

# Povratak u puni sportski trening nakon ozljede prednjeg križnog ligamenta u nogometu

---

Mudrinić, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:009004>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

**POVRATAK U PUNI SPORTSKI  
TRENING NAKON OZLJEDE PREDNJEG  
KRIŽNOG LIGAMENTA U NOGOMETU**

(ZAVRŠNI RAD)

**Student:**

Lucija Mudrinić

**Mentor:**

doc. dr. sc. Šime Veršić

Split, 2023.

## SADRŽAJ

1. ANATOMIJA KOLJENA.....	2
2. ANATOMIJA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA.....	4
3. BIOMEHANIKA ZGLOBA KOLJENA.....	5
4. BIOMEHANIKA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA.....	6
5. OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA.....	7
5.1. RIZIČNI FAKTORI.....	7
5.2. MEHANIZAM NASTANKA OZLJEDE.....	8
6. REHABILITACIJA OZLJEDE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA.....	10
6.1. FUNKCIONALNA FAZA REHABILITACIJE.....	11
6.2. PREVENCIJA OZLJEDE KOLJENA.....	19
7. PSIHOLOŠKA PERSPEKTIVA OZLJEDE.....	19
8. ZAKLJUČAK.....	20
9. LITERATURA.....	21

## **SAŽETAK**

U ovom radu cilj nam je prikazati povratak u puni sportski trening nakon ozljede prednjeg križnog ligamenta u nogometu. Kako bismo pravilno planirali proces rehabilitacije i povratka u sport, neophodno je poznavanje osnova anatomije i biomehanike koljena, što će nam omogućiti razumijevanje mehanizma ozljede. Sustavan proces rehabilitacije, individualno prilagođen, podijeljen je u 3 faze: akutnu, regeneracijsku i funkcionalnu. Detaljnijim prikazom prijedloga koncepta završne faze rehabilitacije ključno je pripremiti sportaša za nesmetano sudjelovanje u nogometu. Uz fizičku spremnost jednako važnu ulogu ima i psihička spremnost prilikom povratka na teren. Nakon povratka u sport, važno je pravilno odabranim preventivnim strategijama smanjiti rizik od ozljede.

**Ključne riječi:** ozljeda, rehabilitacija, trening

## **ABSTRACT**

The goal of this paper is demonstrate the process of returning to full training after an injury of the anterior cruciate ligament in football. In order to correctly plan the process of rehabilitation and return to sport, it is necessary to be familiar with the basic of anatomy and the biomechanics of the knee. This is knowledge helps us to better understand the mechanism of the injury. A methodical system of rehabilitation is tailored to each individual and consists of three phases: the acute phase, the regeneration phase and the functional phase. It is crucial to prepare the athlete for the unhindered participation in football by using a detailed overview of suggested concept for the last rehabilitation phase. Beside physical fitness, the mental preparation is an important factor for the athletes when coming back to the field. After returning to sport, it is important to use carefully selected prevention strategies in order to reduce the risk of injury.

**Key words:** injury, rehabilitation, training

## 1. ANATOMIJA KOLJENA

Koljeno (lat. *articulatio genus*) je najsloženiji, a ujedno i najveći zglob ljudskog tijela. Predstavlja spoj između kostiju te povezuje distalni kraj bedrene kosti (femur) s proksimalnim krajem goljениčne kosti (tibia). Zglobu koljena pripada i patela koja se nalazi u tetivi četveroglavog bedrenog mišića. Zglobna tijela čine zglob koljena, ali jednako tako zasebno mogu oblikovati dvostruku zglobnu strukturu. Koljeno formiraju dva zgloba, tibiofemoralni i femoropatelarni. Sam zglob se sastoji od konveksnog i konkavnog zglobnog tijela (Krpmotić-Nemanić i Marušić, 2004.).

Konveksno zglobno tijelo čine medijalni i lateralni kondili bedrene kosti odijeljeni interkondilarnom udubinom. Kondili femura zavijaju se anteroposteriorno, divergiraju distalno natrag. Takva zakrivljenost je od velikog značaja u biomehanici koljena. Konkavno zglobno tijelo čine lateralni i medijalni kondil goljениčne kosti sa zglobnim plohamama. Zglobne plohe tibie su ravne te svojim oblikom nisu sukladne obliku zglobnih ploha femura stoga možemo reći kako nisu kongruentne. Zbog svoje inkongruentnosti kontakt između femura i tibie periferno se ostvaruje putem meniskusa koji ostvaruju sklad između neskladnih zglobnih površina (Perčinlić K., 2021.). Menisci su građeni od vezivnog tkiva s kolagenim vlaknima unutar kojih se nalaze hrskavične stanice. Budući da smanjuju neskladnost zglobnih površina možemo ih promatrati kao zglobne amortizere. Djelomično su pomični te na taj način omogućuju konkavnom zglobnom tijelu da prati konveksno zglobno tijelo. Osim navedenih funkcija, meniskusi doprinose i boljem prijenosu opterećenja, ali i povećavaju kontaktnu površinu tijela. Razlikujemo medijalni i lateralni meniskus. Medijalni menisk ima oblik otvorenog slova C (Krpmotić-Nemanić i Marušić, 2004.). Straga je deblji i širi u odnosu na prednji dio gdje se stanjuje i sužava. Vanjski rub medijalnog meniskusa srastao je sa zglobnom ovojnicom i s ligamentom *collaterale tibiale* (medijalni kolateralni), što ograničava pokretljivost meniskusa. Lateralni meniskus ima oblik zatvorenog slova C te je podjednako debeo (Krpmotić-Nemanić i Marušić, 2004.). Budući da su mu pričvrsta mjesta prilično blizu za razliku od medijalnog meniskusa, karakterizira ga veća pokretljivost.

Budući da koštane strukture nisu stabilne, stabilnost im pružaju ligamenti koje možemo promatrati kao glavne nositelje stabilnosti koljena. Ligamente ili sveze definiramo kao snopove čvrstog i elastičnog tkiva s ulogom stabilizacije krajeva kostiju.

