, a nije rijetkost ni da se nepravilno liječi, što kod sportaša, ali i kod prosječne populacije koja je fizički aktivna što može imati negativne posljedice (3).

Kirurška rekonstrukcija prednje ukrižene sveze u koljenu danas je jedna od najčešćih operacija u području sportske traumatologije. Mehanizam ozljede prednje ukrižene sveze je rotacija tijela dok je potkoljenica pričvršćena na podlogu (1). Odabir vrste liječenja ovisi o kliničkom statusu bolesnika, razini tjelesne aktivnosti te dobi. Postoji više operacijskih pristupa rekonstrukcije prednje ukrižene sveze, ali danas se najčešće upotrebljavaju tetive m. semitendinosusa (ST) i m. gracilisa (GT) ili ligamenta patele sa svojim koštanim krajevima. Prednja ukrižena sveza jedna je od glavnih pasivnih stabilizatora koljena, ograničava neželjene kretnje potkoljenice u odnosu na natkoljenu te prekomjernu unutarnju rotaciju u koljenu (2). Uzimanje presatka tetiva ST ili GT pripada mekotkivnim graftovima, a ligament patele je patelarni presadak (*eng. Bone-patellar-tendon-bone graft-BPTB*). Funkcionalni rezultati dobiveni fizioterapijskom procjenom i mjerenjima pružaju kliničarima uvid u status koljenog zgloba. U literaturi se nalaze različita mišljenja autora o tome koji graft pokazuje bolje rezultate nakon operacije (3).

Cilj ovog rada je ispitati postoji li razlika u funkcionalnom oporavku nakon operacije prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima (ST/GT ili BPTB graft), u srednjoj fazi rehabilitacije.

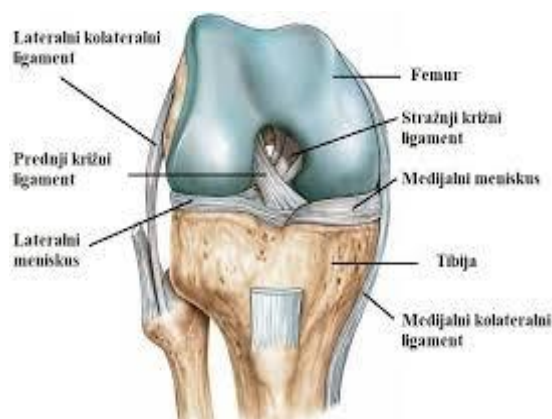
## 1.1. Anatomija koljenskog zgloba

Zglob koljena (*lat. articulatio genus*) najveći je zglob našeg tijela, pokretač je tijela i po svojoj mehanici je *trochoginglymus*, što znači da su u njemu moguće kretnje kutnog zgloba (fleksija i ekstenzija) te kretnje obrtnog zgloba (rotacija). Pri fleksiji zgloba koljena nastaju rotacija i klizna kretanja, a u flektiranom koljenu moguća je i rotacija.

Zglobna tijela su *condyli femoris* i *condyli tibiae* koji su konveksna tijela, a nesklad zglobnih površina usklađuju razmjerno debela hrskavična tijela, menisci. U zglobu koljena osim *femura* i *tibiae* sudjeluje i *patella*, pa u kliničkom smislu govorimo o femoropatelnom zglobu, odnosno zglobu između *femura* i *patellae* (4). Stabilnost zgloba osiguravaju ligamenti i mišićne strukture. Postoje aktivni stabilizatori (mišićno-tetivni sustav) i pasivni (ligamenti, menisci i same koštane strukture) (Slika 1.) (1).

Kondili femura divergiraju distalno i prema natrag i kod toga je lateralni kondil s prednje strane širi nego sa stražnje strane, a medijalni je kondil jednolike širine. U transverzalnoj ravnini kondili su zavijeni oko sagitalne osi. U sagitalnoj ravnini zavijenost prema unatrag je veća, te je zbog toga radijus zakrivljenosti manji. Medijalni kondil je zavijen i oko vertikalne osi. *Facies articulares superiores tibiae* nose kondili, a razdvajaju ih *eminentia intercondylaris* i *areae intercondylares* (4).

Zglobna čahura je mlohava i široka, sa prednje strane je tanka i pojačana je ligamentnim svezama. U prednjoj stijenci zglobne čahure nalazi se *patella* (1).



## Slika 1. Anatomija koljena

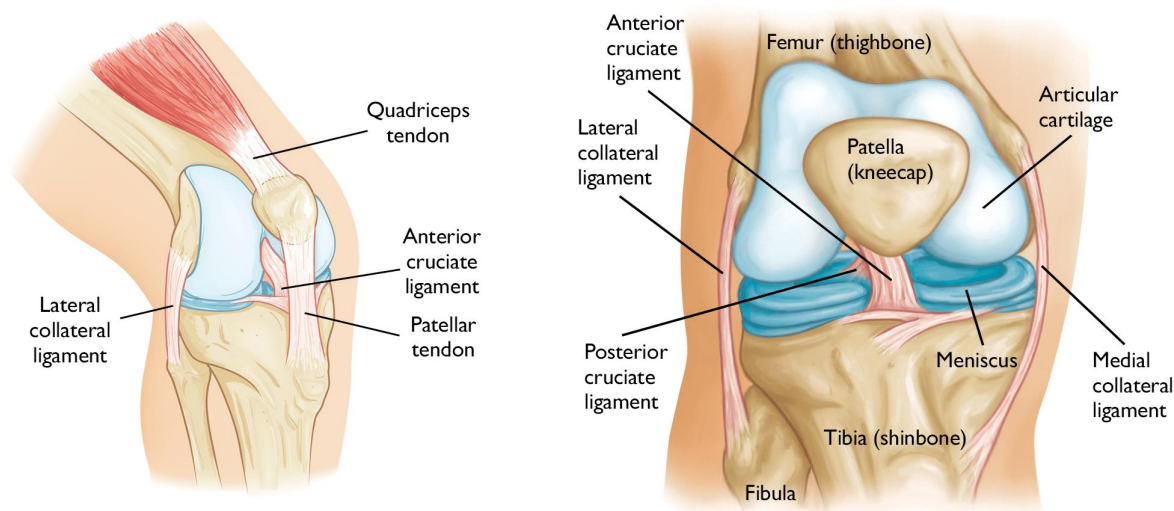
Izvor: : <https://www.pogophysio.com.au/blog/repair-my-ruptured-acl/>

Pristupljeno: 20.7.2023.

### 1.2. Ligamenti zgloba koljena

U koljenskom zglobu zglobne su sveze raspoređene na način da osiguravaju stabilnost i čvrstoću koljena u svim smjerovima (Slika 2.). *Lig. patellae* nastavak je mišića *quadricepsa* i seže od *patellae* do *tuberositas tibiae*. Svojim položajem pojačava zglobnu čahuru. *Lig. collaterale tibiale* trokutasta je sveza ugrađena u membranozni dio zglobne čahure i čvrsto je srasla s medijalnim meniskom. Njezina vlakna polaze s *epicondylusa medialis* i vežu se na *tibiu*. Okrugla sveza *lig. collaterale fibulare* nije sraštena s lateralnim meniskom i polazi od lateralnog epikondila i veže se na *caput fibulae* (4). Kolateralni ligamenti pojačavaju zglobnu čahuru s medijalne i lateralne strane, stabiliziraju koljeno samo kada je u ekstenziji zbog svoje zategnutosti što omogućuje jedino pokret savijanja odnosno fleksije koljena (5). *Lig. collateralis laterallis* urastao je u zglobnu čahuru dok *lig. collateralis medialis* nije u doticaju sa zglobnom čahuricom. *Lig. collateralis medialis* ima funkciju održavanja stabilnosti zgloba u smislu da ne dopušta valgus položaj koljena, te daje stabilnost koljenu u fleksiji preko 60 stupnjeva. *Lig. collateralis laterallis* ne dopušta tibijalnu translaciju posteriorno, vanjsku rotaciju i varus položaj koljena (1).

Na stražnjoj strani nalazimo *lig. popliteum obliquum* koji je lateralni izdanak tetive *m. semimembranosus* i usmjeren je lateralno i proksimalno. *Lig. popliteum arcuatum* polazi s vrha *caput fibule* te ukrižuje tetivu *m. popliteus* i priključuje se u zglobnu čahuru. Ukrižene sveze (*lat. ligg. cruciata*) leže intrakapsularno te održavaju stalan doticaj zglobnih ploha pri rotaciji. Prednja ukrižena sveza, *lig. cruciatum anterius* polazi od *area intercondylaris anterior tibiae* i seže do unutrašnje plohe *condylus laterallis femura*. *Lig. cruciatum posterius* snažniji je nego prednja ukrižena sveza i polazi od lateralne plohe *condylus medialis femura* te seže do *area intercondylaris posterior* (4). S biomhantičke strane gledano, prednja ukrižena sveze sprječava hiperekstenziju u koljenu te ograničava unutarnju rotaciju, dok stražnja ukrižena sveza sprječava pomak *tibiae* unatrag te vanjsku rotaciju (1).