Možemo ih podijeliti u 3 skupine:

1) sveze koje pojačavaju zglobnu čahuru ili vanjske sveze

To su nastavci tetiva onih mišića koji okružuju koljeno. S prednje strane nalazi se lig. patellae kao nastavak tetive mišića kvadriceps femorisa. Osim navedenog ligamenta prednji dio zglobne ovojnice pojačava retinaculum patellae medijalni i lateralni, što je nastavak tetive mišića m.vastus medialis i lateralis. Stražnju stranu zglobne ovojnice pojačavaju lig. popliteum obliquum i lig. popliteum arcuatum.

2) pobočne sveze (kolateralne sveze)

Drugu skupinu čine pobočne sveze. Razlikujemo dvije kolateralne sveze, medijalnu i lateralnu. Medijalna kolateralna sveza još se naziva i lig. collaterale tibiale, smještena je na medijalnoj strani zgloba. Ligament proksimalnim dijelom polazi s medijalnog epikondila bedrene kosti i spušta se distalno do medijalne strane proksimalnog dijela tibie (Krpmotić-Nemanić i Marušić, 2004.). Lateralna kolateralna sveza naziva se još i lig. collaterale fibulare. Proksimalnim dijelom polazi s lateralnog epikondila bedrene kosti, a distalno se veže na proksimalni dio lisne kosti, fibule (Krpmotić-Nemanić i Marušić, 2004.). Pobočne sveze su napete prilikom ekstenzije koljena, dok su pri fleksiji labave. Pri unutarnjoj rotaciji napinje se tibialna pobočna sveza, dok se pri vanjskoj rotaciji napinje fibularna pobočna sveza.

3) ukrižene sveze

Treću skupinu čine dvije kratke ukrižene sveze u samoj unutrašnjosti zgloba koje se kao, što im sam naziv kaže križaju međusobno, ali i oko svoje osi. Prednji križni ligament (lig. cruciatum anterius) proteže se od stražnjeg dijela lateralnog kondila bedrene kosti i pruža se do goljenične kosti gdje se hvata ispred izbočine eminentia intercondylaris. Stražnja ukrižena sveza (lat. cruciatum posterior) čvršća je od prednje sveze. Polazi s prednjeg ruba interkondilarne udubine i medijalnog kondila bedrene kosti te se veže u udubini iza izbočine, eminentia intercondylaris (Krpmotić-Nemanić i Marušić, 2004.).

Zbog svoje anatomske kompleksnosti vrlo je važno uskladiti djelovanje ukriženih i bočnih sveza tijekom raspona pokreta jer svaki ligament osigurava stabilnost u određenom smjeru.

Prema Dubravčić-Šimunjak i sur. (2021.) uz ligamente vrlo važnu ulogu imaju mišići koji svojom ulogom pokreću i učvršćuju zglob. Bez njihove adekvatne aktivacije i snage koljeno neće imati funkcionalnu stabilnost koja se ogleda u odgovoru na različite zadatke i opterećenja kojima je izloženo. Mišiće ovisno o njihovoj ulozi možemo podijeliti u nekoliko skupina (Tablica 1.).

Tablica 1 Uloga mišića u koljenom zglobu

ULOGA MIŠIĆA U KOLJENOM ZGLOBU	
EKSTENZIJA	m. rectus femoris, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius, m. vastus medialis
FLEKSIJA	m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. sartorius
UNUTARNJA ROTACIJA	m. semimembranosus, m. semitendinosus, m. gracilis, m. sartorius
VANJSKA ROTACIJA	m. biceps femoris

## 2. ANATOMIJA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA

Unutar koljenog zgloba nalazi se prednji križni ligament (PKL), interkondilarna, ekstrasinovijalna struktura. Pruža se od medijalnog dijela lateralnog kondila bedrene kosti i hvata se ispred izbočine eminentia intercondylaris na goljeničnoj kosti. Struktura ligamenta je opisana kroz dva funkcionalna snopa anteromedijalni (AM) i posterolateralni (PL) definiranih prema tibialnoj inserciji. Utvrđeno je i postojanje trećeg snopa, intermedijarni snop kao i njegova sličnost s anteromedijalnim snopom pa se iz tog razloga smatra njegovim integralnim dijelom.

Ligamenti su građeni od gustog vezivnog tkiva kojeg čine fibroblasti i međustanične stvari. Građen je od različitih vrsta kolagena među kojima je najzastupljeniji kolagen tip I u većoj mjeri te kolagen tip III u nešto manjoj mjeri. Vlakna kolagena su postavljena u smjeru djelovanja mišića. Specifičan položaj kolagenih vlakana prilagođen je opterećenju te omogućuje veliku otpornost na sile. Uz kolagen, sveze u sebi sadrže i vodu koja nema biomehaničku funkciju. Glavnu mehaničku funkciju daju vlakna kolagena. Glavna stanica koja gradi kolageno vlakno je fibroblast čija je glavna uloga sinteza kolagena. Osim kolagenih vlakana koja osiguravaju čvrstoću koljenog zgloba u cjelini, prisutna su i elastična vlakna koja omogućuju da uz čvrstoću imaju i određenu

fleksibilnost. Kako bi sveza imala osjetilna svojstva kroz prednji ukriženi ligament prolaze živčana vlakna koja su ogranak tibialnom živcu. Za opskrbu hranjivim tvarima zaslužna je genilarna arterija i sinovijalna ovojnica koja oblaže svezu. Vaskularizacija je neujednačena kroz sve dijelove ligamenta pa je to jedan od čimbenika koji utječe na potencijalno cijeljenje te sveze. Očuvan senzibilitet je od izuzetne važnosti za normalno funkcioniranje koljena i očuvanje tkivne homeostaze.

### **3. BIOMEHANIKA ZGLOBA KOLJENA**

Koljeno je po svojoj mehanici trochogynghymus (sastavljen od kutnog i obrtnog zgloba) pa stoga postoje dvije osnovne osi gibanja: poprečna i uzdužna (Gulan R., 2022.). Mehanika koljena je vrlo složena. Kretnje oko poprečne osi su fleksija i ekstenzija. Fleksija kao pokret s najvećim opsegom moguća je do 130°-140° ako govorimo o aktivnoj fleksiji, odnosno 160° ako govorimo o pasivnoj fleksiji. Ekstenzija je moguća do ispruženog kuta od 0°, a daljnju ekstenziju sprječavaju pobočne i ukrižene sveze (Buntić S., 2014.). Pasivno je moguće i do 10°. Oko uzdužne osi pri fleksiji koljena pod pravim kutom izvode se pokreti vanjske i unutarnje rotacije potkoljenice, a upravo fleksija kao aktivni pokret dovest će do opuštanja bočnih sveza čime će biti omogućeno izvođenje te dvije kretnje u transverzalnoj ravnini. Vanjska rotacija se izvodi do 10°, a unutarnja do 40°. Koljeno je stabilizirano primarnim i sekundarnim stabilizatorima, odnosno pasivnim i aktivnim. Primarni, pasivni stabilizatori su ligamenti koji osim što su glavni stabilizatori također imaju ulogu u određivanju raspona pokreta. Sekundarnu ulogu preuzimaju mišići koji svojom aktivnošću pokreću, ali i učvršćuju zglob. Za postizanje normalne biomehanike koljena potrebno je osigurati stabilnost kroz integritet svih komponenti zgloba. Sinkroniziranim djelovanjem koštanih zglobnih struktura, ligamenata, meniska, zglobne kapsule i mišića postiže se funkcionalna stabilnost, a najmanja promjena u strukturi zgloba izazvat će posljedice. Promatrajući koljeno mogli bismo reći kako je ono opterećeno s dvije strane, s jedne strane djelovanjem sile podloge, a s druge strane težinom tijela. Na mjestu gdje se nalazi koljeno, moment sile je najveći, pa je upravo zbog toga koljeno mjesto s najviše povreda. Najbolji prikaz raspodjele sile u koljenu možemo opisati putem mehaničke osi donjeg ekstremiteta. Postoji femoralna os, koja se proteže od glave femura do interkondilarnog usjeka te tibialna os koja se kreće od središta tibie do središta gležnja. Budući da kosti nisu ravni

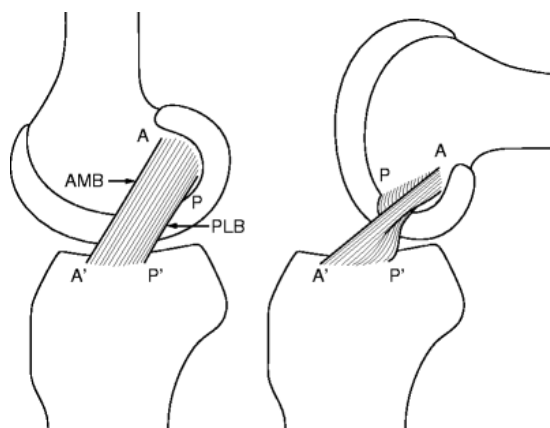


štapovi, kut između bedrene i tibialne mehaničke osi je minimalan, blagi varus od  $0^{\circ}$ - $2^{\circ}$ . Takav položaj, kada osi leže na istom pravcu nazivamo neutralnim gdje se os femura i tibie nalazi na pravcu kao i os opterećenja. Kod varus položaja centar koljenskog zgloba se nalazi lateralno od osi opterećenja i u tom slučaju će se više trošiti medijalna strana, odnosno bit će pod većim opterećenjem (E. Paripović prema Cook et al, 2007). U tom je položaju lig. collaterale fibulare prenategnute. Kod valgus položaja centar koljenog zgloba se nalazi medijalno od osi opterećenja te lateralni dio zgloba trpi veće opterećenje (E. Paripović prema Cook et al, 2007). Lig. collaterale mediale je u takvom položaju zategnuto.

Što je veći kut nagiba između femoralne i tibialne osi, veće su i poprečne sile koje djeluju na koljeno.

#### **4. BIOMEHANIKA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA**

Prednji križni ligament (PKL) promatramo kroz dva jasno definirana snopa (Slika 1.). Snopovi prednjeg križnog ligamenta ne funkcioniraju s konstantnom napetošću već imaju drugačiji obrazac zatezanja kroz cijeli pokret (Gulan R., 2022.). Diferencijacija PKL u dva funkcionalna snopa predstavlja osnovu za razumijevanje principa funkcioniranja ovog ligamenta. Sinergijsko djelovanje snopova osigurava stabilnost u koljenu tijekom pokreta. Prilikom ekstenzije koljena, snopovi su paralelni. Povećanjem fleksije povećava se i zategnutost AM snopa, dok se napetost PL snopa smanjuje. Kada je koljeno flektirano pod pravim kutom AM snop se pomiče posteriorno i inferiorno, a PL snop anteriorno i superiorno. Daljnim povećanjem fleksije PL snop će se premjestiti ispred AM snopa. Tibialna insercija je nepomična, dok se femoralna ovisno o tijeku pokreta mijenja te dolazi do međusobnog križanja snopova. Napetost AM snopa je najveća u  $60^{\circ}$ , a do zatezanja vlakana dolazi uslijed udaljavanja njegovih hvatišta. U fleksiji je PL snop relaksiran, ali do zatezanja dolazi prilikom ekstenzije i rotatornih pokreta. Glavna uloga prednjeg križnog ligamenta je sprječavanje prednje tibialne translacije u odnosu na bedrenu kost.



Slika 1 Funkcionalni snopovi prednjeg križnog ligamenta (Girgis F. G. i sur. 1975.)