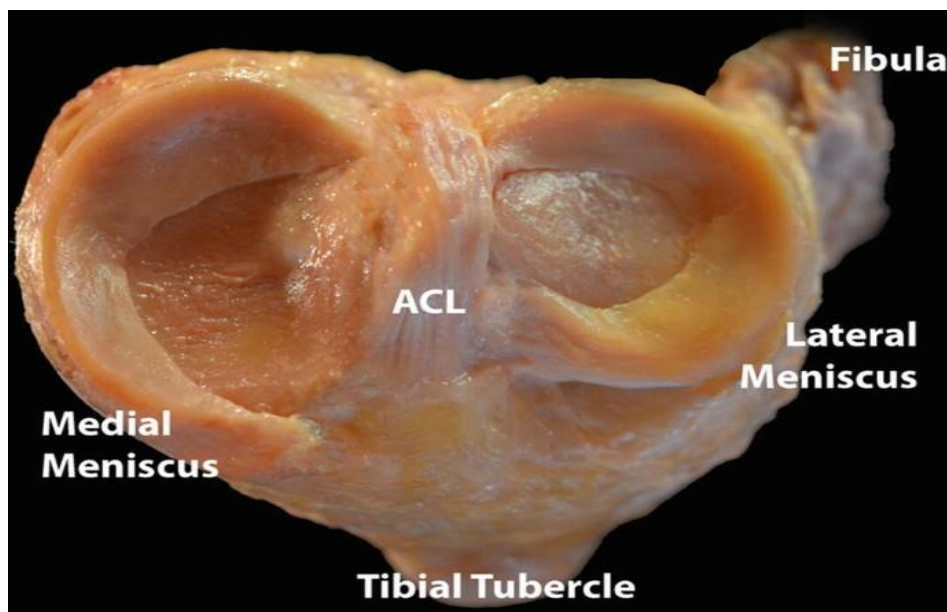
Slika 2. Prikaz ligamenata koljena

Izvor: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/common-knee-injuries/>

Pristupljeno: 20.7.2023.

### 1.3. Meniskusi zgloba koljena

Uloga meniskusa koljena je da rasterećuju koljenski zglob na način da povećavaju površinu opterećenja nadopunjujući prostor između dva konveksna tijela (4). Pomični su prema podlozi koju čini *tibia*. Krvlju ih opskrbljuje *aa. genus inferiores*. Meniskuse izgrađuje vezivno tkivo s hrskavičnim stanicama koje su uložene u kolagena vlakna. Kolagena vlakna dijele se na čvršća koja slijede oblik meniskusa i razapeta su između njegovih pričvrstnih mjesta te na slabija vlakna. Slabija vlakna usmjerena su zrakasto od središnje zamišljene točke te se isprepliću s uzdužnim vlaknima što je razlog češćeg nastanka lučne uzdužne pukotine nego poprječni rascjepa meniska (6). *Meniscus medialis* je polumjesečastog oblika te je straga širi nego sprijeda i srastao je s *lig. collaterale tibiale*. Budući da su mu hvatišta udaljena gibljiv je mnogo manje u odnosu na *meniscus lateralis* te je posljedično tome njegovo oštećenje dvadeset puta učestalije. Najveći pomak i naprezanje *meniscus medialis* događa se kod rotacije potkoljenice prema van, a rasterećenje kod rotacije prema unutra. *Meniscus lateralis* okruglast je i jednake širine te su mu pričvrstna mjesta vrlo blizu (Slika 3.). Nije srastao s *lig. collaterale fibulare* te je zbog toga mnogo pomičniji i rasterećeniji kod kretnji za razliku od medijalnog meniska (4).



Slika 3. Gornja strana *tibie* sa meniskusima koljena (kadaver)

Izvor: [https://www.google.com/search?sca\\_esv=562123659&sxsrf=AB5stBhqmV5Ma-OyeBnNGXGasLv7nUIVrg:1693636140347&q=meniscus+cadaverus&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwiUp5ikpouBAxX3gf0HHdNRDHgQ0pQJegQIDRAB&biw=1536&bih=747&dpr=1.25#imgrc=IMfvHVYs8xVr4M](https://www.google.com/search?sca_esv=562123659&sxsrf=AB5stBhqmV5Ma-OyeBnNGXGasLv7nUIVrg:1693636140347&q=meniscus+cadaverus&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwiUp5ikpouBAxX3gf0HHdNRDHgQ0pQJegQIDRAB&biw=1536&bih=747&dpr=1.25#imgrc=IMfvHVYs8xVr4M)

Preuzeto: 20.7.2023.

#### 1.4. Mišići pokretači koljena

Koljenski zglob najveći je zglob u ljudskom tijelu. Mišići koji pokreću koljeno su također i njegovi aktivni stabilizatori te njihova jakost u velikoj mjeri pridonosi stabilnosti zgloba koljena. Mišići koljena mogu se podijeliti na mišiće prednje strane (Slika 4.) i mišiće stražnje strane koljena (7) (Tablica 1) (Slika 5).

**Tablica 1.** Mišići zgloba koljena i njihova funkcija

MIŠIĆI	FUNKCIJA
M. quadriceps femoris	Ekstenzija
M. sartorius	Unutarnja rotacija i fleksija
M. gracilis	Unutarnja rotacija i fleksija
M. biceps femoris	Vanjska rotacija i fleksija
M. semitendinosus	Unutarnja rotacija i fleksija

M. semimembranosus	Fleksija i unutarnja rotacija
M. popliteus	Unutarnja rotacija i fleksija
M. tensor fasciae latae	Ekstenzija i vanjska rotacija
M. gastrocnemius	Fleksija



Slika 4. Mišići prednje strane koljena

Izvor: <https://www.visiblebody.com/blog/learn-muscle-anatomy-knee-joint-group>

Preuzeto: 20.7.2023.





Slika 5. Mišići stražnje strane koljena

Izvor: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/hamstring-muscle-injuries/>

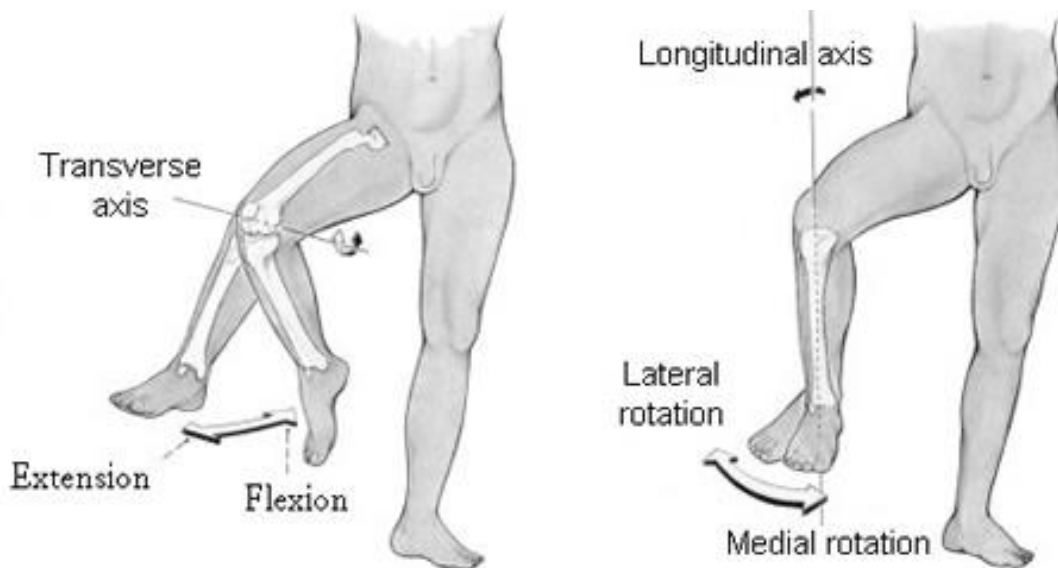
Preuzeto: 20.7.2023.

#### 1.4.1. Kretnje u koljenskom zglobu

Oko poprečne osi u koljenskom zglobu odvijaju se pokreti fleksije i ekstenzije, a u položaju fleksije mogući su pokreti rotacije oko osi potkoljenice. Kada je koljeno ispruženo napete su kolateralne sveze i prednja ukrižena sveza.

Opseg normalne ekstenzije iznosi  $180^\circ$ , a fleksije oko  $135^\circ$ . Pri flektiranom koljenu gotovo su sve sveze mlohavne i u položaju fleksije mogući su pokreti pronacije i supinacije koje usklađuju ukrižene sveze (8). Supinaciju ograničavaju ukrižene sveze svojom napetošću, a pronaciju *lig. collaterale tibiale* uz pomoć *lig. collaterale fibulare* na isti način.

Pronacija u zglobu koljena je moguća do  $15^\circ$ , dok je supinacija moguća do oko  $40^\circ$  (Slika 6.). Zbog ukošenoga smjera ukriženih sveza u svakom je položaju napeta jedna sveza ili dio sveze te ta napeta sveza preuzima vođenje zgloba ako su kolateralne sveze oslabljene. U pokretima pronacije i supinacije po kosti *tibiae* kreću se *femur* i *menisci*, a pri fleksiji i ekstenziji kreće se *femur* klizeći po meniscima (9).



Slika 6. Pokreti u zglobu koljena

Izvor: <https://mychirocare.sg/knee-anatomy-knee-structure-and-function/>

Preuzeto: 21.7.2023.