## 5. OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA

Ozljede su sastavni dio sporta, bilo da se radi o amaterskom ili profesionalnom sportu. U odnosu na opću populaciju, sportaši zbog izloženosti većim naporima i težim uvjetima imaju veću šansu od ozljede. Budući da je nogomet kontaktni timski sport kao takav po svojoj strukturi zahtjeva fizički kontakt među igračima, ali izrazito je i nepredvidiv zbog učestalih izmjena kretnji visokog i niskog intenziteta. Zbog svoje složenosti posljedično ima veću incidenciju od ozljede. U nogometu dominiraju ozljede mekih tkiva, dok su ozljede koštanih struktura manje prisutne. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta jedna je od najčešćih ozljeda koljena u nogometu i pripada skupini težih ozljeda (Perčinlić K., 2021.). Prilikom ozljede dolazi do smanjenja osjeta položaja i pokreta zgloba te se kao takav prenosi u centralni živčani sustav i uzrokuje lošiju neuromišićnu kontrolu, što posljedično utječe na stabilnost samog zgloba.

### 5.1. RIZIČNI FAKTORI

Rizični faktori koji utječu na ozljedu PKL mogu biti ekstrinzični ili intrinzični. Vanjski faktori rizika su oni na koje možemo utjecati. Među ekstrinzične faktore ubrajamo tip sportske aktivnosti koji se ogleda u strukturi samog sporta. Sportovi koje karakteriziraju brze promjene smjera, nagla zaustavljanja i skokovi povećavaju rizik od ozljede PKL-a. Zatim površine na kojima se izvode aktivnosti mogu biti primjerice tvrde, što će

rezultirati povećanim stresom na koljeno i ligamente. Vremenski uvjeti također mogu biti rizičan čimbenik jer otežavaju kontrolu prilikom sportske aktivnosti. U unutarnje faktore rizika ubrajamo anatomske razlike, a kao primjer možemo navesti šire kukove kod žena čime se stvara veći kut između bedrene kosti i potkoljenice, što će povećati napetost na sam ligament prilikom izvođenja kretnji promjena smjera. Hormonalni faktor je također jedan od rizika. Kod žena menstrualni ciklus može utjecati na labavost samih ligamenata, pa bismo mogli i spol navesti kao jedan od faktora rizika. Važnu ulogu ima tehnička izvedba gdje je važno čitav pokret izvoditi tehnički ispravno, a osim biomehanike pokreta, ključnu ulogu ima i izjednačena jakost mišića prednje i stražnje skupine natkoljenice.

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta je rezultat djelovanja različitih faktora.

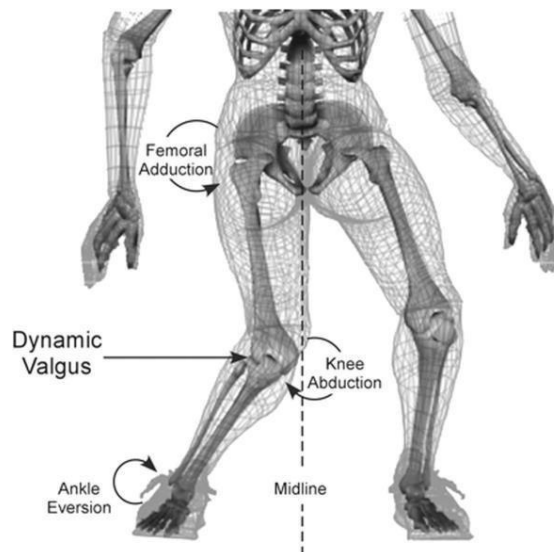
## **5.2. MEHANIZAM NASTANKA OZLJEDE**

Uzrok ozljeda su vanjske sile, čiji su iznosi veći od iznosa unutrašnjih sila koje im se nastoje suprotstaviti. Pokret koji je izvan fizioloških okvira u bilo kojoj ravnini može rezultirati ligamentarnom ozljedom. Dokazano je da se najviše ozljeda događa beskontaktno ili indirektno, čak njih preko 80%, a preostali udio je posljedica kontakta uslijed djelovanja izravne vanjske sile igrača ili objekta na koljeni zglob (Della Villa i sur., 2020.).

Postoji nekoliko mehanizama nastanka ozljede među kojima je najdominantniji mehanizam prilikom valgus položaja koljena (Slika 2.). U takvom položaju aktivni stabilizatori ne apsorbiraju dovoljnu količinu sile, pa pasivni stabilizatori, ligamenti moraju apsorbirati velike količine sile pri čemu dolazi potencijalno do rupture. Prilikom nagle promjene smjera dolazi do dinamičkog valgusa kojeg karakterizira unutarnja rotacija femura praćena valgus položajem koljena pri kojem tibia zauzima smjer vanjske ili unutarnje rotacije. Ozljeda se može dogoditi i prilikom deceleracije gdje je koljeno blago flektirano pri čemu je kvadriceps aktivan. Pri jakoj aktivaciji kvadricepsa, generirat će se sila koja će tibijski nastojati povući naprijed čime će se opteretiti PKL. Zbog blage fleksije mišići stražnje lože koji imaju ulogu u sprječavanju prednje tibialne translacije, a samim tim štite PKL, imat će smanjenu funkciju.

Također do ozljede može doći i zbog asimetričnosti donjih ekstremiteta, što će uzrokovati veću tjelesnu težinu na dominantnoj nozi. Vjerojatnost od ozljede je povećana ako postoje mjerljive razlike u jakosti mišića. Osim navedenih mehanizama, važnu ulogu ima i kontrola trupa. Disfunkcijom mišića kontrola će biti onemogućena, što će rezultirati većim pomacima trupa, a posljedično i valgus položajem koljena.

U nogometu se ozljeda prednjeg križnog ligamenta može dogoditi u situacijama poput naglog zaustavljanja kada nam igrač stoji na leđima, uz mehaničku perturbaciju bit će narušena biomehanika, što će dovesti do ozljede PKL-a. Beskontaktna ozljeda može nastati kao posljedica promjene smjera protivničkog igrača, pa bismo mogli reći da veliku ulogu u visokorizičnom pozicioniranju koljena imaju i neurokognitivne perturbacije. Također prilikom situacije skok duela može doći do ozljede, igrač je izvan ravnoteže, doskače velikom brzinom na jednu nogu, što može također potencijalno ugroziti PKL.