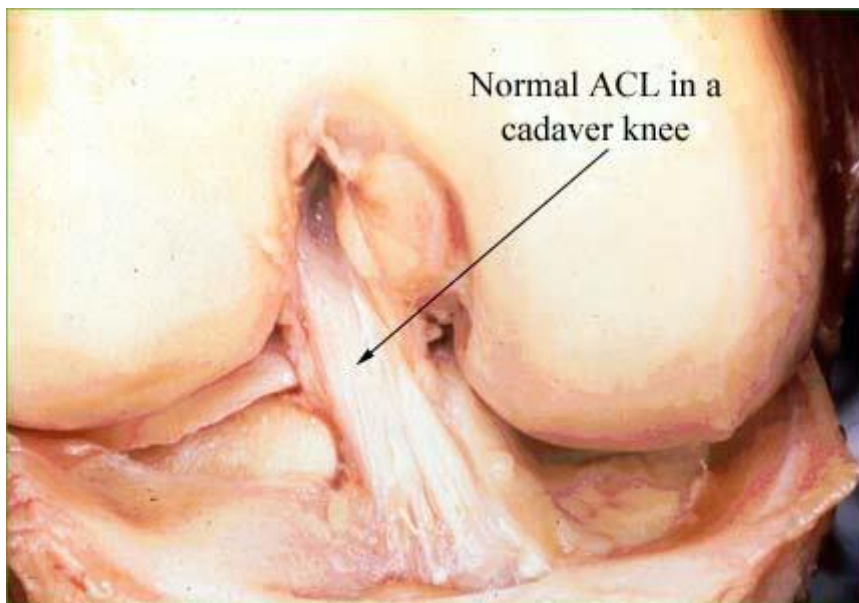
### 1.5. Prednja ukrižena sveza

Prednju ukriženu svezu čine dva snopa, anteromedijalni i posterolateralni. Anteromedijalni stabilizira koljeno više u sagitalnoj ravnini, a posterolateralni više u vodoravnoj ravnini, odnosno sprječava rotacijsku nestabilnost. Prednja ukrižena sveza polazi s eliptične površine 15 do 20 mm u području posteromedijalne ploštine lateralnog kondila femura i proteže se prema dolje i medijalno te ima hvatište u interkondilarnoj zoni tibie, između oba roga meniska. U položaju ekstenzije anteromedijalne niti se hvataju na femuru proksimalnije, dok su posterolateralne nešto distalnije (Slika 7.).

Anteromedijalni snop primarno kontrolira prednju subluksaciju *tibie*, a posterolateralni kontrolira rotacijsku stabilnost koljena (10). Ukriženi ligamenti s prednje su strane pokriveni sinovijalnom membranom, stoga se oni nalaze intraartikularno ali ekstrasinovijalno. Tijekom ekstenzije prednja ukrižena sveza svojim položajem (oslanja se na krov interkondilarne jame), i napetošću sprječava hiperekstenziju.

Ispitivanje kretnji koljena na kadaverima pokazalo je kako se kretnja koljenskoga zgloba održava nakon uklanjanja svih mekih dijelova osim kolateralnih ligamenata i ukriženih sveza. Uklone li se kolateralni ligamenti doći će do varus ili valgus laksiteta, ali kretnje koje su

osnovne će se održati i samo uz prisutnost ukriženih sveza (9). Ukrižene sveze čine tzv. *central pivot* (središnji stožac), budući da imaju ključnu ulogu u stabilnosti koljena i osiguravaju djelomično klizanje, a i valjanje zglobnih tijela (jer je površina zglobnih tijela *femura* veća od platoa *tibiae*). U svakom određenom stupnju savijanja, odnosno fleksije koljena, ukrižene sveze zategnute su na način da se u svakom stupnju nateže drugi fibrozni snopić koji gradi ukrižene sveze (11).



Slika 7. Prikaz prednje ukrižene sveze na kadaveru sa prednje strane koljena u fleksiji

Izvor: <https://www.ericmakhnimd.com/sports-medicine-joint-preservation-surgeon-troy-west-bloomfield-mi-acl-tear.html>

Preuzeto: 21.7.2023.

### 1.6. Mehanizam ozljede prednje ukrižene sveze

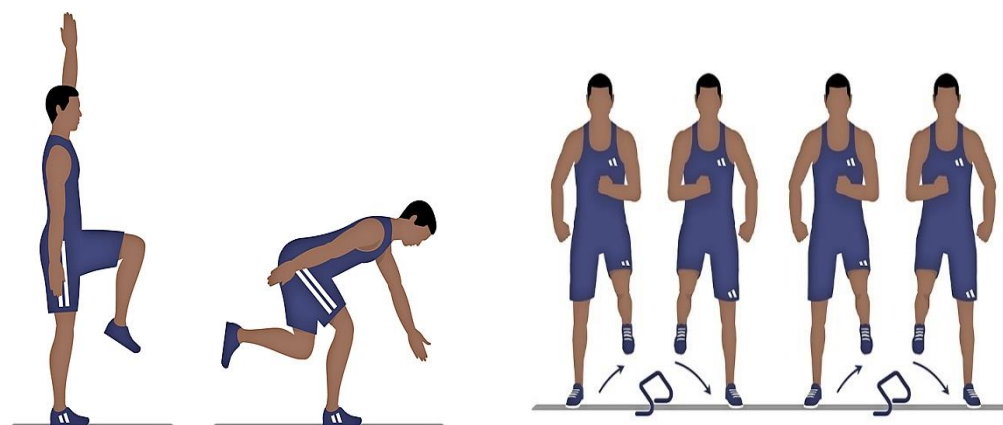
Postoji nekoliko mehanizama ozljeđivanja prednje ukrižene sveze. Sama izolirana ozljeda prednje ukrižene sveze nastaje kao posljedica iznenadne deceleracije. Najčešće kod npr. skijaša prilikom spusta ili slaloma, gdje dolazi do jake i vrlo snažne kontrakcije *m. quadricepsa* te dolazi do prednje subluksacije tibije (12). Česta je pojava ozljeda prednje ukrižene sveze i u doskoku, posebno kod sportašica, jer je dokazano kako žene rade doskok u većoj ekstenziji od muškaraca (12). Do puknuća također može i doći kod jake hiperekstenzije koljena (npr. udarac

lopte u prazno). Kod takvih mehanizama prednja ukrižena sveza oslanja se na krov *areae intercondylaris* i sprječava hiperekstenziju, a ukoliko se ona dogodi dolazi do njenog pucanja.

Ozljede ACL-a udružene sa ozljedama drugih struktura koljena (menisk, kolateralni ligamenti...) nastaju kod položaja semifleksije koljena koje je u vanjskoj rotaciji i abdukciji, kada se trup naglo zarotira prilikom učvršćenog stopala za podlogu. Tom prilikom najprije puca medijalni kolateralni ligament, a ako se naprezanje nastavi puca i prednja ukrižena sveza. Takvim mehanizmom pucaju i pasivni stabilizatori koljena medijalne strane, uključujući medijalni i lateralni menisk (13).

#### *1.6.1. Prevencija ozljeda prednje ukrižene sveze*

Strategije za prevenciju ozljeda ACL- a uključuju cijeli niz kinezioloških i rehabilitacijskih postupaka kao što je pravilno istežanje i zagrijavanje, neuromuskularni trening (Slika 8.), trening propriocepcije, pliometrijske vježbe, trening ravnoteže i koordinacije, trening brzine, trening jakosti, vježbe za jačanje trupa (14) i trening dinamičke stabilizacije koji dokazano smanjuju rizik od ruptur prednje ukrižene sveze kod sportaša (15). Od velike je važnosti priprema i zagrijavanje sportaša za sportsku izvedbu. Trenažni procesi moraju biti pravilni i prilagođeni biomehanici sporta u kojem sportaš djeluje. Naglasak mora biti na pravilnom istežanju i jačanju mišića stražnje lože natkoljenice koji moraju biti jednake jačine kao *m. quadriceps*. Kod prevelike snage *m. quadricepsa*, kada je stražnja loža preslaba dolazi do neravnomjerne raspodjele snage, što dovodi do stresa na prednju ukriženu svezu i njezinu potencijalnu ozljedu (15). Od treninga koji se mogu primijeniti u prevenciji preporuča se i pliometrijski trening. Autori u više istraživanja o prevenciji ozljeda ligamenata koljena naglašavaju važnost smanjenja valgus momenta kod doskoka (8,9). Kao dodatni postupci u prevenciji ozljede ACL-a, ali i brojnih drugih ozljeda, potrebno je voditi računa o pravilnom odabiru obuće u kojoj se trenira te o podlozi na kojoj se trenažni proces provodi.



Slika 8. Neuromuskulatorni trening

Izvor: <https://napervillemagazine.com/neuromuscular-training/>

Preuzeto: 24.7.2023.

### 1.6.2. Dijagnostika puknuća prednje ukrižene sveze

Prvi korak u postavljanju dijagnoze puknuća prednje ukrižene sveze je uzimanje anamneze i klinički pregled. Pacijenti najčešće mehanizam ozljede prednje ukrižene sveze opisuju kao jaku bol kod doskoka ili rotacije (moguće i oboje) te imaju osjećaj da je koljeno „iskočilo“ i postalo nestabilno. Najčešće je prisutna i oteklina koljenog zgloba koja može dodatno otežavati klinički pregled uz povišen tonus mišića. Pozicija ozljeđenog koljena je u semifleksiji, otečeno je i bolno (16). Klinički testovi koji se izvode kod sumnje na puknuća prednje ukrižene sveze su test prednje ladice, Lachmanov test i pivot shift test. U nekim situacijama primjenjuje se i obrnuti pivot shift test i Jerk test. Test prednje ladice kod akutnih ozljeda često je negativan zbog već spomenutog spazma mišićature. Nakon kliničke obrade i standardne radiološke obrade ponekad je potrebno učiniti i magnetnu rezonancu (MR) (17).

### 1.7. Liječenje puknuća prednje ukrižene sveze

Nakon akutne ozljede liječenje može biti konzervativno i operativno. Odabir vrste liječenja ovisi o više faktora. Potrebno je ustanoviti stupanj puknuća tj. u kojoj veličini je došlo do prekida kontinuiteta udruženih vlakana prednje ukrižene sveze, tzv. rupture. Postoji mogućnost parcijalne rupture prednje ukrižene sveze gdje nestabilnost koljena nije izražena u tolikoj mjeri

kao kod totalne ruptуре. Odabir vrste liječenja ovisi i o dobi pacijenta, ali i aktivnostima kojima se bavi u svakodnevnom životu. Pacijentima starije životne dobi koji nisu aktivni u velikoj mjeri već se bave umjerenim tjelesnim aktivnostima preporuča se konzervativno liječenje (18). Konzervativno liječenje može se primijeniti i kod svih pacijenata koji se ne bave aktivnostima kod kojih bi moglo doći do ponovne dislokacije koljena.

Glavni cilj konzervativnog liječenja je jačanje aktivnih stabilizatora koljena, ali i cijele noge kako bi se u što većoj mjeri povećala stabilnost koljena. Imobilizacija kod konzervativnog liječenja ima smisla nekoliko dana nakon akutne ozljede dok se bolovi ne smire, a nakon toga nastavlja se s fizikalnim terapijama i rehabilitacijskim intervencijama (16).

Kirurško liječenje puknuća prednje ukrižene sveze indicira se kod mlađih osoba, kod sportaša te kod osoba koje se intenzivno bave nekom vrstom tjelesne aktivnosti, a nisu sportaši. Povratak aktivnostima svakodnevnog života nakon kirurškog liječenja ACL-a očekuje se nakon 3-6 mjeseci. Dvije najčešće korištene operacijske tehnike su uzimanje mekotkivnog grafta tetiva ST/GT ili patelarni presadak korištenjem ligamenta patele (BPTB) graft (19).

#### *1.7.1. Operacijska tehnika korištenjem patelarnog presadka (BPTB)*

Insercija za uzimanje grafta (presadka) učini se od vrha patele do *tuberositas tibiae*. Uzdužno se odvaja srednja trećina ligamenta *patellae*. Presijeca se fascija i dolazi se do *lig. patellae*, uzdužno se odvaja srednja trećina ligamenta. Koštani dijelovi presadka oblikuju se u cilindre. Na krajeve presadka uvodi se konac kroz otvore u kostima. Učine se otvori na kondilima femura u položaju fleksije od 120 stupnjeva u koljenu te se konci provlače kroz otvore. Nakon toga učine se otvori na tibii kroz koje se uvede presadak. Posebno je važno pogoditi anatomska hvatišta ligamenta na kostima. Pričvrsti se sidrima i vijcima. Oštećena prednja ukrižena sveza se uklanja. Koljeno nakon završenog cijelog zahvata mora biti stabilno i punog opsega kretnje. BTB graft po svojoj je građi čvršći nego mekotkivni graft tetiva ST/GT (20).

#### *1.7.2. Operacijska tehnika korištenjem mekotkivnog grafta tetiva ST/GR*

Kao presadak služe tetive *m. semitendinosusa* i *m. gracilisa* koje se uzimaju kroz mali rez na natkoljenici sa stražnje strane. Fascija se presiječe između tetiva *m. graciliisa* i *m. semitendinosusa*. Uvede se instrument i učini se oslobađanje tetive. Presadak prolazi pripremu

za presađivanje, tetive se presaviju da se dobije četverostruki presadak. Presadak se uvede kroz učinjene kanale na kostima te se proksimalno fiksira zaključavajućim gumbom, a distalno pomoću resorptivnog interferentnog vijka. Pokušava se očuvati što veći dio ligamenta na proksimalnom hvatištu zbog bolje vaskularizacije. Cilj rekonstrukcije je što više se približiti anatomskim hvatištima i pravilno zategnuti ligamentni presadak. Na kraju se obavi kontrola položaja fiksiranog presatka i stabilnost koljena (21).

### *1.8. Rehabilitacija nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze*

Ukoliko postoji mogućnost preporuča se da pacijent prije samog zahvata rekonstrukcije prednje ukrižene sveze učini prijeoperacijsku pripremu. Istraživanja provedena 2018. godine u Melbourne Sports Medicine Centru pokazuju kako pacijenti koji su postigli punu funkciju koljena prije operacije te vratili snagu *m. quadricepsa* i smanjili oteklinu pokazuju bolje rezultate nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze od onih koji nisu odradili prijeoperacijsku pripremu (22).

#### *1.8.1. Početna faza rehabilitacije*

U početnoj, ranoj fazi rehabilitacije važno je što prije vertikalizirati pacijenta. Pacijentu se ovisno o vrsti operacijske tehnike, liječniku koji je operirao pacijenta te rehabilitacijskom programu, pokazuje trotaktni hod i opterećenje na operiranu nogu. U velikom broju slučajeva pacijent dobije ortoza. Pacijent se mobilizira u dopuštenim granicama pasivno i aktivno. U teoretskom smislu u punoj ekstenziji pacijent bi na operiranu nogu mogao stati cijelom težinom. Koljeno se razgibava te se od početka inzistira na punoj ekstenziji koljena. Vršiti se mobilizacija *patellae*. U ranoj fazi, kada pacijent miruje noga se postavlja na povišenu poziciju kako bi se spriječilo oticanje koljena i potkoljenice te se koriste različiti modalitet krioterapije. Opseg pokreta fleksije bi trebao unutar 3-4 tjedna doći do 90 stupnjeva, naravno u ovisnosti o kliničkoj slici i mogućnostima pacijenta te u dogovoru s liječnikom koji je izveo operacijski zahvat. U početku rehabilitacije od velike su važnosti izometričke vježbe za *m. quadriceps* zbog njegove atrofije nakon kirurškog zahvata. Najviše atrofira njegova medijalna glava, pa se na nju skreće više pozornosti. Na *m. quadriceps* stavlja se i elektrostimulacija. Uz *m. quadriceps* jačaju se i svi ostali mišići natkoljenice i potkoljenice (23).

### *1.8.2. Srednja faza rehabilitacije*

U srednjoj fazi rehabilitacije (od 3./4. do 6./8. tjedna od operacije) najveći je naglasak na dobivanju većeg opsega pokreta u koljenu, što se postiže vježbama za povećanje opsega pokreta i istezanjem. Uz navedene vježbe radi se i na ravnoteži, koordinaciji te je neizostavno uključenje vježbi za propriocepciju. Ukoliko pacijent nije postigao punu ekstenziju cilj je dobivanje ekstenzije u punom opsegu pokreta. Provode se vježbe jačanja mišića s većim opterećenjem. Pacijent počinje voziti sobni bicikl. Vježbe u vodi su dopuštene nakon vađenja šavova. Vježbe koje se počinju izvoditi su mini čučnjevi i iskoraci u mjeri koliko bolovi i mišići dopuštaju. Pacijent se podiže na prste te time jača mišiće stražnje strane potkoljenice. Prilagođenim vježbama jačaju se mišići abduktori kuka te mišići trupa.

U ovoj fazi naglasak je i na postizanju normalnog hoda postupno bez štaka. U trećem i četvrtom tjednu napreduje se s opterećenjem ekstremiteta te se počinju izvoditi aktivne vježbe zatvorenog kinetičkog lanca kao što su polu čučanj u opsegu pokreta od 0° do 30° fleksije potkoljenice te podizanje na prste. Također, može se započeti s bilateralnim vježbama, a kasnije napredovati prema unilateralnim vježbama. Podizanje ispružene noge radi se u svim ravninama te se započinje s progresivnim vježbama za fleksore potkoljenice s malim otporom (23). Zapčinje se s postepenim i prilagođenim izvođenjem aktivne ekstenzije potkoljenice u otvorenom kinetičkom lancu. Nadograđuju se sve vježbe iz prve faze.

### *1.8.3. Kasna faza rehabilitacije*

U kasnoj fazi rehabilitacije (od 8. do 12. tjedna od operacije) pacijent radi naprednije vježbe ravnoteže i propriocepcije. Pojačavaju se neke od vježbi iz prethodne faze. Pacijent sve više povećava jakost mišića, fleksibilnost i opseg pokreta. Između osmog i desetog tjedna uspostavljena je dobra revaskularizacija presatka te su dopuštene napornije terapijske vježbe s manje ograničenja. Ciljevi su: postići potpunu aktivnu ekstenziju potkoljenice te normalan pokret fleksije potkoljenice, normalan obrazac hoda bez uporabe pomagala za hod i ortoze, nastavak poboljšavanja neuromišićne kontrole, propriocepcije i ravnoteže te ponovno uspostavljanje kardiorpulmonalne sposobnosti koje su postojale prije ozljede.



U ovoj fazi u fizioterapijske intervencije ubrajaju se izometrijske vježbe u raznim položajima i pod različitim kutovima, napredne vježbe jačanja u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu, progresivan trening s otporom, vježbe fleksibilnosti, trening izdržljivosti na sobnom biciklu te proprioceptivni trening (24). U kineziterapijskom smislu izvode se napredne vježbe za povećanje snage, tehnike proprioceptivne neuromišićne facilitacije, napredovanje s vježbama za povećanje fleksibilnosti i izdržljivosti. Na kraju ove faze započinje se s programom brzog hoda ili jogging te s pliometrijskim treningom.

#### *1.8.4. Završna faza rehabilitacije*

U završnoj fazi rehabilitacije (od 12. do 24. tjedna od operacije) pacijent postepeno vraća jakost mišića koju je imao prije operacije i nastavlja s naučenim vježbama za jačanje i povećanje fleksibilnosti. Na vježbama ravnoteže i proprioceptivne sada je najveći naglasak kako bi se postigla što veća stabilnost koljena te se prevenirala ponovna ozljeda. U ovoj fazi počinju lagane blaže sportske aktivnosti (vožnja bicikla, preskakanje užeta..). Provode se izokinetičke vježbe *m. quadricepsa* i *mm. hamstringsa*. Kod sportaša počinju individualni treninzi sa postepenim pojačanjem tempa. Počinje trčanje s postepenim povećanjem intenziteta. Izvode se pliometrijski treninzi i treninzi specifični za sport kojem se sportaš bavi (25).

#### *1.8.5. Razlike u rehabilitaciji nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze s obzirom na operacijsku tehniku*

Pristup rehabilitaciji nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze ovisi o vrsti kirurške tehnike kojom je prednja ukrižena sveza rekonstruirana. U početku rehabilitacije (prvih 3 do 4 tjedna) pristup i cilj rehabilitacije kod svih tehnika su vrlo slični. Važno je smanjiti bolnost korištenjem analgetika i fizioterapijskih modaliteta.