Slika 2 Mehanizam ozljede prednjeg križnog ligamenta (Hewett T. E. i sur. 2005.)

## **6. REHABILITACIJA OZLJEDE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA**

Rehabilitacija je vrlo složen proces koji treba biti prilagođen individualno. Rehabilitacija ima svoje faze određene vremenskim okvirima, a svaka faza ima svoje ciljeve i zabrane. Budući da su pacijenti drugačiji, vrijeme i brzina trajanja rehabilitacije neće biti jednaka za sve. Općenito cilj rehabilitacije nakon ozljede je vratiti funkciju koljenog zgloba, odnosno postići dobru dinamičku stabilnost. Kako bi proces bio uspješan vrlo je važno poznavati mehanizme nastanka ozljede kao i proces biološkog cijeljenja ligamenta. Postoperativnu fazu rehabilitacije smo podijelili u tri dijela.

U akutnoj fazi, prvim postoperativnim danima cilj je maksimalno zaštititi zglob i novi ligament, smanjiti bolnost i otok te vratiti mobilnost patele. Sportaš hoda na štakama i koristi ortožu. Radi se na opsegu pokreta, postizanju pasivne ekstenzije i poboljšanju fleksije. Zbog značajne atrofije miškulature koristi se elektromišićna stimulacija kako bi što prije aktivirali m. quadriceps. Osim navedenog koriste se i vježbe jačanja kroz izometričku kontrakciju. Brigu o sportašu u ovoj fazi vodi fizioterapeut. Zacijeljena rana, bezbolno oslanjanje na operiranu nogu, smanjen otok, mobilnost patele, opseg pokreta do 115° fleksije neki su od kriterija za prelazak u iduću fazu. U ovoj fazi važno je educirati pacijenta o izvođenju vježbi te ih naučiti pravilan hod. U prvoj fazi rehabilitacije zabranjeno je oslanjanje na obje noge u prva četiri tjedna, također su zabranjene i vježbe otvorenog kinetičkog lanca s pokretima u koljenu te trčanje, skokovi i duboki čučanj (>90°).

Druga faza rehabilitacije predstavlja razdoblje u kojem sportaš započinje s ozbiljnim sportskim treningom. Vježbe su usmjerene na razvoj jakosti mišića nogu, propriocepcijske vježbe, vježbe gornjeg dijela tijela i trupa koje provodimo prvo u statičkim, a zatim dinamičkim uvjetima. Prvo se primjenjuju vježbe zatvorenog kinetičkog lanca, a potom otvorenog lanca. Provode se bilateralne vježbe koje osiguravaju veću stabilnost prilikom pokreta, a potom unilateralne vježbe pomoću kojih nastojimo smanjiti asimetriju i mišićne disbalanse. Treninge u ovoj fazi karakterizira veliki broj ponavljanja i manje vanjsko opterećenje čime ćemo utjecati na mišićnu izdržljivost, ali i hipertrofiju. Postepeno ćemo djelovati na ekstenzitet i intenzitet, manipulirajući varijablama broja ponavljanja, trajanja i težine. Propriocepciju razvijamo u statičkim uvjetima kroz voljne akcije, a zatim kroz automatske reakcije.

Unutar ove faze razvijamo kardiorespiratornu izdržljivost, započinjemo s trčanjem te u program implementiramo diskontinuirano trčanje slobodnim ritmom.

Sport-specifične kretnje, nagle promjene smjera, ubrzanja i kočenja su u ovoj fazi zabranjena. Kako bi prešli u iduću, treću fazu važno je osigurati aktivan opseg pokreta u oba koljena te izvoditi unilateralne vježbe bez asistencije, prisustva boli i otekline.

Posljednja je funkcionalna faza rehabilitacije o kojoj ćemo u nastavku nešto više reći.

## **6.1. FUNKCIONALNA FAZA REHABILITACIJE**

Nakon što smo prethodno zadovoljili kriterije za prelazak u iduću fazu i kroz sustavan rehabilitacijski proces razvijali mišićnu jakost i ostale sposobnosti, ulazimo u treću završnu fazu gdje se sportaša priprema za sport specifični trening. Ovu fazu karakteriziraju složenije i zahtjevnije vježbe specifične za nogomet te prilagođene zahtjevima sporta i ciljevima sportaša. Postepeno podižemo intenzitet i povećavamo vanjsko opterećenje, nastavljamo s razvojem jakosti, ali započinjemo i s treningom snage, brzine, agilnosti, izdržljivosti kao bitnim motoričkim sposobnostima kroz koje ćemo nastojati sportaša pripremiti na zahtjeve nogometne igre. Postoje različiti protokoli koji se mogu pridodati ovoj fazi rehabilitacije. U nastavku ću prikazati prijedlog koncepta završne faze rehabilitacije čija se višestruka primjena pokazala uspješnom.

Funkcionalnu fazu možemo podijeliti u nekoliko pod-faza kada govorimo o mišićnoj jakosti.

U prvoj pod-fazi koja traje otprilike 3 tjedna sportaš započinje s kompleksnijim vježbama u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu. Mišićna jakost se razvija kroz povećano vanjsko opterećenje pri čemu se smanjuje broj ponavljanja. Vježbe se mogu provoditi i na izokinetiku kako bi mogli dijagnosticirati mišićni disbalans ako postoji. Nogomet kao polistrukturalan kompleksan sport karakteriziraju nepredvidive situacije i različite promjene smjera kretanja ako tome dodamo činjenicu da je ozljeda prednjeg križnog multiplanarna od izuzetne je važnosti vježbe izvoditi u sve tri ravnine.