Kod kirurške tehnike korištenja patelarnog presadka (BPTB grafta) u srednjoj fazi rehabilitacije nakon 4 tjedana treba oprezno napredovati s vježbama za *m. quadriceps femoris*. Tijekom spuštanja u čučanj iz uspravnog položaja koljena nikako ne bi trebala dolaziti u anteriorni položaj u odnosu na nožne prste jer takav položaj povećava djelovanje sila na *tibiu* i potencijalno pretjerano opterećuje mjesto fiksacije presatka. Treba izbjegavati vježbe jačanja *m. quadricepsa* zatvorenog kinetičkog lanca u opsegu pokreta između 60° i 90° fleksije

potkoljenice (22). BPTB graft je čvršći od ST/GT grafta te se kod takve rehabilitacije u fazi povratka aktivnostima ( 5 do 6 mjeseci od operacije) nešto ranije može početi sa laganim trčanjem, skokovima i doskocima te pliometrijskim treningom. Kod BPTB grafta je češća pojava prednje koljenske boli, zbog koje pacijent nije u mogućnosti nastaviti s rehabilitacijom i izvoditi vježbe koje bi bez pojave boli izvodio bez poteškoća. Ukoliko se bol pojavi ona se tretira fizikalnim procedurama kako bi je eliminirali i nastavili s rehabilitacijom (23). U rehabilitaciji koljena kod korištenja GT/ST grafta za rekonstrukciju prednje ukrižene sveze u srednjoj fazi preporučljivo je sporije napredovati kada prelazimo na aktivno jačanje mišićne mase (6 tjedana od operacije) u usporedbi sa patelarnim presatkom. Također potrebno je postupno napredovati s vježbama za fleksore potkoljenice ako je uzet dio tetive *mm. hamstringsa*, zbog bolnosti na mjestu uzimanja tetiva. U početku postoji jaka bolnost kod izvođenja fleksije potkoljenice kod mekotkivnog presatka te se stoga preporučaju laganije vježbe i postupno povećanje opsega pokreta i opterećenja (22). Bitno je naglasiti kako se veći otpor daje tek u srednjoj fazi rehabilitacije. S opterećenjem na stražnju ložu treba biti oprezan, bitna je postepena progresija zbog rizika od ruptur mišića stražnje lože (24).

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

Cilj istraživanja je ispitati postoji li razlika u funkcionalnom oporavku nakon operacije prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima (ST/GT ili BPTB graft), u srednjoj fazi rehabilitacije.

C1- ispitati razliku u opsegu pokreta u smislu fleksije zgloba koljena pacijenata sa ST/GT graftom i pacijenata operiranih BTB graftom.

C2-ispitati razliku u opsegu pokreta u smislu ekstenzije zgloba koljena pacijenata sa ST/GT graftom i pacijenata operiranih BTB graftom.

C3-ispitati razliku u oteklini zgloba koljena tri mjeseca nakon operacijskog zahvata prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima (ST/GT ili BTB graft).

H1- ispitanici operirani BTB graftom imaju veći opseg fleksije od ispitanika operiranih ST/GT graftom.

H2- ispitanici operirani ST/GT graftom imaju bolju ekstenziju od ispitanika operiranih BTB graftom.

H3- nema razlike u oteklini zgloba koljena tri mjeseca nakon operacijskog zahvata prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima (ST/GT ili BTB graft).

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. *Ispitanici/materijali*

Za potrebe ovog istraživanja pretraživala se bolnička baza podataka i fizioterapeutske kartone Klinike za ortopediju Lovran. Podaci ispitanika su uzeti prigodnim odabirom, a ukupni broj je 60, u svakoj skupini 30 ispitanika neovisno o dobi i spolu. Kriterij uključivanja pacijenata u istraživanje je izolirana ruptura prednje ukrižene sveze koja je liječena kirurški korištenjem tetive mišića semitendinosusa ili gracilisa i korištenjem patelarne tetive i ispitanici operirani u posljednje tri godine u Klinici za ortopediju Lovran.

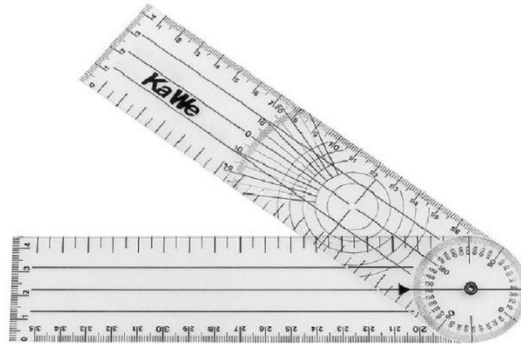
Kriteriji isključenja iz studije su konzervativno liječenje rupture prednje ukrižene sveze, operacijski tretirana ruptura prednje ukrižene sveze nekom drugom tehnikom te ispitanici operirani u nekoj drugoj ustanovi. Istraživanje je provedeno tijekom mjeseca srpnja 2023. godine.

#### 3.2. *Postupak i instrumentarij*

Prikupljanje podataka odvijalo se uvidom u bolničku bazu i fizioterapeutske kartone ispitanika koji su proveli rehabilitaciju nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta dvama pristupima (ST/GT ili BPTB graft) u Klinici za ortopediju Lovran. U Klinici pacijente koji dolaze na rehabilitaciju fizioterapeut funkcionalno procjenjuje na početku, u sredini te na kraju rehabilitacijskog tretmana i svi podaci upisuju se u fizioterapeutske kartone. U ovom istraživanju koristilo se završno mjerenje nakon provedene rehabilitacije. U koljenom zglobu mjeri se opseg pokreta fleksije i ekstenzije zgloba, klasičnim dvokrakim goniometrom. Goniometar je medicinski kutomjer kojim se mjeri opseg pokreta u zglobu te je jednostavno primjenjiv (Slika 9.). Mjerenje opsega pokreta provodi se u ležećoj poziciji. Fleksija koljena mjeri se na trbuhu, a ekstenzija na leđima. Opseg koljena također se mjeri na leđima centimetarskom vrpcom preko sredine patele te nam to ukazuje je li prisutna oteklina zgloba, a uspoređujemo je sa zdravom nogom. Centimetarska vrpca postavlja se oko sredine koljena za mjerenje oteklina zgloba i 10 cm iznad zgloba koljena kako bi izmjerili opseg natkoljene muskulature.

Kvaliteta istraživanja osigurala se objektivnim, standardnim mjernim instrumentima. Mogući problemi koji bi se mogli javiti su nepotpuna dokumentacija, ali zbog toga će se uzeti veći broj

ispitanika. Ograničenje studije je relativno mali uzorak ispitanika te se rezultati neće moći generalizirati.



Slika 9. Goniometar

Izvor: <https://festtashop.hr/shop/dijagnosticki-instrumenti/ostalo-dijagnosticki-instrumenti/goniometar-2/>

Preuzeto: 22.7.2023.

### *3.3. Statistička obrada podataka*

Sve pronađene numeričke vrijednosti pohranile su se u Microsoft Office Excel 2016 i Statistica (Version 13.5.0.17, 1984-2018 TIBCO Software Inc). Varijabla spol se opisala frekvencijama, a dob, opseg pokreta ekstenzije i fleksije koljenog zgloba i opseg oko i iznad zgloba koljena aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Normalnost distribucije testirala se Shapiro-Wilk testom, a u ovisnosti o tome sve tri hipoteze testirale su se Mann-Whitney U testom. Razina statističke značajnosti istraživanja odredila se na razini  $p < 0,05$ .

### *3.4. Etički aspekti istraživanja*

Budući da su se pretraživale baze podataka Klinike za ortopediju Lovran dobivena je dozvola Etičkog povjerenstva navedene Ustanove (02-647/23). Kako bi svi podaci ostali anonimni u

istraživanju su se koristili redni brojevi ispitanika te numeričke vrijednosti dobivenih parametara. Ispitivač je dužan čuvati podatke i identitet osoba koje su sudjelovale u istraživanju.

## 4. REZULTATI

Ukupan broj ispitanika je 60, od toga 30 ih je operirano korištenjem mekotkivnog grafta ST/GT i 30 korištenjem patelarnog presadka BPTB grafta.

### 4.1. Dob ispitanika

Ispitanici su u istraživanje bili uključeni bez obzira na svoju dob. Prosječna dob ispitanika je 29,9 godina. Najmlađi ispitanik ima 16 godina, dok najstariji ima 43 godine (Tablica 2).

**Tablica 2.** Demografski prikaz dobi ispitanika u obje skupine zajedno

	Ukupan broj ispitanika	Aritmetička sredina ± standardna devijacija	Medijan	Minimalna	Maksimalna
DOB	60	27,7 ±11,08	27,5	16	43

### 4.2. Spol ispitanika

42 ispitanika su muškog spola, a 18 ih je ženskog spola. Muški spol je zastupljen 70%, dok je ženski 30% (Tablica 3.)

**Tablica 3.** Demografski prikaz ispitanika u istraživanju po spolu u obje skupine

Kategorija	Broj ispitanika	Postotak
M	42	70 %
Ž	18	30 %
UKUPNO	60	100%

### 4.3. Rezultati mjerenja opsega pokreta fleksije

Opseg fleksije kod ispitanika nakon operacije, a prije rehabilitacije korištenjem BPTB grafta je najviše iznosio 125°, a najmanje 70°. Nakon rehabilitacije najviši opseg fleksije kod istih ispitanika iznosio je 135°, a najmanji 100°. Kod ispitanika koji su operirani korištenjem ST/GT grafta prije rehabilitacije najveći opseg pokreta iznosio je 130° a najmanji 45°, dok je nakon rehabilitacije opseg pokreta fleksije kod istih ispitanika iznosio 135°, a najmanje 90° (Tablica 4.).

**Tablica 4.** Deskriptivni prikaz rezultata mjerenje opsega pokreta fleksije po skupinama

Varijable	VRSTA OP.	N	Aritmetička sredina	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija
FLEX 1	BPTB	30	100,17	70°	125°	15,45
FLEX 2			126	100°	135°	10,70
FLEX 1	ST/GT	30	95	45°	130°	23,82
FLEX 2			120	90°	135°	13,65

*Legenda: Fleksija 1-opseg pokreta savijanja u zglobu koljena prije rehabilitacije; Fleksija 2- opseg pokreta savijanja u zglobu koljena poslije rehabilitacije; N- broj ispitanika;*

Opseg ekstenzije kod ispitanika nakon operacije BPTB grafta najmanje je iznosio 0° (što je ujedno i normalan maksimalan pokret ekstenzije), a najveća fleksijska kontraktura 15°. Nakon rehabilitacije najviši opseg fleksijske kontrakture kod istih ispitanika iznosio je 5° te je vidljivo poboljšanje. Kod ispitanika koji su operirani korištenjem ST/GT graftom prije rehabilitacije najveći opseg fleksijske kontrakture iznosio je 15° dok je nakon rehabilitacije opseg ekstenzije kod istih ispitanika iznosio 0° tj. imali su normalan opseg ekstenzije, a najviše 5° fleksijske kontrakture (Tablica 5.)

**Tablica 5.** Deskriptivni prikaz rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije po skupinama

Varijable	VRSTA OP.	N	Aritmetička sredina	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija
EXT 1	BPTB	30	2,67	0°	15°	3,65
EXT 2			0,17	0°	5°	0,91
EXT 1	ST/GT	30	3,17	0°	15°	4,82
EXT 2			0,83	0°	5°	1,90

*Legenda: Ekstenzija 1-opseg pokreta ispružanja u zglobu koljena prije rehabilitacije; Ekstenzija 2- opseg pokreta ispružanja u zglobu koljena poslije rehabilitacije; N- broj ispitanika;*

#### 4.4. Rezultati mjerenja opsega oko zgloba

Za potrebe istraživanja su uzete i mjere opsega oko zgloba koljena. Mjere su uzete prije početka rehabilitacije i na kraju rehabilitacije. Kod ispitanika koji su operirani metodom uzimanja patelarnog presadka BPTB graftom maksimalna vrijednost opsega oko zgloba koljena prije rehabilitacije iznosila je 48 cm a najmanja vrijednost iznosila je 35 cm. Nakon rehabilitacije minimalna vrijednost opsega iznosila je 33 cm, a najveća vrijednost iznosila je 46 cm. Kod



ispitanika koji su operirani metodom korištenja mekotkivnog presadka ST/GT grafta najmanja mjera oko zgloba prije rehabilitacije iznosila je 33 cm, a maksimalna mjera iznosila je 47 cm. Nakon rehabilitacije opseg zgloba maksimalno je iznosio 46,5 cm, a minimalno 33 cm (Tablica 6.).

**Tablica 6.** Mjere opsega zgloba koljena u cm

Varijable	Vrsta operacije	Broj ispitanika	Aritmetička sredina	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija
OPSEG OKO ZGLOBA 1	BPTB	30	40,63	35	48	3,08
OPSEG OKO ZGLOBA 2			39,43	33	46	2,97
OPSEG OKO ZGLOBA 1	ST/GT	30	41,50	33	47	3,61
OPSEG OKO ZGLOBA 2			40,42	33	46,50	3,48

*Legenda: Opseg oko zgloba 1-opseg oko zgloba prije rehabilitacije; Opseg oko zgloba 2-opseg oko zgloba nakon rehabilitacije;*

#### *4.5. Rezultati mjerenja razlike u opsegu pokreta fleksije zgloba koljena pacijenata sa ST/GT graftom i pacijenata operiranih BTB graftom*

Ukupan zbroj opsega pokreta fleksije kod ispitanika operiranih korištenjem BPTB grafta iznosi 1045°, dok kod ispitanika operiranih korištenjem ST/GT grafta iznosi 785°. Statističkom obradom podataka korištenjem Mann-Whitney U testa nije utvrđena statistički značajna razlika u opsegu fleksije koljena između ispitanika grupe 1 (BPTB graft) i grupe 2 (ST/GT graft) nakon rehabilitacije ( $p=0,05$ ). (Tablica 7.) Iz toga se zaključuje da se hipoteza „Ispitanici operirani BTB graftom imaju veći opseg fleksije od ispitanika operiranih ST/GT graftom“, odbacuje,  $P < 0,05$ .

**Tablica 7.** Prikaz rezultata mjerenja razlike u opsegu pokreta fleksije nakon rehabilitacije Mann-Whitney U testom

Varijable	Suma rangova grupa 1	Suma rangova grupa 2	U	Z	p-iznos	N grupe 1	N grupe 2
FLEX 2	1045°	785°	320	1,92	0,05	30	30

Legenda: fleksija 2-opseg pokreta savijanja potkoljenice u zglobu koljena nakon rehabilitacije

#### 4.6. Rezultati mjerenja razlike u opsegu pokreta u smislu ekstenzije zgloba koljena pacijenata sa ST/GT graftom i pacijenata operiranih BTB graftom

Statističkom obradom podataka korištenjem Mann-Whitney U testa nije utvrđena statistički značajna razlika u opsegu pokreta ekstenzije koljena između ispitanika grupe 1 (BPTB) i grupe 2 (ST/GT) nakon rehabilitacije (Tablica 8.). Iz toga se zaključuje da se hipoteza „ispitanici operirani ST/GT graftom imaju bolju ekstenziju od ispitanika operiranih BTB graftom“ odbacuje.  $P < 0,05$ .

**Tablica 8.** Prikaz rezultata pokreta ekstenzije ispitanika nakon rehabilitacije dobivenih Mann-Whitney U testom

Varijable	Suma rangova grupa 1	Suma rangova grupa 2	U	Z	p-iznos	N grupe 1	N grupe 2
EXT 2	855°	975°	39	-0,88	0,09	30	30

Legenda: ekstenzija 2-opseg pokreta ispružanja potkoljenice u zglobu koljena nakon rehabilitacije

#### 4.7. Prikaz opsega zgloba koljena u centimetrima nakon rehabilitacije

Suma rangova kod ispitanika operiranih BPTB graftom iznosi 856 cm, dok kod ispitanika operiranih ST/GT graftom iznosi 974 cm (Tablica 9.). Statističkom obradom dobivenih podataka korištenjem Mann-Whitney U testa nije utvrđena statistički značajna razlika ( $p=0,39$ ) u opsegu zgloba koljena između ispitanika grupe 1 (BPTB) i grupe 2 (ST/GT) nakon

rehabilitacije. Iz toga se zaključuje da se hipoteza „Nema razlike u oteklini zgloba koljena tri mjeseca nakon operacijskog zahvata prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima (ST/GT ili BTB) prihvaća.

**Tablica 9.** Prikaz rezultata mjera razlike u opsegu zgloba koljena nakon rehabilitacije između dvije skupine testiranih Mann-Whitney U Testom

Varijable	Suma rangova grupa 1	Suma rangova grupa 2	U	Z	p-iznos	N 1	N 2
OPSEG 2	856 cm	974 cm	391	-0,86	0,39	30	30

*Legenda: Opseg 2-opseg oko zgloba koljena u cm nakon rehabilitacije*

## 5. RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je ispitati postoji li razlika u funkcionalnom oporavku nakon operacije prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima (ST/GT ili BTB graft) u srednjoj fazi rehabilitacije. Najvažniji rezultati istraživanja su da u opsegu pokreta fleksije i ekstenzije nije pronađena razlika između skupina u srednjoj fazi rehabilitacije. Treću hipotezu smo potvrdili, a to je da oteklina zgloba nema veze s operacijskom tehnikom, između skupina nije bilo statistički značajne razlike.

Prema demografskim karakteristikama prosječna životna dob ispitanika je 27,7 godina, što pripada mlađoj životnoj dobi. U istraživanju su sudjelovale 42 osobe muškog spola (70%) i 18 osoba ženskog spola (30%).

Garth N. Walker i suradnici u svom istraživanju navode kako su u SAD-u u razdoblju od 1994. do 2006. godine najveći broj pacijenata kojima je učinjena rekonstrukcija prednje ukrižene sveze sačinjavale žene i to u dobi mlađoj od 20 godina i dobi nešto starijoj od 40 godina (25). Yool C. i suradnici su provedenim istraživanjem u SAD-u 2014. godine došli do rezultata kako od 100 000 pacijenata sa dijagnozom rupture prednje ukrižene sveze koja je liječena kirurški 38 000 čine žene dok ostatak čine muškarci te da svi pacijenti mlađe životne dobi. S druge strane, kada se izdvoje ozljede koje su nastale kao sportske, dolazi se do rezultata kako je kod sportašica ozljeda 2 do 8 puta češća nego kod sportaša muškog spola (26). Navedene rezultate objašnjavaju razlikama u određenim anatomskim karakteristikama između muškaraca i žena. Smatraju kako se brži rast kostiju *femura* i *tibiae* tokom adolescencije povezuje s kasnijom povećanom nestabilnosti zgloba koljena. Smanjena mišićna masa kod žena također je čimbenik rizika za ozljedu prednje ukrižene sveze. Navode kako je važan čimbenik koji povećava rizik od ozljede prednje ukrižene sveze kod žena i drugačija neuromišićna aktivacija kod doskoka i promjena smjera, gdje se kod žena više aktivira *m. quadriceps*, a kod muškaraca *mm. hamstringsi* koji su puno jači stabilizatori koljena u momentu translacije tibie prema naprijed. (26). Prema pronađenim istraživanjima možemo zaključiti kako ima više žena koje su imale rekonstrukciju prednje ukrižene sveze, što se ne poklapa s našim istraživanjem. Uspoređujući naše istraživanje s ostalim istraživanjima obzirom na dob, Ristić i suradnici u svom istraživanju navode kako je prosječna dob ispitanih pacijenata 27 godina (27), a Schilaty iznosi podatke gdje je prosječna dob ispitanika 25,1, godinu (28). U našem istraživanju prosječna dob ispitanika je 27,7 godina, kao što je navedeno u istraživanjima. Najčešća dob u kojoj se ugrađuje prednji križni ligament je od 23-39 godina (27).