Tablica 2 Primjer treninga prve pod-faze

STATIKA			
VJEŽBA	PON	ODMOR	SERIJE
izdržaj u čučnju	45"	15"	3
izdržaj u mostu	45"	15"	3
copenhagen izdržaj	30"	15"	3
bočni izdržaj s nogom u abdukciji	30"	15"	3
DINAMIKA			
VJEŽBA	PON	SERIJE	
čučanj	10	4	
rumunjsko mrtvo dizanje	10	4	
nožna ekstenzija	10	3	
nožna fleksija	10	3	
iskorak	8+8	4	
unilat. hip thrust	8+8	4	
podizanje prstiju	10	3	

U drugoj pod-fazi (otprilike 3 tjedna) sportaš može izvoditi sve vježbe bez ograničenja. Radi se na submaksimalnoj i maksimalnoj jakosti. Broj ponavljanja je smanjen, ali se povećava vanjsko opterećenje. U sustavnom procesu rehabilitacije koriste se ekscentrične i koncentrične vježbe.

Tablica 3 Primjer treninga druge pod-faze

STATIKA			
VJEŽBA	PON	ODMOR	SERIJE
unilat. čučanj	45"	15"	3
unilat. most	45"	15"	3
copenhagen izdržaj	45"	15"	3
bočni izdržaj s nogom u abdukciji	45"	15"	3
DINAMIKA			
VJEŽBE	PON	SERIJE	
čučanj	6	4	
hip thrust	6	4	
bugarski čučanj	5+5	3	
unilat. mrtvo dizanje	5+5	3	
unilat. čučanj	8+8	3	
povlak pilates lopte	8+8	3	
copenhagen adukcija	10+10	3	
bočni izdržaj uz abdukciju noge	10+10	3	
podizanje na prste	10	3	

U trećoj pod-fazi uključuju se vježbe eksplozivnosti. S ciljem poboljšanja jakosti i snage u sam proces možemo implementirati i kontrastni trening. Metoda se zasniva na post-aktivacijskom potencijalu. Kroz takav tip treninga izvodimo jednu vježbu s većim opterećenjem nakon čega slijedi izvođenje strukturalno slične vježbe, ali s manjim opterećenjem i maksimalnom brzinom.

Sistematičnost rehabilitacijskog procesa, funkcionalnost odabranih vježbi i progresivnost rezultirat će napretkom.

Tablica 4 Primjer treninga treće pod-faze

STATIKA			
VJEŽBA	PON	ODMOR	SERIJE
unilat. čučanj na bosu	45"	15"	3
unilat. most na pilates lopti	45"	15"	3
copenhagen izdržaj	60"	15"	3
bočni izdržaj s nogom u abdukciji	60"	15"	3
DINAMIKA			
VJEŽBA	PON	SERIJE	
čučanj + skokovi preko visokih prepona	6+4	4	
hip thrust + saskok	6+4	4	
bugarski čučanj + unilat. skok	6/6+3/3	4	
unilat. mrtvo dizanje + ubrzanje	6/6+3/3	4	
abdukcija/adukcija sprava + bočno kretanje	6/6+3/3	4	

U nastavku ću prikazati neke od vježbi jakosti koje primjenjujemo unutar prethodno navedenih pod-faza.



Slika 3 Stražnji čučanj





*Slika 4 Hip thrust*



*Slika 5 Bugarski čučanj*



*Slika 6 Nordic curl*



*Slika 7 Jednonožno mrtvo dizanje*

Osim rada na jakosti mišića nogu, unutar ove faze možemo odrađivati vježbe za jakost gornjeg dijela tijela bez ograničenja. Vježbe mogu biti balističke pri čemu se daje maksimalno ubrzanje tijelu, dijelu tijela ili vanjskom otporu, dominantno u koncentričnom načinu rada mišića.

Budući da je ravnoteža osnova učinkovitog kretanja trebamo je integrirati u trening zajedno s razvojem i ostalih motoričkih sposobnosti. Vrlo je važan pravilan izbor vježbi koje moraju biti izazovne, ali sigurne. Princip progresivnosti osigurat će napredak. Ravnotežu u ovoj fazi razvijamo s ciljem poboljšanja sportske izvedbe. Vježbe izvodimo u dinamičnim uvjetima kroz vježbe ravnoteže u snazi (Slika 6.,7.,8.).

Vježbe dinamičke ravnoteže imaju vrlo važnu komponentu prilikom raznih doskoka, šutiranja, dodavanja.



*Slika 8 Jednonožni skok naprijed s doskokom na nestabilnu površinu*



*Slika 9 Jednonožni lateralni skok preko prepreke*



*Slika 10 Jednonožno mrtvo dizanje s izbačajem medicine*

Nogometna igra zahtijeva visoku razinu funkcionalnih sposobnosti. Izuzetno je važno raditi na povećanju kapaciteta navedenih komponenti. Nakon što smo koristili kontinuiranu metodu rada putem koje razvijamo aerobne sposobnosti, unutar ove faze s koristimo diskontinuiranu metodu. Metodu karakterizira izmjena intenziteta, odnosno izmjena većeg i manjeg opterećenja. Primjer diskontinuiranog oblika rada bi bio 15-15-30. Druga metoda koju koristimo je intervalna, karakteristična je po izmjeni intervala intezivnog rada i pasivnog odmora. Primjer intervalne metode bi bio 15-15.

Kako bismo mogli u program primijeniti sport-specifičan sadržaj važno je poznavati strukturu i zahtjeve pojedinog sporta u ovom slučaju nogometne igre. Stoga je naglasak na unaprjeđenju onih sposobnosti koje su prediktor uspješnosti u nogometu. Tijelo je potrebno pripremiti na one zahtjeve koji ga očekuju povratkom u sport.

Rad karakteriziraju specifični uvjeti gdje povećavamo intenzitet kako bi bio što realniji uvjetima nogometne igre. Primjenjujemo vježbe s loptom od jednostavnijih prema

složenijim kroz različita vođenja, dodavanja, šutiranja i driblinge. Nogomet po svojoj strukturi karakteriziraju višesmjerna kretanja, pa stoga trebamo i vježbe izvoditi višesmjerno. Kretanja u nogometu trebaju biti brza i efikasna. Veliki utjecaj na sportsku izvedbu ima agilnost kao sposobnost ubrzanja i promjene smjera kretanja (Foretić i Veršić, 2019.). Nepredvidive situacije su sastavni dio nogometa, a samim time većina kretnji je određena vanjskim podražajima.