Prva hipoteza ovog rada je: *Ispitanici koji su operirani metodom korištenja BPTB grafta imaju veći opseg fleksije od ispitanika koji su operirani korištenjem ST/GT grafta za rekonstrukciju prednje ukrižene sveze.* Došli smo do zaključka kako nema statistički značajne razlike između ispitanika koji su operirani korištenjem BPTB grafta, od ispitanika koji su operirani korištenjem ST/GT grafta. Time smo odbacili prvu hipotezu.

Hašpl i Tršek u radu o kirurškom liječenju rupture prednje ukrižene sveze korištenjem BPTB grafta i ST/GT grafta navode kako nakon sažimanja radova povezanih s rekonstrukcijom prednje ukrižene sveze, s obzirom na funkcionalni rezultat liječenja, obje metode daju sličan rezultat. To dokazuju uporabom funkcionalnih testova Lyscholm, Tegner i IKDC (29). U prilog prve hipoteze ide činjenica kako je kod metode korištenja ST/GT grafta primjećena veća slabost miškulature stražnje lože te je time pokret fleksije otežan, no bez statističkog značaja i samo privremeno (29). Nakamura N. i suradnici navode podatak kako je sredinom 1990-ih godina mnogo kirurga počelo sve više koristiti metodu rekonstrukcije prednje ukrižene sveze sa ST/GT graftom zbog vrlo dobrih funkcijskih rezultata u ranoj poslije operacijskoj fazi rehabilitacije zbog manje invazivne tehnike u usporedbi s metodom korištenja BPTB grafta te su u ranoj fazi rehabilitacije primijećeni manji bolovi kod pacijenata operiranih metodom korištenja ST/GT grafta (30). Samim time funkcijski rezultati, u što spadaju i opseg pokreta fleksije i ekstenzije bili su bolji. U kasnijoj fazi rehabilitacije se navedena metoda pokazala u smislu funkcionalnog oporavka lošijom zbog nešto češćih komplikacija u smislu parcijalnih ruptura stražnje lože te je time rehabilitacija sporija. Samim time autori zaključuju kako na kraju kasne faze rehabilitacije nije bilo statistički značajne razlike između dva pristupa (30). Hughes M. u protokolu rehabilitacije nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze iznosi podatke kako je kroz klinički rad primijećeno da pacijenti koji su u srednjoj fazi rehabilitacije imali normalan opseg pokreta ekstenzije, su u završnim fazama rehabilitacije imali koljeno koje je puno stabilnije i veću sigurnost u izvođenju pokreta (31). Također u istom istraživanju navodi kako se opseg pokreta fleksije postepeno postiže kroz izvođenje specifičnih vježbi jačanja mišića stražnje lože i postepenim povećanjem otpora, dok je ekstenziju u kasnijim fazama teže postići. Iz opisa kirurške tehnike kod koje se koristi mekotkivni graft tetiva ST/GT, zaključujemo kako nakon takve kirurške intervencije na tetivama ST/GT (fleksori koljena) nastaje oštećenje. Za mišiće koji su fleksori koljena to je trauma te u njima nastaje bolnost. Zbog pojave bolnosti pokret fleksije će nakon kirurške intervencije biti otežan. Iz navedenog razloga bili smo stajališta kako će druga metoda kod koje svi dijelovi mišića fleksora ostaju očuvani, pokazati bolje rezultate, no nakon obrade podataka i usporedbom s drugim radovima odbacujemo prvu hipotezu.

Druga hipoteza bila je: *Ispitanici koji su operirani korištenjem mekotkivnog grafta tetiva ST/GT imaju bolji opseg ekstenzije, tj. manje fleksijske kontrakture od ispitanika kod kojih je korišten patelarni presadak BPTB graft.* Nakon obrade podataka i njihovom usporedbom odbacili smo i drugu hipotezu.

Yunes M. i suradnici navode kako je najveći problem u rehabilitaciji prednje ukrižene sveze kod metode patelarnog presadka BPT postići puni opseg pokreta ekstenzije. Nakon provedene rehabilitacije proveli su funkcionalne testove. Rezultati testova pokazali su kako se BPTB graft pokazao boljim u funkcionalnom smislu. Kod BPTB grafta primjećena je veća jakost *m. quadricepsa*. Time je opseg ekstenzije bio bolji. Stražnja loža ostala je sačuvana i funkcijska stabilnost koljena bila je nešto bolja. Kod metode korištenja ST/GT grafta zaostaje slabost muskulature stražnje lože te se pokazalo kako postoji rizik od pojačane translacije tibie prema naprijed i ponovne rupture prednje ukrižene sveze (32). Lubowitz. JH. u istraživanju nakon provedbe funkcionalnih testova koljena ne opaža bitne razlike između dvije operacijske metode (33) što je u skladu s našim istraživanjem.

Opseg pune ekstenzije jedan je od najboljih pokazatelja kvalitete funkcionalnog oporavka. U položaju pune ekstenzije koljeno je „zaključano“ i stabilno zbog aktivacije *m. quadricepsa*, kao jednog od glavnih aktivnih stabilizatora koljena. Prema tome smatramo kako je dobivanje pune ekstenzije ključno nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze kako bi koljeno bilo što više stabilno u svim aktivnostima. Pretraživajući literaturu za potrebe ovog istraživanja zaključili smo da se u pravilu autori u slažu kako nakon rehabilitacije u usporedbi dva navedena pristupa nema razlike u funkcionalnom oporavku i samim time u opsegu pokreta (1,3,7).

Treća hipoteza je: *Nema razlike u oteklini zgloba koljena u srednjoj fazi rehabilitacije nakon operacijskog zahvata prednje ukrižene sveze dvama različitim pristupima, korištenjem tetive mišića ST/GT i korištenjem patelarne tetive BPTB grafta.* Obradom podataka navedenu hipotezu smo potvrdili.

Schmucker M. i suradnici u svom radu o usporedbi dva grafta uzimajući kao mjerilo osjećaj bolnosti i oticanja koljena tijekom rehabilitacije navode kako je u njihovom istraživanju sudjelovalo 252 pacijenata s graftom tetiva mišića ST/GT i 223 pacijenta sa patelarnim presadkom, BPTB. Kasniji osjećaji bolnosti i oticanja javili su se kod 9,4% pacijenata sa BPTB graftom, i kod 11% pacijenata s graftom tetiva mišića ST/GT. Zaključuju kako prema navedenim parametrima dva grafta pokazuju slične rezultate. Uspoređujući podatke dva grafta nisu došli do statistički značajnih razlika između navedena dva pristupa (34). Amano K. i suradnici nakon provedenog istraživanja zaključuju kako se kod ozljede prednje ukrižene sveze

unutar zgloba nakuplja mnogo upalnih citokina sinovije. Oni uzrokuju upalu koja je normalan proces cijeljenja tkiva od ozljede. Takva upala će u zglobu abnormalno povećati broj upalnih citokina, koji će i nakon rekonstrukcije zaostati te će kod svakog povećanja napora reagirati upalom u zglobu. Nakon toga će koljeno oticati. Takva reakcija je primijećena čak i 3 godine nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze. Navode kako je takva reakcija normalna, čak i poželjna za normalnu regeneraciju hrskavice i okolnih tkiva. Oticanje je primijećeno bez obzira na vrstu operacijskog pristupa te se kroz isti vremenski period postepeno smanjivalo (35).

Oticanje zgloba koljena tijekom rehabilitacije očekivana je pojava kod svih pacijenata, te oticanje može biti znak prirodne upale nakon kirurškog zahvata. Procesima upale tkivo koje je imalo traumu se obnavlja i proces upale treba pustiti kako bi tkivo u što boljoj mjeri prirodno zaraslo. U kasnijim fazama rehabilitacije oteklina u zglobu može biti pokazatelj je li za pacijenta određene terapijska vježba bila prezahtjevna. Ukoliko se tijekom rehabilitacije naglo javi oticanje zgloba, oteklina se smiruje fizikalnim postupcima te se postepeno nastavljaju daljnje rehabilitacijske intervencije.

## 6. ZAKLJUČAK

Usporedbom rezultata istraživanja dolazimo do zaključka kako u funkcionalnom oporavku u srednjoj fazi rehabilitacije u opsegu pokreta ekstenzije i fleksije nema statistički, a ni klinički značajnih razlika između dva navedena pristupa. Nema razlike u oteklini zgloba nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze bez obzira na operacijski pristup nakon srednje faze rehabilitacije. Zaključujemo kako kroz srednju fazu rehabilitacije ne postoje razlike u funkcionalnim sposobnostima pacijenta s rekonstruiranom prednjom ukriženom svezom.

Posljednih godina provedena su mnoga istraživanja o rekonstrukciji i rehabilitaciji prednje ukrižene sveze i svako novije istraživanje pokazuje sve bolje rezultate u rehabilitaciji i funkcionalnom oporavku pacijenata, no u svakom slučaju ima prostora za još više istraživanja na navedenu temu kako bi kvaliteta rehabilitacije bila podignuta na još veću razinu.



## LITERATURA

1. Pećina M. i suradnici. Sportska medicina. Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
2. Šantek N. Rehabilitacija nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta. Repozitorij Sveučilište Sjever [Internet]. 2021 lipanj [citirano: 14.2.2023]; Dostupno na: <https://zir.nsk.hr/>
3. Pećina M, Franić M. Kompendij ortopedije, Zagreb: Zdravstveno Veleučilište u Zagrebu; 2022.
4. Platzer W. Priručni anatomske atlas 1. Sustav organa za pokretanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2011.
5. Švabić D, Fizioterapijske intervencije kod ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Repozitorij Fakultet zdravstvenih studija Rijeka [Internet]. 2022 rujna [citirano: 14.2.2023]; Dostupno na: <https://repository.fzsri.uniri.hr/>
6. Branković G. Rekonstrukcija prednjeg križnog ligamenta. Repozitorij Medicinski fakultet Rijeka [Internet]. 2021 srpanj [citirano: 14.2.2023.]; Dostupno na: <https://repository.medri.uniri.hr/>
7. Pećina M, Bojanić I, Hašpl M. Sindromi prenaprezanja u području koljena. Arh Hig Rada Toksikol [Internet]. 2001;52(4):429-439 [citirano 14.2.2023.]; Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/1053>
8. Abulhasan JF, Grey MJ. Anatomy and Physiology of Knee Stability. Journal of Functional Morphology and Kinesiology [Internet]. 2017 [citirano 18.02.2023.];2(4):34. Dostupno na: <http://dx.doi.org/10.3390/jfmk2040034>
9. Anders J, Venbrocks R, Weinberg M. Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft. International Orthopaedics [Internet]. 2008 listopad [citirano 15.2. 2023.]; Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

10. Scheirs D. Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction. Vrije Universitet Brussel Evidence – base Practice project [Internet]. 2014 studeni [citirano 15.2.2023.]; Dostupno na: <https://www.physio-pedia.com/>
11. Reiner Seibort, David Dejour i Stefano Zaffagnini. Anterior cruciate ligament reconstruction, a practical surgical guide. Springer- Verlag Berlin, Heidelberg; 2014.
12. Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. Ottawa: EFORT: Open Rev; 2017.
13. Bicer EK. Current knowledge in the anatomy of the anterior cruciate ligament. Knee surgery Sports Traumatol Arthrosc. Aug; 2010.
14. Karlo P, Ozljede prednjeg križnog ligamenta. Repozitorij Medicinski fakultet Rijeka [Internet]. 2021 srpanj [citirano: 10.4.2023.]; Dostupno na : <https://repository.medri.uniri.hr>
15. Dubravčić Š. S. i suradnici. Važnost funkcionalne stabilnosti koljena u prevenciji ozljeda prednje ukrižene sveze kod sportaša. Zagreb. Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, KB „Sveti Duh“, Zagreb; 2021.
16. Crnčec D. Fizioterapija kod rupture prednjeg križnog ligamenta. Repozitorij UNIN [Internet]. 2021. rujan [citirano: 26.4.2023.]; Dostupno na: <https://zir.nsk.hr/>
17. Buntić S. Rehabilitacija pacijenata nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta. Repository of the University Department for Health Studies, University of Split [Internet]. 2014. rujan [(citirano: 29.4.2023.); Dostupno na: <https://repo.ozs.unist.hr/>
18. Hashem M. ACL Rehabilitation: Rehabilitation planing. Physiopedia [Internet]. 2019 [citirano 2.5.2023.]; dostupno na: <https://www.physio-pedia.com/>
19. Andrade R. How should clinicians rehabilitate patients after ACL reconstruction? A systematic review of clinical practice guidelines [CPGs] with a focus on quality appraisal [AGREE II). British journal of sports medicine [Internet].. 2020 svibanj [citirano: 14.5. 2023.]; dostupno na: <https://bjsm.bmj.com/content>

20. Ferretti M. i suradnici. Bony and soft tissue landmarks of the ACL tibial insertion site: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2012. siječanj [citirano: 27.5.2023.]; dostupno na: <https://journals.healio.com>
21. Ruelos VCB, Masood R, Puzzitiello RN. The reverse fragility index: RCTs reporting non-significant differences in failure rates between hamstring and bone-patellar tendon-bone autografts have fragile results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2022. kolovoz [citirano: 5.6.2023.]; dostupno na: <https://pubmed>
22. . Adams, D. Current Concepts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Criterion–Based Rehabilitation Progression. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [Internet]. 2022. ožujak [citirano: 11.6.2023.]; dostupno na: <https://www.melbournesportsphysiotherapy.com>
23. Uremović M. i suradnici. *Rehabilitacija ozljeda lokomotornog sustava*. Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
24. Ritchie L. Anterior Cruciate Ligament rehabilitation. *Physiopedia* [Internet]. 2022 [citirano 11.6.2023.]; dostupno na: <https://www.physio-pedia.com/>
25. Walker G. Anatomic Anterior Cruciate Ligament. Department of Orthopaedic Surgery, University of Pittsburgh Medical Center, Pittsburgh, Pennsylvania, USA [Internet]. 2014. [citirano: 13.6.2023.]; dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/200118>
26. Yool C. i suradnici. Gender disparity in Anterior Cruciate Ligament injuries. . *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [Internet]. 2014. [citirano 17.6.2023.]; dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/200118>
27. Ristić V. Rekonstrukcija prednjih križnih ligamenata. University Of Belgrade [Internet]. 2022 [citirano 17.6.2023.]; dostupno na: <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/V-Ristic-39970137>

28. Schilaty D. Sex-Based Differences in Knee Kinetics With Anterior Cruciate Ligament Strain on Cadaveric Impact Simulations. Orthopaedic Journal of Sports Medicine [Internet]. 2018 [ citirano 18.6.2023.]; dostupno na: <https://journals.sagepub.com>
29. Hašpl M. i Tršek D. Dijagnostika i liječenje rupture prednje ukrižene sveze koljena u sportaša. Zagreb: Medicinska naklada; 2018.
30. Nakamura N. Controversies in the Technical Aspects of ACL reconstruction. Osaka: Springer; 2017.
31. Hughes M. Melbourne ACL Rehabilitation. Melbourne: Melbourne Sports Medicine Center; 2022.
32. Yunes M. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. National Library of Medicine [Internet]. 2018 [ citirano 18.6.2023.]; dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK68573/>  
[\[\]](#)
33. Lubowitz JH. Anatomic ACL reconstruction produces greater graft length change during knee range of motion than transtibial technique. New York: Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc; 2016.
34. Schmucker M. Devastating femoral osteomyelitis after anterior cruciate ligament reconstruction. National Library of Medicine [Internet]. 2018 [citirano 18.6.2023.]; dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK68573/>
35. Amano K. i suradnici. Synovial Fluid Profile at the Time of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Its Association With Cartilage Matrix Composition 3 Years After Surgery. The American Journal of Sports. 2018 [Internet]. [citirano 24.6.2023.] Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29364702/>

## PRIVITCI

### Popis slika

Slika 1. Anatomija koljena.....	3
Slika 2. Prikaz ligamenata koljena.....	4
Slika 3. Gornja strana <i>tibie</i> sa meniskusima koljena (kadaver) .....	5
Slika 4. Mišići prednje strane koljena.....	6
Slika 5. Mišići stražnje strane koljena.....	7
Slika 6. Pokreti u zglobu koljena.....	8
Slika 7 Prikaz prednje ukrižene sveze na kadaveru sa prednje strane koljena u fleksiji.....	9
Slika 8. Neuromuskulatorni trening.....	11
Slika 9. Goniometar.....	19

### Popis tablica

<b>Tablica 1.</b> Mišići zgloba koljena i njihova funkcija.....	6
<b>Tablica 2.</b> Demografski prikaz dobi ispitanika u obje skupine zajedno .....	21
<b>Tablica 3.</b> Demografski prikaz ispitanika u istraživanju po spolu u obje skupine .....	21
<b>Tablica 4.</b> Deskriptivni prikaz rezultata mjerenje opsega pokreta fleksije po skupinama .....	22
<b>Tablica 5.</b> Deskriptivni prikaz rezultata mjerenja opsega pokreta ekstenzije po skupinama .....	22
<b>Tablica 6.</b> Mjere opsega zgloba koljena u cm .....	23
<b>Tablica 7.</b> Prikaz rezultata mjerenja razlike u opsegu pokreta fleksije nakon rehabilitacije Mann-Whitney U testom.....	24
<b>Tablica 8.</b> Prikaz rezultata pokreta ekstenzije ispitanika nakon rehabilitacije dobivenih Mann-Whitney U testom .....	24

<b>Tablica 9.</b> Prikaz rezultata mjera razlike u opsegu zgloba koljena nakon rehabilitacije između dvije skupine testiranih Mann-Whitney U Testom.....	25
--	----

## ŽIVOTOPIS

Moje ime je Andrija Cecelja. Rođen sam 30.8.2001. godine u Općoj bolnici u Varaždinu. Nakon završene Osnovne škole Vinica upisujem srednju Medicinsku školu u Varaždinu, smjer Zdravstvena gimnazija – modul fizioterapija. 2020. godine završavam srednju školu i upisujem Preddiplomski studij fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci. Aktivni sam član DVD-a Vratno Donje od 2007. godine. 2020. završavam program osposobljavanja za zvanje Vatrogasac. Trenirao sam nogomet 9 godina te se rekreativno bavim trčanjem. Sudjelujem na natjecateljskim i humanitarnim utrkama, od kojih bi izdvojio sudjelovanje na više humanitarnih „*Wings for life*“ utrka. Sudjelovao sam na više predavanja „Osnove održavanja života - BLS“. Kroz fakultetsko obrazovanje stručnu praksu sam odrađivao u HNK Orijent te poliklinici Kinemed u Varaždinu. Od ostalih sposobnosti naveo bih posjedovanje vozačke dozvole B kategorije, poznavanje Office 365 paketa i znanje iz engleskog i njemačkog jezika. Uz sve navedeno dobrovoljni sam darivatelj krvi i odradio sam 20 sati volontiranja kao student mentor.