Sportaš treba zadovoljiti kriterije prilikom povratka u sport s ciljem izbjegavanja negativnih posljedica, a to su klinička slika, izjednačena jakost mišićne mase i funkcionalna stabilnost koljena. Kroz bateriju testova nastojimo utvrditi je li sportaš spreman za povratak na teren ili ne (Tablica 5.). Nijedan pojedinačni test ne bi trebao dozvoliti sportašu povratak na teren.

Tablica 5 Testovi za povratak na teren

IME TESTA	BODOVI
1. Bilateralni čučanj	
2. Jednonožni čučanj	
3. Skok u dalj	
4. Jednonožni skok u dalj	
5. Jednonožni skokovi na vrijeme (6m)	
6. Jednonožni troskok	
7. Jednonožni troskok preko linije	
8. Jednonožni poskok s pauzom	
9. Jednonožni troskoci s pauzom	
10. Održavanje ravnotežnog položaja (otvorenih očiju)-jedmnožno	
11. Održavanje ravnotežnog položaja (zatvorenih očiju)-jedmnožno	
12. Trčanje osmice (10m)	
13. Start-stop sprint	
<b>BROJ OSTVARENIH BODOVA</b>	<b>/13</b>

Opis testa: svakom vježbom možemo ostvariti 1 ili 0 bodova, ovisno o udaljenosti, vremenu, pravilnom izvođenju. Potrebno je ostvariti minimalno 80% za 1 bod.

- 1) bilateralni čučanj: izvođenje 8-10 ponavljanja uz pravilno držanje tijela u svim dijelovima pokreta
- 2) jednonožni čučanj: izvođenje 5 ponavljanja uz održavanje ravnoteže i pravilnog položaja tijela
- 3) skok u dalj: cilj je preskočiti udaljenost određenu visinom sportaša kojeg testiramo

- 4) jednonožni skok u dalj: cilj je skočiti što dalje i zadržati ravnotežni položaj prilikom doskoka
- 5) jednonožni skokovi na vrijeme (6m): mjeri se vrijeme potrebno za svladavanje duljine od 6m jednonožnim skokovima
- 6) jednonožni troskok: mjeri se udaljenost tri uzastopna jednonožna skoka
- 7) jednonožni troskok preko linije: mjeri se udaljenost tri uzastopna skoka preko linije
- 8) jednonožni poskoci s pauzom: izvodi se 10 submaksimalnih skokova sa zadržavanjem položaja prilikom doskoka
- 9) jednonožni troskoci s pauzom: izvodi se jednonožni submaksimalni trostruki skok sa zadržavanjem položaja prilikom doskoka
- 10) održavanje ravnotežnog položaja- jednonožno (otvorenih očiju): jednonožno zadržavanje položaja otvorenih očiju
- 11) održavanje ravnoteže- jednonožno (zatvorenih očiju): jednonožno zadržavanje položaja zatvorenih očiju
- 12) trčanje osmice (10m): sportaš mora istrčati osmicu dva puta oko čunjeva bez rušenja
- 13) start-stop sprint (40m): trčanje maksimalnom brzinom sa zaustavljanjem na znak

Nakon odrađenih svih testova, sportaš bi trebao ostvariti minimalno 11/13 bodova kako bi ostvario povratak na teren. Naravno, povratak u sport ne određuje samo 13 navedenih funkcionalnih testova, to je samo jedan dio procjene.

Nužno je poštivati progresivan povratak u natjecateljski sport. Na samom početku uključujemo sportaša u ekipni trening bez kontakta. Prijelaz s individualnog treninga, gdje je većina situacija kontrolirana, na timski trening, gdje je igrač izložen nekontroliranim situacijama možda je i najteža faza povratka u sport jer zahtjeva visoku fizičku i psihičku spremnost. Potom slijedi povratak na prijateljske utakmice u kojima sportaš na početku dobiva dio minutaže i u konačnici, povratak i ponovno uključivanje u natjecateljski sport.

## **6.2. PREVENCIJA OZLJEDE KOLJENA**

Učinkovit plan prevencije podrazumijeva poznavanje mehanizama ozljede i faktora rizika. Prema prethodno navedenim faktorima rizika ozljede prednjeg križnog ligamenta cilj nam je preventivnim programima kroz jačanje muskulature, razvoj kolateralne simetrije ekstremiteta, pravilnih tehnika izvođenja skokova i kretnji promjena smjera i stabilnosti trupa smanjiti stupanj ozljede. Povratak u sport može biti period visokog rizika nakon ozljede jer može prouzročiti ozljedu istog ili kontralateralnog ekstremiteta. Kako bi izbjegli negativne posljedice, preventivni program treba uvažavati sljedeće smjernice (Gregov i sur. 2014., prema Myer i sur.,2014.):

- tehnički pravilno izvođenje vježbi
- tehnički neispravnu vježbu prekidamo
- dodatne informacije o rizičnim položajima tijela
- ispravnost početne i krajnje pozicije
- stalna progresija

Zahtjevi nogometne igre su na visokoj razini, stoga bi trebalo sustavno raditi na prevenciji.

## **7. PSIHOLOŠKA PERSPEKTIVA OZLJEDE**

Ozljeda je rezultat djelovanja unutarnjih i vanjskih faktora i značajan je stresor za sportaša. Razumijevanje psihološke perspektive pojedinca od velike je važnosti za uspješnost rehabilitacijskog procesa, što čitav opravak čini dinamičnijim. Psihološki problemi se javljaju neposredno nakon ozljede i utvrđivanja dijagnoze, ali i onda kad je potreban operativni zahvat. Sportaš često jako emocionalno reagira na ozljedu. Paterno i sur. (2018.) su istraživali koliko strah utječe na aktivnost u treningu i učestalost druge ozljede na uzorku od 40 pacijenata koji su se nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta vratili u sport. Istraživanjem koje su provodili tijekom 12 mjeseci utvrdili su sljedeće. Pacijenti s većim strahom su bili manje aktivni, pokazali su slabiju izvedbu skokova i izometrijsku snagu kvadricepsa te su imali povećan rizik od druge ozljede prednjeg križnog ligamenta unutar 24 mjeseca nakon povratka u sport. Na temelju istraživanja mogli bismo zaključiti kako je strah često razlog zbog kojeg se pojedinci ne vraćaju u sport. U konačnici strah može negativno utjecati na sam proces oporavka. Vrlo je važno kako sportaš percipira stvari. Neki sportaši na ozljedu mogu reagirati izrazito depresivnim raspoloženjem, ljutnjom, izolacijom, što dovodi do gubitka



identiteta. S druge strane neki sportaši nastoje izvući dobrobiti iz ozljede, pa na rehabilitaciju gledaju kao na test izdržljivosti, strpljenja i mogućnost osobnog razvoja. Uloga trenera je razumjeti sportaša i njegovu situaciju te mu kroz čitav proces biti podrška i ohrabrivati ga. Također ga je važno upoznati s tijekom oporavka kako bi razumio da proces rehabilitacije iziskuje određeno vrijeme. Proces rehabilitacije nije uvijek linearan put, idealan proces. Realnost je puno drugačija od očekivanja, isprepletena je brojnim usponima i padovima. Različiti psihološki čimbenici mogu utjecati dobro ili loše na proces oporavka, ali i ponovni povratak u sport, stoga ne bi smjeli zanemariti ni psihičko zdravlje pri povratku u puni sportski trening.

## **8. ZAKLJUČAK**

Cilj ovog rada je prikazati povratak u puni sportski trening nakon ozljede prednjeg križnog ligamenta u nogometu. Prednji križni ligament ima veliku ulogu u biomehanici koljena te je jedan od glavnih stabilizatora. Kada dođe do ozljede narušava se funkcionalna stabilnost kompleksnog koljenskog aparata, što posljedično može utjecati na sposobnost obavljanja svakodnevnih aktivnosti, a posebno sportskih aktivnosti. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta je nastala kao posljedica djelovanja više faktora te zahtijeva dug oporavak. Oporavak je izazovan proces koji iziskuje fokusiranost, samodisciplinu i ustrajnost. Rehabilitacija se može temeljiti na protokolu, ali individualiziran pristup će omogućiti uspješan povratak u puni sportski trening, a vrijeme trajanja rehabilitacije ovisit će o individualnom napretku. Nakon provedenog osnovnog zbrinjavanja i cijeljenja ligamenta, normalizacije opsega pokreta, progresivnog razvoja jakosti ekstremiteta i poboljšanja svijesti o položaju zgloba, ulazimo u završnu fazu rehabilitacije koja uključuje složenije i zahtjevnije vježbe. Fokusiramo se na razvoj onih sposobnosti koje su ključne za uspješnost u nogometu i pripremu sportaša za siguran povratak na teren. Osim kvalitetne fizičke pripreme, dobra psihička pripremljenost je ključ uspješnog povratka u sport jer omogućuje sportašu bolje suočavanje s izazovima sporta. Kako bi se smanjio rizik od ozljede, implementacijom pravilnih preventivnih strategija nastojimo minimizirati rizik od ponovne ozljede.

## 9. LITERATURA

1. Buntić, S. (2014). *REHABILITACIJA PACIJENATA NAKON REKONSTRUKCIJE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA* (Doctoral dissertation, University of Split. University Department of Health Studies).
2. Comfort, P., & Abrahamson, E. (Eds.). (2010). Sports rehabilitation and injury prevention (pp. 223-463). UK: Wiley-Blackwell.
3. Dubravčić-Šimunjak, S., Petrović, T., Hodak, P., Šimunjak, T., Jurinić, A., Ivanković, K., & Boranić, D. (2021). Važnost funkcionalne stabilnosti koljena u prevenciji i rehabilitaciji ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod sportaša. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 36(2), 100-112.
4. Foretić, N., Veršić, Š., Žuvela, F. - materijali iz usmjerenja Kondicijska priprema sportaša 2019, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu
5. Girgis, F. G., Marshall, J. L., & JEM, A. A. M. (1975). The cruciate ligaments of the knee joint: anatomical. functional and experimental analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 106, 216-231.
6. Gregov, C., Jukić, I., & Milanović, L. (2014). Kondicijska priprema u funkciji prevencije ozljeda prednje ukrižene sveze. *U Jukić, I., Gregov, C. i Šalaj, S. (ur.), Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova*, 12, 30-39.
7. Gulan, R. (2022). *Multiplanarni prikaz ozljede prednjeg križnog ligamenta u sportaša* (Doctoral dissertation, University of Split. University Department of Health Studies. Chair of Radiologic Technology).
8. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., ... & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501.
9. Krmpotić-Nemanić, J., & Marušić, A. (2004). *Anatomija čovjeka*. Medicinska naklada.
10. Paripović, E. (2015). *Biomehanika u ortopediji* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. School of Medicine. Department of Orthopedics).
11. Paterno, M. V., Flynn, K., Thomas, S., & Schmitt, L. C. (2018). Self-reported fear predicts functional performance and second ACL injury after ACL reconstruction and return to sport: a pilot study. *Sports health*, 10(3), 228-233.



12. Perčinlić, K. (2021). Ozljeda prednjeg križnog ligamenta (Doctoral dissertation, University of Rijeka. Faculty of Medicine. Department of Orthopedics and Physical Medicine).
13. Šimek, S., Jukić, I., Trošt, T. (2006). Preventivni trenažni programi. U I. Jukić i suradnici (ur.) Zbornik radova 4. godišnje međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša –Prevenција ozljeda u sportu (24. -25. veljače, 2006.). Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske