

# Uloga fizioterapije nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta kod nogometaša

---

Hrženjak, Petar

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:623730>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-10**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

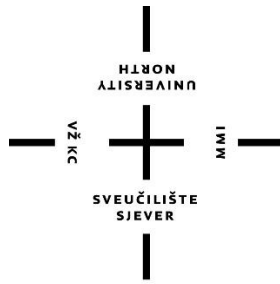
**Završni rad br. 334/FIZ/2024**

**Uloga fizioterapije nakon rekonstrukcije prednjeg križnog  
ligamenta kod nogometaša**

**Petar Hrženjak, 0336055358**

Varaždin, srpanj 2024. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Fizioterapiju

Završni rad br. 334/FIZ/2024

## Uloga fizioterapije nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta kod nogometaša

**Student**

Petar Hrženjak, 0336055358

**Mentor**

Nikolina Zaplatić Degač, mag. physioth., pred.

Varaždin, srpanj 2024. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za Fizioterapiju		
STUDIJ	Prijediplomski stručni studij Fizioterapije		
PRISTUPNIK	Petar Hrženjak	MATIČNI BROJ	0336055358
DATUM	2.7.2024.	KOLEGIJ	Fizioterapija u traumatologiji
NASLOV RADA	Uloga fizioterapije nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta kod nogometaša		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The role of physiotherapy after reconstruction of the anterior cruciate ligament in soccer players

MENTOR Nikolina Zaplatić Degač, mag.physioth. ZVANJE predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA	
1.	Marko Bodrožić, pred., predsjednik
2.	Nikolina Zaplatić Degač, pred., mentor
3.	Anica Kuzmić, pred., član
4.	dr.sc. Mateja Znika, v.pred., zamjenski član
5.	

## Zadatak završnog rada

BROJ 334/FIZ/2024

OPIS  
Ozljeda prednjeg križnog ligamenta česta je povreda kod nogometaša, pogotovo u današnje vrijeme. Nogomet kao kontaktni i izrazito dinamični sport zahtjeva od sudionika sposobnost nagle promjene pravca kretanja, zaustavljanja, usporavanja, ubrzanja, doskoka i skokova. Sve su to zahtjevne motoričke vještine i njihovo stalno ponavljanje tijekom utakmice kao i ubrzani ritam u kojem se izvode dovodi do povećanog rizika od ozljede ACL-a. današnji profesionalni nogomet pretvara nogometaše u moderne gladijatore gdje opstaju samo oni najbolji i maksimalno fizički spremni što dovodi do toga da većina nogometaša ide iznad svojih realnih mogućnosti i preopterećuje svoj organizama. Ako se tome pridoda i nedovoljno vrijeme za oporavak zbog prečestih utakmica svi preduvjeti za povećani rizik od ozljede su prisutni. U ovom radu će se prikazati anatomija i biomehanika samog koljenog zgloba, mehanizam nastanka ozljede ACL kod nogometaša, dijagnostika, mogućnosti operacijskog te neoperacijskog liječenja i na kraju sama rehabilitaciju s naglaskom na postoperativnu rehabilitaciju. Rehabilitacijski postupci će biti podijeljeni u nekoliko faza i u svakoj od njih prikazat će se ciljevi koje bi trebalo postići te same načine na koje ih je moguće najbolje ostvariti. U svakoj od tih faza ciljevi su različiti, pa se prema tome i uloga same fizioterapije mijenja. Dugotrajnost i složenost same rehabilitacije stavlja ulogu fizioterapije, posebno terapijskog vježbanja u središte uspješnog oporavka i to je ono što će se u ovom radu posebno prikazati.

ZADATAK URUČEN

04.07.2024.



N. Degač

## **Predgovor**

Na početku ovog rada htio bih se zahvaliti mojoj dragoj mentorici, profesorici Nikolini Zaplatic Degač na strpljenju, pomoći i korisnim savjetima te svim smjericama koje sam dobio tijekom pisanja ovog završnog rada, ali također tijekom cijelog studija. Također zahvaljujem i svim ostalim predavačima i mentorima kliničke prakse, kao i kolegama od kojih sam mnogo naučio i koji su moje školovanje učinili zanimljivijim. Na kraju veliko hvala mojoj obitelji na podršci tijekom cijelog školovanja.

## Sažetak

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta (ACL) česta je povreda kod nogometaša, osobito u današnje vrijeme. Nogomet kao kontaktni i izrazito dinamični sport zahtjeva od sudionika sposobnost nagle promjene pravca kretanja, zaustavljanja, usporavanja, ubrzanja, doskoka i skokova. Sve su to zahtjevne motoričke vještine i njihovo stalno ponavljanje tijekom utakmice kao i ubrzani ritam u kojem se izvode dovodi do povećanog rizika od ozljede ACL-a. Današnji profesionalni nogomet vrši veliki pritisak na igrače gdje opstaju samo oni najbolji i maksimalno fizički spremni što dovodi do toga da većina nogometaša ide iznad svojih realnih mogućnosti i preopterećuje svoj organizama. Ako se tome pridoda i nedovoljno vrijeme za oporavak zbog prečestih utakmica, svi preduvjeti za povećani rizik od ozljede su prisutni. U ovom radu će se prikazati anatomija i biomehanika samog koljenog zgloba, mehanizam nastanka ozljede ACL kod nogometaša, dijagnostika, mogućnosti operacijskog te neoperacijskog liječenja i na kraju sama rehabilitaciju s naglaskom na postoperativnu rehabilitaciju. Rehabilitacijski postupci će biti podijeljeni u nekoliko faza i u svakoj od njih prikazat će se ciljevi koje bi trebalo postići te same načine na koje ih je moguće najbolje ostvariti. U svakoj od tih faza ciljevi su različiti, pa se prema tome i uloga same fizioterapije mijenja. Dugotrajnost i složenost same rehabilitacije stavlja ulogu fizioterapije, posebno terapijskog vježbanja u središte uspješnog oporavka i to će se u ovom radu posebno prikazati.

**Ključne riječi:** prednji križni ligament, nogomet, ozljeda, rehabilitacija

## **Abstract**

Injury to the anterior cruciate ligament (ACL) is a common injury among football players, especially nowadays. Soccer, as a contact and extremely dynamic sport, requires from the participants the ability to suddenly change the direction of movement, stop, slow down, accelerate, land and jump. These are all demanding motor skills and their constant repetition during a game as well as the accelerated rhythm in which they are performed leads to an increased risk of ACL injury. today's professional football turns footballers into modern gladiators where only the best and maximally physically fit survive, which leads to the majority of footballers going beyond their realistic capabilities and overloading their bodies. If you add to that insufficient time for recovery due to too frequent matches, all the prerequisites for an increased risk of injury are present. This paper will present the anatomy and biomechanics of the knee joint itself, the mechanism of ACL injury in soccer players, diagnostics, surgical and non-surgical treatment options, and finally rehabilitation itself with an emphasis on postoperative rehabilitation. The rehabilitation procedures will be divided into several phases and in each of them the goals that should be achieved and the ways in which they can be best achieved will be presented. In each of these phases, the goals are different, so the role of physiotherapy itself changes accordingly. The long duration and complexity of the rehabilitation itself puts the role of physiotherapy, especially therapeutic exercise, in the center of successful recovery, and this is what will be shown in this paper.

**Key words:** anterior cruciate ligament, football, injury, rehabilitation



## **Popis korištenih kratica**

**ACL** Anterior Cruciate Ligament (prednji križni ligament)

**AM** Anterio Medial (prednji središnji)

**PL** Posterio Medial (stražnji središnji)

**VAS** Visual Analog Scale (Vizualno analogna skala)

**PCL** Posterior Cruciate Ligament (stražnji križni ligament)

**MMT** Manual Muscle Testing (Manualni mišićni test)

**MRI** Magnetic resonance (Magnetska rezonanca)

# Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Anatomija koljena.....	3
2.1.	Ligamenti koljena.....	3
2.2.	Mišići.....	4
3.	Biomehanika koljena .....	6
4.	Mehanizam nastanka ozljede kod sportaša i klinička slika .....	7
4.1.	Dijagnostika ozljede .....	9
4.1.1.	Lachmanov test .....	9
4.1.2.	Test prednje ladice .....	10
4.1.3.	Test zaokretnog pomaka.....	10
5.	Liječenje.....	12
5.1.	Operativno liječenje .....	12
6.	Fizioterapijska procjena .....	14
6.1.	Mjerenje obujma ekstremiteta i zgloba .....	15
6.2.	Test aktivnog pokreta .....	15
6.3.	Test opsega pokreta.....	16
6.4.	Manualni mišićni test (MMT).....	16
7.	Poslijeoperacijska rehabilitacija.....	18
7.1.	Rana faza rehabilitacije .....	18
7.2.	Kasna faza rehabilitacije .....	20
7.3.	Prijelazna faza .....	22
7.4.	Faza pripreme za povratak sportskim aktivnostima.....	23
7.4.1.	Izokinetika.....	23
7.4.2.	Agilnost.....	24
7.4.3.	Pliometrija.....	25
7.5.	Faza povratka u sportsku aktivnost .....	25
8.	Primjena fizikalnih procedura nakon rekonstrukcije ACL-A .....	28
8.1.	Krioterapija.....	28
8.2.	Elektrostimulacija.....	28
8.3.	Magnetoterapija.....	29
8.4.	Interferentne struje .....	29
8.5.	Hidroterapija.....	29
9.	Prevenција ozljede ACL-A .....	31
10.	Zaključak.....	32
11.	Literatura.....	33



# 1. Uvod

Zglob koljena jedan je od najvećih zglobova u našem tijelu, izrazito složene građe te pod stalnim opterećenjem jer ima ulogu nositelja tjelesne težine u pokretu, bilo da se radi o rekreativnim ili profesionalnim sportskim aktivnostima. Upravo zbog tih karakteristika sve strukture koje tvore zglob podložne su čestim ozljedama. Jedna od ozljeda koja je danas aktualna između ostalih je ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod nogometaša što će biti prikazano u ovome radu. Upravo mehanizmi nastanka ozljede kao što su nagle promjene smjera, zaustavljanja, doskoci, okretanja na jednoj nozi sugeriraju da se radi o ozljedi specifičnoj za sport. Povećanju učestalosti ove ozljede u današnje vrijeme pogotovo kod profesionalnih nogometaša doprinose svakako prevelika opterećenja kojima su izloženi i koja od njih traži natjecateljski sport s nedovoljno odmora i mogućnosti oporavka organizma. S obzirom da ozljeda prednjeg križnog ligamenta zahvaća većinom mlade ljude, pravilno liječenje i rehabilitacija nakon takve ozljede su od izuzetne važnosti [1]. U suprotnom, mogu ostati dugotrajne posljedice na samo koljeno, a posljedično tome i na cjelokupno zdravlje pojedinca. Istraživanja pokazuju razvoj osteoartritisa koljena kod velikog broja pacijenata s ovakvom ozljedom, čak preko 50%, 10-20 godina nakon same ozljede. Za sada ne postoji dovoljno dokaza koji bi govorili u prilog manjem razvoju osteoartritisa nakon rekonstrukcije u odnosu na pacijente kod kojih nije rađena rekonstrukcija ligamenta. Jedan od razloga za to usprkos povećanoj stabilnosti koljena mogao bi biti povećano opterećenje koljena zbog povratka sportskim aktivnostima nakon rekonstrukcije za razliku od pacijenata koji su liječeni konzervativno i koji se ne mogu u punoj mjeri vratiti sportskim aktivnostima ili se uopće ne mogu vratiti [2]. Zbog dugotrajnosti oporavka i težine same ozljede ne smiju se zanemariti niti ekonomske posljedice nakon takve ozljede u smislu dugotrajnih bolovanja jer većinom se radi o radno aktivnom stanovništvu, a kod profesionalnih nogometaša dugotrajni izostanak sa sportskih natjecanja kao i veliki upitnik hoće li se uspjeti vratiti na istu razinu na kojoj su bili prije ozljede. Sve to ostavlja i psihološke posljedice na pojedinca, pa je ponekad potrebno i uključivanje samog psihologa u rehabilitacijski proces. Osobito dolazi do izražaja kod povratka sportskim aktivnostima gdje postoji strah od ponovne ozljede. Strah kao negativna emocija ima loš učinak na neuromuskularnu (mišićno-živčanu) kontrolu pa ga je važno smanjiti na najmanju moguću mjeru [3]. Liječenje ovakve ozljede počinje s dijagnostikom koja se zasniva na anamnezi, kliničkom pregledu, testovima i na kraju po potrebi potvrda dijagnoze magnetskom rezonancom. Nakon toga donosi se odluka o načinu liječenja koje može biti konzervativno ili operativno što ovisi o više faktora o kojima će se govoriti u samom radu. Kad se radi o nogometašima osobito profesionalnim i potpunoj rupturi ligamenta liječenje će u pravilu uvijek biti operativno jer konzervativno liječenje neće dati zadovoljavajuće rezultate u smislu

povratka sportskoj aktivnosti. Tehnike operativnog liječenja stalno napreduju, a koja tehnika će biti izabrana i kojom vrstom presatka ovisi o odluci operatera kao i o aktivnostima koje očekuju pacijenta nakon operacije. Najčešće upotrebljavani presadak u današnje vrijeme kod nogometaša je srednja trećina ligamenta patele. Svaka rehabilitacija nakon operativnog zahvata je individualna i specifična, ima svoje faze koje treba poštovati kako bi bila uspješna i kako bi se mogućnost komplikacija svela na minimum. Zahtjevi koji se stavljaju ispred fizioterapeuta koji je provodi su vrlo složeni i traže od njega iskustvo i široki spektar znanja kao i spremnost na suradnju s operaterom i ostalim članovima rehabilitacijskog tima [8] .

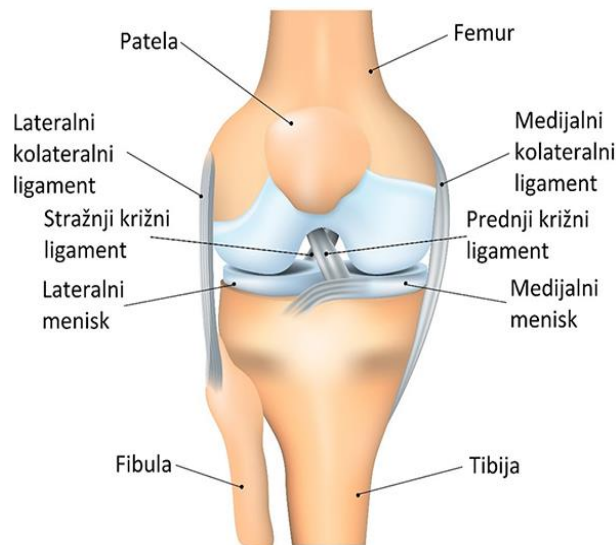
## 2. Anatomija koljena

Sam zglob sastoji se od tri zglobna tijela: distalni kondili bedrene kosti, proksimalni kondili goljenične kosti te patela koja je umetnuta u sredinu zgloba. Bedrena kost je najduža i najčvršća kost ljudskog tijela, sama dužina varira između 33 i 34 centimetra. Čine ju trup te gornji i donji dio kosti. Na donjem dijelu bedrene kosti nalaze se *medijalni* i *lateralni* kondili. Oba su kondila u frontalnoj ravnini zavijena oko sagitalne osi. Konveksno zglobno tijelo sadrži zglobne površine koje su namijenjene za uzglobljenje sa kondilima goljenične kosti. Patela je najveća sezamska kost u tijelu te se nalazi u tetivi četveroglavog bedrenog mišića. Na pateli (*lat. iver*) se nalaze zglobne površine koje se uzglobljuju s kondilima bedrene kosti te jednu neparnu zglobnu površinu koja jedino stvara kontakt sa bedrenom kosti prilikom forsiranja maksimalne fleksije u koljenu. Samu neusklađenost među konkavnim i konveksnim zglobnim tijelima usklađuju debele srpaste hrskavice koje se nazivaju menisci. Zglobna čahura je široka te pomalo mlohava. S prednje strane je tanka. U nju je uložena patela te ju pojačavaju sveze i ligamenti. Sama opna zglobne čahure odvojena je sprijeda i sa stražnje strane umecima masnog tkiva, a započinje na bedrenoj kosti uz rub hrskavice. Na mjestu pregiba je sinovijska opna odvojena vezivnim tkivom koje se naziva pokosnica. Hvatište i preklap opne smješteno je s prednje strane goljenične kosti uz sam rub hrskavice [4]. Unutar zgloba smješteni su menisci građeni od vezivnog tkiva u koji su uložene hrskavične stanice, smještene više na površini meniska. U koljenu postoji medijalni i lateralni menisk [4,5].

### 2.1. Ligamenti koljena

Stabilnost samog zgloba pospješuju brojne aktivne i pasivne sveze. Od pasivnih u prvom planu su ligamenti koljena (slika 2.1.1.) koje se dijele u tri skupine. Prva se skupina sastoji od *lig.patellae*, *lig. popliteum obliquum*, *lig. popliteum arcuatum*. *Lig. patellae* nastavlja se na četveroglavi bedreni mišić. *Lig. popliteum obliquum* polazi sa stražnje strane zgloba te je usmjeren lateralno i prema gore. *Lig. popliteum arcuatum* polazi s glave lisne kosti te se hvata na zglobnu čahuru [4].

Drugu skupinu čine kolateralne sveze, odnosno medijalni i lateralni kolateralni ligamenti. Medijalna pobočna sveza, *lig. colateralne mediale*, trokutast je te je dio fibrozne opne zglobne čahure. Polazi s medijalnog kondila bedrene kosti i hvata se na medijalnu plohu goljenične kosti. Lateralna pobočna sveza, *lig. colaterale laterale*, slobodna je sveza koja polazi s lateralnog epikondila bedrene kosti te se hvata na prednji dio gornjeg kraj lisne kosti [4].



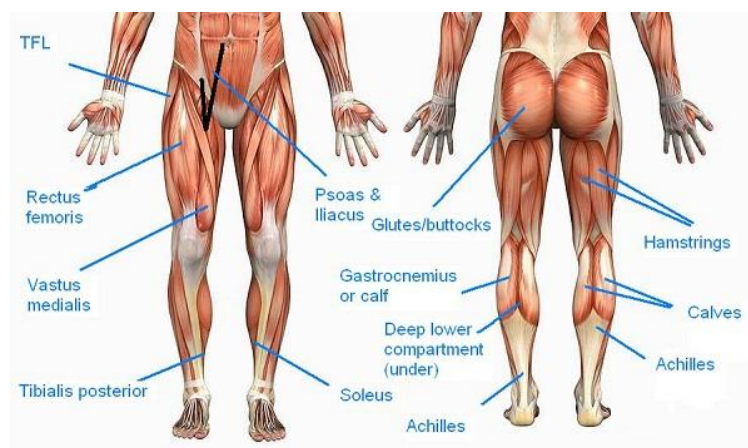
Slika 2.1.1. Ligamenti zgloba koljena

Izvor: <https://www.svkatarina.hr/ortopedija-i-sportska-medicina/artroskopija-koljena>

Treću skupinu ligamenata čine sveze unutar zgloba, odnosno prednji i stražnji ukriženi ligamenti. Njihova glavna svrha je održavanje anterio-posteriorne stabilnosti samog zgloba. Nalaze se unutar zglobne čahure te izvan zglobnog prostora te omogućuju stalan doticaj između zglobnih površina, pogotovo pri pokretima rotacije zgloba, jer si sveze konstantno zategnute. Sveze se križaju međusobno te svaka zasebno oko svoje osi. Prednja ukrižena sveza, *lig. cruciatum anterius*, polazi s stražnjeg gornjeg dijela bedrene kosti, sveza je usmjerena naprijed, prema dolje i medijalno te se hvata na goljeničnu kost. Veza za goljeničnu kost je šira i jača od one za bedrenu kost. Stražnja ukrižena sveza, *lig. cruciatum posterius*, čvršća je nego prednja, zato su i njene ozljede puno rjeđe. Sveza polazi s lateralne plohe medijalnog kondila bedrene kosti te se hvata za udubinu iza stražnjeg ruba goljenične kosti. Sveza je usmjerena dolje i lateralno te se križa u obliku slova x sa prednjom ukriženom svezom. Kolateralni ligamenti i križni ligamenti najvažniji su među pasivnim stabilizatorima zgloba, daju zglobu čvrstinu te određuju same granice pokreta koji se zbivaju unutar zgloba [5].

## 2.2. Mišići

Mišići važni za pokrete u zglobu koljena dijele se na 3 glavne skupine: mišiće prednje, stražnje te medijalne strane natkoljenice. Na prednjoj strani natkoljenice smješten je *m. quadriceps femoris*, odnosno četveroglavi bedreni mišić koji se dijeli na 4 manje glave: *m. rectus femoris*, *m. vastus medialis*, *m. vastus lateralis* i *m. vastus intermedius*. *M. rectus femoris* je glavni u izvođenju pokreta ekstenzije u zglobu koljena te je također fleksor u zglobu kuka.



Slika 2.2.2. Mišići prednje i stražnje strane natkoljenice

Izvor: <https://www.tanjabolf.com/isprobajte-ovih-10-vjezbi-za-super-oblikovane-noge/>

Stražnju skupinu mišića čine 3 mišića: *m.biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*. Osim glavne funkcije koja im je sudjelovanje u fleksiji koljena, također sudjeluju u ekstenziji u zglobu kuka [4].



### 3. Biomehanika koljena

Koljeno je, uz zglob kuka i gležnja, tijekom samog procesa hoda najviše izloženo različitim stresovima te opterećenjima. Zglob koljena je kao takav u konstantnom procesu prilagodbe na mehaničke sile iz okoline s ciljem izvođenja zadane funkcije, odnosno hoda. Tijekom hoda osnovna je uloga zgloba koljena prijenos težine sa kuka na stopalo. Sam zglob po obliku spada u kutne i obrtne zglobove, što drugim riječima znači da se unutar samog zgloba mogu izvoditi pokreti fleksije, ekstenzije te minimalni pokreti rotacije. Pokret aktivne ekstenzije u zglobu moguć je do potpunog ispružanja noge, te je također moguće postići još 5 do 10 stupnjeva iznad nule, stoga se taj dio pokreta naziva hiperekstenzija. Pokret aktivne fleksije moguć je iz položaja pune ekstenzije odnosno od 0 stupnjeva do 135 stupnjeva. Ostalih 25 stupnjeva fleksije moguće je pasivno. U položaju ekstenzije nisu moguće rotacije unutar zgloba, dok pri položaju fleksije koljena moguće je postići 10 stupnjeva u pokretu unutarnje, te 40 stupnjeva u pokretu vanjske rotacije. Kada se govori o biomehanici zgloba nemoguće je ne spomenuti mehaničku osovinu femura [6]. To je zapravo zamišljena linija preko koje se prenosi težina tijela na koljenske zglobove preko bedrene kosti kada je tijelo u uspravnom stojećem položaju. Osim ove osovine, na koljeno još djeluje mehanička osovina donjeg ekstremiteta. Važno je napomenuti da se na potkoljenici mehanička osovina te osovina dijafize poklapaju, dok se na natkoljenici te dvije osovine ne poklapaju, te je razlika između njih oko 5 stupnjeva. U pitanju je fiziološki valgus u odnosu na horizontalnu osovinu samog zgloba. Za pravilno funkcioniranje koljenog zgloba važni su aktivni i pasivni stabilizatori. Aktivni stabilizatori su mišići koji su istovremeno i pokretači samog zgloba, dok su pasivni stabilizatori ligamenti, menisci i zglobna čahura. Prednji križni ligament (ACL) kao jedan od glavnih pasivnih stabilizatora koljena ima funkcije sprječavanja prednje translacije i unutarnje rotacije tibije u odnosu na distalni dio femura. Sastoji se od 2 funkcionalna snopa- anteromedialni (AM) i posterolateralni (PL). Smatra se da PL snop ima veće stabilizirajuće učinke u sprječavanju prednje translacije tibije bliže ekstenziji (do 30 stupnjeva), dok AM djeluje funkcionalnije pri većim kutevima fleksije. Pri sprječavanju unutarnje rotacije tibije oba snopa pokazuju jednaku napetost. Što je koljeno bliže ekstenziji veće su sile opterećenja na ACL kao i mogućnosti same ozljede [27].

## 4. Mehanizam nastanka ozljede kod sportaša i klinička slika

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta zapravo je vrlo uobičajena ozljeda kada se govori o sportskim ozljedama. Najčešće se javlja kod sportova koji zahtijevaju skakanje, okretanje, naglu promjenu smjera poput nogometa, košarke, rukometa, gimnastike, ali se može javiti i kod nekih malo ekstremnijih sportova poput skijanja, skijaškog spusta. Iako je ovo vrlo česta ozljeda u svijetu sporta, njezina pojava ipak ponajviše dominira u nogometu. Sam mehanizam ozljede ovisi o tome je li nastala kontaktno ili bez kontakta drugog igrača. Ako je u pitanju kontaktna ozljeda ona je nastala posljedično djelovanjem sile koju je uzrokovao neki predmet ili drugi igrač izravnim udarcem u prednji dio tibije. Dok beskontaktne ozljede (slika 4.1.) koje su zapravo puno češće nastaju u pravilu silama unutar tijela koje je sportaš izazvao sam nekim svojim krivim pokretom.



Slika 4.1. Beskontaktna ozljeda prednjeg križnog ligamenta

Izvor: [https://www.researchgate.net/publication/24436923\\_Prevention\\_of\\_non-contact\\_anterior\\_cruciate\\_ligament\\_injuries\\_in\\_soccer\\_players\\_Part\\_1\\_Mechanisms\\_of\\_injury\\_and\\_underlying\\_risk\\_factors](https://www.researchgate.net/publication/24436923_Prevention_of_non-contact_anterior_cruciate_ligament_injuries_in_soccer_players_Part_1_Mechanisms_of_injury_and_underlying_risk_factors))

Ozljeda u pravilu nastaje kod sportaša pri usporavanju donjim ekstremitetima u položaju sa maksimalno napetim četveroglavim bedrenim mišićem, pri čemu izvodi nagle rotacijske pokrete iz kuka. U samom trenutku ozljede koljeno je u položaju pune ekstenzije, bedreni mišić povećava djelovanje sile naginjanjem sportaša prema naprijed, koja djeluje na prednji križni ligament i samo koljeno. Okolne tetive u trenutku ozljede su minimalno kontrahirane, ili uopće nisu, kuk je ispružen te se skoro sva tjelesna težina prebacuje na petu i to omogućuje pomicanje bedrene kosti prema naprijed. Kod nogometaša se ovo dešava pri naglim rotacijskim te zaokretnim pokretima, praćeni abdukcijom zbog naglih promjena smjerova te brzine prilikom usporavanja uslijed same igre. Vrlo često čvrsto postavljanje stopala koje dolazi prilikom ukopavanja čepića kopačke o

travnatu podlogu prije samog trzajnog pokreta, uz sve ovo samo dodatno provocira nastanak ozljede. Što se tiče spola, ozljeda je češća kod žena u odnosu na muškarce, a neki od razloga tome su: manja veličina te sam oblik intrakondilarnih ureza, širina zdjelice te Q kut, veća opuštenost ligamenata, nošenje povišenih cipela radi samog jačeg djelovanja rotacijski sile te neuromuskulatorni faktori [6, 28]. Sama ozljeda rijetko nastaje izolirano. Vrlo često nastaje u kombinaciji sa ozljedom medijalnog meniska te medijalnih kolateralnih ligamenata, poznatija pod nazivom „zlokobni trijas“. Koljeno se ispuni krvlju, nastaje obrambena reakcija praćena spazmom mišića te radi toga test prednje ladice (kojim se ispituje kongruentnost prednjeg križnog ligamenta) nije moguće izvesti. Što se tiče izoliranih ozljeda ACL, one su u pravilu puno rjeđe, a mogu nastati pri izrazito snažnom te naglom pokretu hiperekstenzije u koljenu, ili kada je noga u flektiranom položaju te na kondile bedrene kosti djeluje neka sila u obliku direktnog udarca u smjeru prema natrag. Goljenična kost u tom trenutku ostaje u svojem položaju, dok su kondili bedrene kosti gurnuti prema natrag i u tom trenutku dolazi do puknuća hvatišta gornjeg i donjeg dijela ligamenta. Rjeđe može doći i do otrgnuća dijela goljenične kosti zajedno sa ligamentima i tada dolazi do hemartrosa. U trenutku nastanka ozljede nogometaš opisuje ozljedu kao lagano pucketanje, koje je u pravilu redovito praćeno oticanjem koljena te bolovima. Vrlo često sportaši opisuju ozljedu „znakom dvostruke šake“ okrenute jedna naprema drugoj te se rotiraju u pokret mljevenja) [8, 9, 12]. Čimbenici rizika za nastanak ozljede dijele se na unutarnje i vanjske. Unutarnji čimbenici predstavljaju anatomske čimbenike, građu tijela, neuromuskularne te hormonske čimbenike rizika. S druge strane, vanjski čimbenici uključuju čimbenike okoliša i okoline u koje pretežito spadaju obuća sportaša, vrsta natjecanja, podloga po kojoj se igra te ostali uvjeti okoline. Vrsta samog natjecanja te njezin utjecaj na nastanak ozljede nije toliko poznat, međutim neka istraživanja su utvrdila da je veći rizik za sam nastanak ozljede tijekom utakmica u odnosu na sam trening. Obuća i podloga za igru također su važan čimbenik, a samo povećanje trenja između njih, iako u pravilu povećava samu izvedbu sportaša, također povećava i sam rizik nastanka ozljede. Kad je riječ o opremi nogometaša, neka istraživanja su potvrdila da nošenje zaštitnih steznika kod nogometaša zapravo smanjuje rizik od nastanka ozljede prednjeg križnog ligamenta. Također su važni i sami vremenski uvjeti za vrijeme treninga ili utakmice nogometaša, bez obzira o podlozi na kojoj se igra, radi li se o umjetnoj ili prirodnoj travi, istraživanja upućuju na to da vremenske oborine itekako mogu povećati rizik od nastanka same ozljede [7]. Preciznije govoreći, utvrđeno je da se većina ozljeda prednjeg križnog ligamenta dogodila za vrijeme utakmica tijekom kojih je bilo manje oborina, sa većim temperaturama zraka te sa većim isparavanjima. Kad je riječ o profesionalnom nogometu, ovaj faktor rizika može se izbjeći te prevenirati, ali je također važno napomenuti da umor i manjak koncentracije za vrijeme igre, makar samo na trenutak mogu dovesti te itekako utjecati na nastanak ozljede [10]. Ruptura trećeg stupnja je najgori oblik ozljede. Vlakna

su u potpunosti potrgana, odvojena u dva dijela. Prisutna je oteklina te je bol ograničena s obzirom na ozbiljnost ozljede. Ligament više nije u funkciji kontrole pokreta, zglob je nestabilan. Prisutna je i rotacijska nestabilnost koja se utvrđuje testom pomaka zakretanja. Što se tiče liječenja u prva dva stupnja u pravilu se primjenjuje konzervativno, dok je za treći stupanj potrebno operativno liječenje [10].

## **4.1. Dijagnostika ozljede**

Što se tiče same dijagnoze koljena redovito se izvodi punkcija zgloba, odnosno uklanjanje krvi koja se nakupila unutar samog zgloba kao posljedica ozljede. Nakon toga potrebno je odraditi test prednje ladice te Lachmanov test kako bi se dobio precizniji uvid u ozljedu i zahvaćenost okolnih struktura samog zgloba. Iako se smatra da je Lachmanov test pouzdaniji od testa prednje ladice, i dalje se provode oba . U dijagnostičke svrhe ne koristi se opća anestezija, ali se redovito daje lokalna kako bi se ublažili spazam i bol kod sportaša tijekom provođenja. Što se tiče ostalih dijagnostičkih postupaka također se provodi radiografska (RTG) snimka kako bi se utvrdilo je li uz ozljedu ligamenta možda potencijalno došlo i to otrgnuća intrakondilarnog dijela goljениčne kosti. Magnetska rezonanca (MR) je također korisna te prije svega pouzdana metoda. Međutim, kad je riječ o akutnim ozljedama zglobnih struktura, vrlo rijetko je odmah dostupna. Na magnetskoj se rezonanci također veoma jasno mogu vidjeti hondralne ozljede, mjesta pucanja ligamenata. Artroskopija koljena je također operacijska metoda koja se može koristiti u terapijske, ali se u pravilu češće koristi u dijagnostičke svrhe. Dinamički ultrazvuk također se koristi u dijagnostičke svrhe, osobito kad je ovakva priroda ozljede u pitanju. Može se primjenjivati zasebno ili u kombinaciji sa dinamičkim testovima poput Lachmanovog [6,12].

### **4.1.1. Lachmanov test**

Ovo je zapravo test pasivnog pokreta koljena (slika 4.1.1.1) koji se provodi s ciljem utvrđivanja ozljede prednjeg križnog ligamenta. Pacijent je u ležećem položaju na leđima s testiranom nogom savijenom u koljenu pod 30 stupnjeva. Za lakše dovođenje noge u ovaj položaj može se koristiti ručnik ili noga ispitivača. Nogu je potrebno lagano rotirati prema van. Ispitivač stavlja jednu ruku iza goljениčne kosti, a druga ruka je na bedru pacijenta. Važno je da palac bude na izraslini goljениčne kosti.



*Slika 4.1.1.1. Lachmanov test*

*Izvor: <https://www.physiotutors.com/wiki/lachman-test/>*

Tibija se povlači prema naprijed. Test je pozitivan ako je pomak moguć. Neozlijeđeni ACL trebao bi spriječiti pomicanje tibije prema naprijed, takozvani „čvrsti krajnji osjet“. Više od 2 mm prednje translacije ukazuje da su prednji križni ligamenti potpuno poderani [12]. U ovom testiranju može se koristiti instrumentom KT-1000 (artrometar) kako bi sa što većom preciznošću bilo određeno pomicanje u milimetrima. To je klinički uređaj koji se koristi u dijagnostičke svrhe kod ACL, preciznije za mjerenje prednje translacije tibije [29]. Ono što je izrazito važno za napomenuti je da ozlijeđenu stranu uvijek treba uspoređivati sa zdravom stranom, a prije samog provođenja testa treba prvo ispitati PCL (posterior cruciate ligament) jer će njihova funkcija uvelike utjecati na krajnje rezultate ovoga testa [12].

#### **4.1.2. Test prednje ladice**

Pacijent je u proniranom položaju s kukovima savijenim pod 45 stupnjeva, koljena su pod 90 stupnjeva fleksije, a stopala oslonjena ravno na podlogu. Ispitivač sjedi na nožnim prstima testirane noge, jednom rukom hvata proksimalni dio potkoljenice te pokušava pomaknuti potkoljenicu prema naprijed. Test je pozitivan ako je translacija veća prema naprijed u odnosu na zdravo koljeno. Ako je translacija veća od 6 milimetara test se smatra pozitivnim, ako je manja test je negativan. Važno je posebnu pažnju obratiti na pravilno pozicioniranje pacijenta jer ponekad početni položaj može uzrokovati lažno pozitivni rezultat kod pacijenta [12].

#### **4.1.3. Test zaokretnog pomaka**

Ovaj test još je poznatiji pod nazivom kao „pivot shift“ test. To je dinamički test koji procjenjuje stabilnost zgloba, a provodi se pasivno od strane ispitivača. Test se sastoji od

kombinacije pokreta ventralnog opterećenja te valgus sile koju ispitivač koristi u pokretu fleksije koljena iz položaja ispružene noge. Svrha testa je zapravo utvrditi prednju, rotacijsku nestabilnost zgloba. Ako je test pozitivan sumnja se na ozljedu prednjeg križnog ligamenta i ozljedu zglobne kapsule. Test se provodi na način da je pacijent u ležećem položaju na leđima s nogama ispruženim na podlozi s blagom rotacijom noge i stopalima prema van. Ispitivač stoji bočno i hvata nogu koju ispituje s jednom rukom držeći ispod pete, a drugom pridržavajući nogu ispod koljenske jame. Izvodi se pokret pasivne fleksije u koljenom zglobu. Test je pozitivan ako se tibia pomakne posteriorno pod 30 ili 40 stupnjeva fleksije. Također, vrlo često se može čuti zvuk zveckanja koji pacijent vrlo često opisuje kao osjećaj njihanja koji ima tijekom hodanja. Test se može provoditi uz 3 (neutralna, medijalna, lateralna) različita položaja rotacije. Prvi stupanj pivot shift testa kad je tibia u maksimalnom položaju medijalne rotacije daje jasan znak djelomične ozljede ACL-a te prednje nestabilnosti koljena. Drugi stupanj ovog testa također daje znakove kronične nestabilnosti, rupturu ACL-a te je praćen već spomenutim zvukom zveckanja. Treći stupanj pomaka kad je tibia u neutralnom položaju znak je teškog oštećenja s maksimalnom prednjom labavosti [12].

## 5. Liječenje

Nakon postavljanja dijagnoze rupture ACL slijedi liječenje koje može biti konzervativno ili operativno. Pri donošenju odluke koja vrsta liječenja će biti primijenjena treba uzeti u obzir dob pacijenta, zanimanje, sportske i funkcionalne zahtjeve samog pacijenta kao i stanje ostalih anatomskih struktura koljena i prisutnost eventualnih udruženih ozljeda koljena [6]. Ako se radi o nogometašima, pogotovo profesionalnima, liječenje će uvijek biti operativno. Profesionalni nogometaši u današnje vrijeme u pravilu se operiraju odmah nakon ozljede, dok rekreativni nogometaši i ostale osobe mogu se operirati nakon preoperativne rehabilitacije koja ujedno predstavlja i konzervativni način liječenja. Prisutnost otekline i neodgovarajući opseg pokreta u vrijeme operacije može stvoriti značajne probleme s povratkom pune postoperativne pokretljivosti. Trenutno još uvijek nema dovoljno pokazatelja kojima bi se potvrdila uspješnost jedne od ovih dviju metoda (operacija odmah nakon ozljede ili poslije preoperativne rehabilitacije) [10].

### 5.1. Operativno liječenje

Prije samog operativnog zahvata treba izabrati odgovarajući presadak koji će zamijeniti oštećeni ligament, a zavisi o funkcionalnom stanju osobe kao i o aktivnostima koje su planirane nakon operacije i o vrsti sporta, ako se radi o profesionalnim sportašima. Presadci se mogu podijeliti na one koji se uzimaju sa samog pacijenta-autografti što je najčešće i na one koji se uzimaju od donora te se prethodno obrađuju-alografti [6].

Kao autograft najčešće se upotrebljava srednja trećina patelarnog ligamenta zajedno s koštanim hvatištima s patele i tuberossitas tibije (hrapavost goljenične kosti) ili tetiva m. semitendinosusa i m. gracilisa. U novije vrijeme također se kao autograft koristi i tetiva m. peroneus longusa. Svaki od ovih vrsta presatka ima neke svoje prednosti i nedostatke. Kod profesionalnih nogometaša najčešće se upotrebljava presadak srednje trećine patelarnog ligamenta koji je slične čvrstoće kao i prednji križni ligament, brže cijeli pa prema tome je mogući raniji povratak sportskim aktivnostima. Smatra se zlatnim standardom za rekonstrukciju ACL-a i preporučuje se sportašima s velikim zahtjevima i opterećenjima. U usporedbi s ostalim transplantatima pokazuju bolju ili jednaku postoperativnu stabilnost. Kao postoperativna komplikacija može se javiti bol na prednjoj strani koljena, bol kod klečanja kao i malo povišeni rizik za smanjenu postoperativnu mobilnost. Presadak tetive m. semitendinosusa i gracilisa također

ima neke svoje prednosti i nedostatke. Jedan od glavnih nedostataka izbora ovog presatka je mogućnost smanjene snage tetive hamstringsa nakon operacije [8,11].

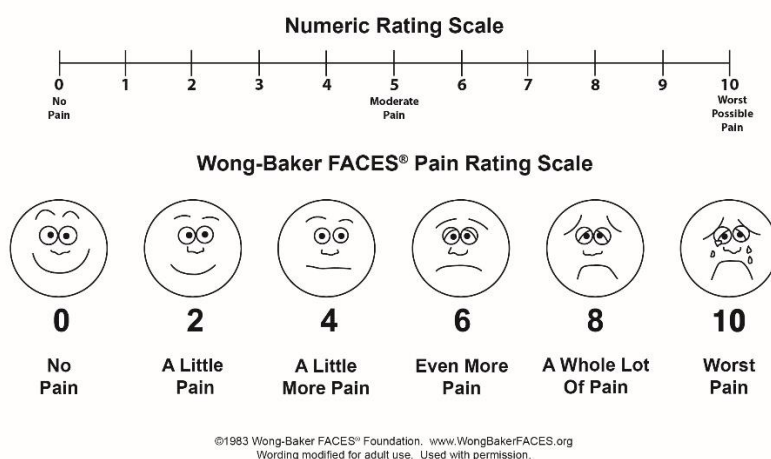
Alografti su presadci uzeti od ljudskih donora. Koriste se za pacijente kod koji nije uspjela rekonstrukcija ACL-a i za popravak ili rekonstrukciju jednog ili više ligamenata koljena. Prednosti su da nema boli uzrokovane vađenjem presadka od pacijenta i kraće vrijeme operacije. Neke studije pokazuju veći neuspjeh kod mlađih aktivnih pacijenata koji se vraćaju zahtjevnim sportskim aktivnostima u usporedbi s autograftima [11].

Operativno liječenje se sastoji od rješavanja intraartikularnih ozljeda ostalih struktura, ako su prisutne, i odstranjivanju oštećenog ligamenta. Nakon toga se pristupa rekonstrukciji na način da kirurg buši koštane tunele u tibiji i bedrenoj kosti kako bi se odgovarajući presadak postavio na što ispravniji anatomski način. Presadak se umetne u koljeno, napne i fiksira resorptivnim materijalom koji se s vremenom polako rastopi unutar organizma nakon što presadak zaraste [11].



## 6. Fizioterapijska procjena

Fizioterapijska procjena nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze sastoji se od subjektivnog i objektivnog pregleda, analize dobivenih podataka i izrade plana fizioterapijske intervencije. Subjektivni pregled nakon rekonstrukcije ACL počinje uzimanjem osnovnih podataka od pacijenta o vremenu i mehanizmu nastanka ozljede, slušnom osjetu pucanja ligamenta, operativnom zahvatu kao i aktivnostima i položajima u kojima se javljaju bolovi. Također, traži se od pacijenta na uvid prethodna medicinska dokumentacija. Klinička slika nakon rekonstrukcije ACL-a obuhvaća bol, oteklinu, smanjeni opseg pokreta, smanjenu mišićnu snagu, kao i hod s pomagalom i to je ono na što se treba obratiti posebna pozornost prilikom uzimanja funkcionalnog statusa. Prilikom procjene boli važno je dokumentirati intenzitet boli na vizualno analognoj skali (VAS) od 0 do 10 gdje 0 označava nepostojanje boli dok je 10 nepodnošljiva bol (slika 5.1). Također treba naznačiti je li bol konstantna ili povremena i koji položaji i pokreti je povećavaju ili smanjuju [13].



Slika 6.1. Vas skala

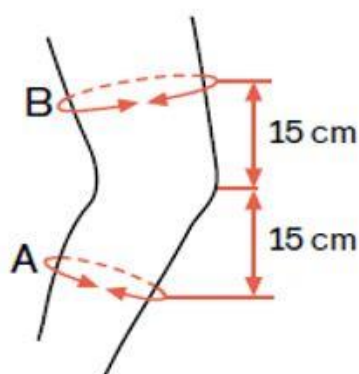
Izvor: <https://davida.davivienda.com/viewer/printable-visual-pain-scale.html>

Objektivni pregled počinje u pravilu s opservacijom (promatranjem) samog hoda pacijenta uz primjenu pomagala prilikom ulaska. U sagitalnoj ravnini promatra se ograničenje pokreta koljena u smjeru fleksije i ekstenzije, kočenje pokreta koljena u nepotpunoj ekstenziji zbog bola i nestabilnosti, što uzrokuje smanjenje intenziteta i skraćenje vremena opterećenja bolesne noge „šepanje“. U frontalnoj ravnini (gledano sprijeda ili straga) promatra se stanje miškulature natkoljenice i cijele noge. Uočava se hipotrofija, prisutnost otoka koljena kao i deformacije samog koljena u smislu pojačanog valgusa kao jednog od faktora povećanog rizika za ozljedu ACL-a. Nakon toga pacijent legne na krevet te se nastavlja s inspekcijom samog koljena i okolnih struktura. Vršiti se palpacija koljena radi provjere stanja kože i potkožnog tkiva, kao i provjera

temperature kože koja može davati znakove upale ako je povišena. Također, vrši se i palpacija mišića te se zamjećuje smanjen tonus zbog neaktivnosti nakon ozljede. U proces procjene uključuju se standardizirani testovi i mjerenja [13].

## 6.1. Mjerenje obujma ekstremiteta i zglobova

Prisutnost edema koljena potvrđuje se mjerenjem centimetarskom trakom i to iznad gornjeg ruba patele, ispod donjeg ruba ili u sredini same patele (Slika 6.1.1.). Važno je naznačiti mjesto na kojem se mjeri. Ekstremitet prilikom mjerenja mora biti u nultom položaju, relaksiran, a centimetar se postavlja okomito na koljeno. Da bi bila jasna veličina edema uvijek se uspoređuje sa zdravim koljenom [13].



Slika 6.1.1. Mjerenje obujma natkoljenice i potkoljenice

Izvor: <https://www.bioorto.hr/vodic-za-ispravno-uzimanje-mjera-zglobova/>

Hipotrofiju mišića natkoljenice također se potvrđuje mjerenjem centimetarskom trakom. Mjesto na kojem se mjeri označeno je dermografom, a njegova udaljenost od prominentne točke naznačena uz rezultat. Najčešće je to 10 do 15 centimetara iznad gornjeg ruba patele, a može biti i na najobimnijem dijelu natkoljenice. Neophodno je napraviti usporedbu s zdravom nogom [13].

## 6.2. Test aktivnog pokreta

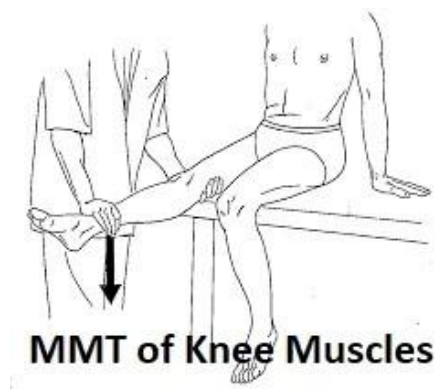
Ovaj test izvodi pacijent samostalno u ležećem položaju na leđima na način da povlači petu po podlozi savijajući istovremeno kuk i koljeno i na isti način vraća u početni položaj. Na taj način dobiva se informacija o kvaliteti i kontroli pokreta kao i okvirni uvid u opseg pokreta i mišićnu snagu. Važno je zabilježiti pojavu boli ili nekih drugih simptoma tokom aktivnog pokreta [13].

### 6.3. Test opsega pokreta

Opseg pokreta u zglobu koljena mjeri se goniometrom, a izražava u stupnjevima s ciljem utvrđivanja smanjene pokretljivosti zgloba koljena u smjeru fleksije i ekstenzije. Kod goniometrije je važno pravilno pozicioniranje ispitanika što obuhvaća nulti položaj koljena, stabilnost proksimalnog segmenta (natkoljenice) i mogućnost izvođenja opsega pokreta u onoj mjeri u kojoj je on moguć. Fleksija i ekstenzija potkoljenice najbolje se mjeri u proniranom položaju sa stopalima izvan podloge. Natkoljenica je fiksirana na podlozi, a potkoljenica ekstendirana. Tijelo goniometra se postavlja na sredinu koljena s lateralne strane. Fiksni krak je na natkoljenici te prati osovinu femura, dok pomični krak prati osovinu potkoljenice i pomiče se zajedno s njom. Ekstenziju potkoljenice također možemo mjeriti u sjedećem položaju s potkoljnicom izvan podloge. Većinom ćemo mjeriti pasivnu pokretljivost koljena jer aktivna ovisi o funkciji mišića i u pravilu je nešto manja od pasivne. Također se procjenjuje mobilnost same patele operiranog koljena. Pacijent leži na leđima s podloškom ispod koljena i zglob je relaksiran. Fizioterapeut palcem i kažiprstom obje ruke obuhvaća rubove patele i pomiče je u smjeru gore - dolje, lijevo - desno. Može se napraviti usporedba s zdravim koljenom te naznačiti eventualno ograničenje ili otežana pokretljivost patele u jednom ili više smjerova [13].

### 6.4. Manualni mišićni test (MMT)

Ovo je uobičajena metoda za procjenu snage mišića stabilizatora koljena. Kod izvođenja MMT-a prvo se izvodi antigravitacijski pokret u punom obimu, a nakon toga ovisno o stanju mišića izvodi se pokret s otporom ili u rasteretnom položaju po podlozi. Mišićna snaga fleksora i ekstenzora koljena na kraju se ocjenjuje na skali od 0 do 5. pri tome 0 znači da nema znakova mišićne aktivnosti palpacijom ili inspekcijom, dok ocjena 5 znači da mišić može savladati pokret uz maksimalni otpor ispitivača (Slika 6.4.1.).



Slika 6.4.1. MMT mišića natkoljenice

Izvor: <https://samarpanphysioclinic.com/manual-muscle-testing-of-knee/>

Osim MMT mišićnu jakost i snagu može se izmjeriti pomoću manualnog dinamometra koji je objektivniji od MMT-a, a istovremeno vrlo praktičan jer je lako prenosiv. Za pravilno izvedeno mjerenje važna je dobra stabilizacija pacijenta da se izbjegnu kompenzacijski pokreti kao i dobra stabilizacija samog mjernog instrumenta. Mjerenje se najbolje provodi u sjedećem položaju preko ruba kreveta ili u ležećem položaju na truhu. Rezultati mišićne snage izraženi su u kilogramima ili njutnima. Svi ovi parametri uvelike ovise o vremenu koje je proteklo od ozljede. Što je veći vremenski odmak od ozljede većina ovih parametara će biti bolja: manja oteklina, veća pokretljivost i veća snaga mišića [13].

## 7. Poslijeoperacijska rehabilitacija

Poslijeoperacijska rehabilitacija nakon rekonstrukcije ACL-a traje oko 6 do 9 mjeseci. Dijeli se na medicinsku u kojoj je cilj postići puni opseg pokreta, usvojiti normalan obrazac hoda i omogućiti funkcioniranje u aktivnostima svakodnevnog života i sportsku kojoj je cilj vraćanje sportskim aktivnostima, u ovom slučaju nogometaša na teren. Vremensko trajanje pojedine faze vrlo je individualno i zavisi od mnogo faktora. Fizioterapijska intervencija bazira se na postizanju određenih ciljeva u jednoj fazi da bi se moglo napredovati u sljedeću. Za lakše razumijevanje ciljeva koje treba ostvariti u određenom razdoblju i procedura koje se provode, proces rehabilitaciju okvirno se može podijeliti u nekoliko faza. Fizioterapeut je taj koji prati stanje pacijenta, testira njegove mogućnosti i određuje koje će procedure u kojem trenutku primijeniti [8,15].

### 7.1. Rana faza rehabilitacije

Ciljevi u ovoj fazi su zaštita presatka, smanjenje edema i boli, postupno povećanje opsega pokreta, pogotovo u smjeru ekstenzije, kontrola mišićne funkcije i rasterećenje ekstremiteta kod hoda. Za kontrolu edema i boli koristi se krioterapija (kriooblozi), više puta na dan, kompresija elastičnim zavojem, kao i povišeni položaj noge iznad razine srca. Postupno povećanje opsega pokreta postiže se, uz prethodnu mobilizaciju patele, u početku pasivnim (kinetek), a kasnije aktivno potpomognutim vježbama po podlozi i postavljanjem noge u određene položaje koristeći utjecaj gravitacije. Poslijeoperativna pasivna mobilizacija postiže se pomoću kontinuiranog pasivnog pokreta. Kinetek je aparat kojim se može postepeno povećavati opseg pokreta dozirajući stupnjeve. Aktivne vježbe po podlozi (slika 7.1.1.) izvode se tako da pacijent privlači petu po glatkoj podlozi, savijajući nogu u koljeno i postepeno vraća u početni položaj pune ekstenzije kontrolirajući pokret cijelo vrijeme.



*Slika 7.1.1. Povlačenje pete po podlozi*

*Izvor: autor rada P.H. 2024*

Za postizanje pune ekstenzije koljena pacijent leži na trbuhu s potkoljenicama izvan podloge ili na leđima podlaganjem jastuka ispod pete koristeći težinu samog ekstremiteta. Za povećanje fleksije u koljenu pacijent sjedi sa savnutim potkoljenicama preko ruba kreveta. Kontrola mišićne funkcije postiže se statičkim vježbama na podlozi (slika 7.1.2.) fleksora i ekstenzora koljena zadržavanjem 6 sekundi te odmorom od 2 sekunde.



*Slika 7.1.2. Statičko jačanje kvadricepsa na podlozi*

*Izvor: autor rada P.H. 2024.*

Za rasterećenje ekstremiteta kod hoda (prema uputi operatera ili toleranciji samog pacijenta) koriste se dvije podlaktne šake i ortoza za koljeno. Važno je educirati pacijenta primjeni trotaktnog hoda zbog rasterećenja operirane noge. Rukohvat štaka nalazi se otprilike u visini velikog trohantera tako da prilikom oslonca na štake laktovi budu ispruženi. Za hod po ravnom prvo se stavljaju štake, nakon toga operirana noga u ravnini sa štakama, a zdrava noga ide ispred operirane. Treba obratiti pažnju i na pravilnu duljinu koraka (slika 7.1.3).



*Slika 7.1.3. Hod sa štakama po ravnome i po stepenicama*

*Izvor: autor rada P.H.2024.*

Uz stepenice pacijent hoda na način da prvo stavlja zdravu nogu pa bolesnu i tek na kraju štake, a mogu bolesna noga i štake ići istovremeno. Niz stepenice obrazac hoda je isti kao i prilikom hoda po ravnom.

## 7.2. Kasna faza rehabilitacije

Glavni cilj ove faze rehabilitacije je usvajanje normalnog obrasca hoda postupnim povećanjem opterećenja operirane noge, jačanjem mišićne kontrole kao i progresija prema punom opsegu pokreta, osobito u smjeru ekstenzije da bi se mogao uspostaviti normalan obrazac pokreta u zglobu koji je preduvjet za daljnju uspješnu rehabilitaciju. Nastavlja se s daljnjom kontrolom edema i boli. U svakoj fazi rehabilitacije treba izbjegavati aktivnosti i vježbe koje dodatno povećavaju edem i bol. Progresija prema punom opsegu pokreta uz aktivne vježbe po podlozi nastavlja se aktivno potpomognutim vježbama uz pomoć fizioterapeuta. Sama riječ govori da se radi o aktivnom pokretu koji u većoj mjeri izvodi pacijent, a ostatak pokreta dopunjuje fizioterapeut. Potpomognute vježbe za koljenu zglob (slika 7.2.1.) provode se u ležećem položaju na boku, trbuhu, leđima, a mogu se također provoditi i u sjedećem položaju.



*Slika 7.2.1. Potpomognuta vježba za ekstenziju koljenog zgloba*

*Izvor: autor rada P.H. 2024.*

Prilikom izvođenja vježbi na boku i trbuhu važno je stabilizirati samu natkoljenu. Koji položaj će biti izabran ovisi o stanju pacijenta, kao i o pokretu koji mu nedostaje (fleksija ili ekstenzija). Uvode se aktivne i pasivne vježbe istezanja mišića hamstringsa i m. quadriceps-a s ciljem povećavanja opsega pokreta zbog učinka relaksacije koji nastupa nakon istezanja antagonista (paziti da istezanje hamstringsa ne bude prerano ako je uziman njegov presadak zbog cijeljenja tkiva). Za povećanje mišićne kontrole primjenjuju se statičke vježbe jačanja stabilizatora koljena. Također, postepeno se uvode statičke vježbe s dodatnim opterećenjem za stabilizatore koljena i kuka, dizanjem ispružene noge (Slika 7.2.2.) u svim položajima (leđa, bok, trbuh) i utegom na potkoljenici.



*Slika 7.2.2. Podizanje ispružene noge sa utegom*

*Izvor: autor rada P.H.2024.*

Primjenjuju se vježbe s elastičnom trakom (slika 7.2.3) u različitim položajima koje mogu biti kombinirane sa dodatnim jačanjem stabilizatora trupa. Nastavlja se s vježbama zatvorenog kinetičkog lanca (čučanj 60 do 90 stupnjeva kombinirajući koncentričnu, ekscentričnu i statičku kontrakciju kvadricepsa).



*Slika 7.2.3. vježbe s elastičnom trakom na podlozi*

*Izvor: autor rada P.H.2024.*

Za jačanje i istezanje mišića stražnje lože i potkoljenice izvode se vježbe na stepenicama (slika 7.2.4) [8,15].



*Slika.7.2.4. Podizanje na stepenicama*

*Izvor: autor rada P.H. 2024*



Od iznimno velikog značaja u procesu rehabilitacije su vježbe propriocepcije čiji je cilj bolja neuromišićna kontrola. Propriocepcija je sposobnost prepoznavanja organizma gdje se zglob ili dio tijela nalazi u prostoru. Poboľšanjem propriocepcije dodatno se stabilizira koljeno i pospješuje osjećaj sigurnosti samog pacijenta. Kreće se s promjenom oslanjajuće površine-prijenos težine na prste i pete pa postepeni prijenos težine na operiranu nogu. Nastavlja se s funkcionalnim treningom hoda vježbanjem pojedinih faza i na kraju s nestabilnom podlogom s osloncem na obje noge (slika 7.2.5.) [16].



*Slika 7.2.5. Nestabilna podloga s osloncem na obje noge*

*Izvor: autor rada P.H.2024.*

Od pomagala se u ovoj fazi koristi sobni bicikl s postepenim povećanjem opterećenja (kardiovaskularni trening) [8].

### **7.3. Prijelazna faza**

Ciljevi u ovoj fazi su postići (ako već nije postignut) i održati puni opseg pokreta u koljenu. Normalan obrazac hoda u ovoj fazi mora biti usvojen u potpunosti kao i hod po stepenicama. Za povećanje snage mišića i izdržljivosti povećava se opterećenje kao i broj ponavljanja određene vježbe. Za jačanje mišića stražnje lože i unaprjeđenje propriocepcije i balansa uvode se vježbe primjenom pilates lopte (slika 7.3.1.).



*Slika 7.3.1. Jačanje zadnje lože na pilates lopti*

*Izvor: autor rada P.H. 2024.*

Također, u tu svrhu povećava se opterećenje na sobnom biciklu i uvode se vježbe preskakanja užeta. Uz plivanje i hodanje po stepenicama, to su najbolje aktivnosti za kardiovaskularni trening s ciljem poboljšanja opće kondicije i kardiopulmonalnih sposobnosti [15]. Za poboljšanje stabilnosti i ravnoteže uključuju se zahtjevnije proprioceptivne, vježbe na balans dasci i nestabilnoj podlozi s punim opterećenjem na operiranu nogu- važnost dobre aktivne stabilizacije koljena kod ovih vježbi [16]. Kao priprema za trening na suhom rade se vježbe hodanja i trčanja u bazenu. Na kraju ove faze počinje se s laganim pravocrtnim trčanjem kao i treningom brzog hoda na traci za trčanje ili ravnoj travnatoj podlozi [8].

#### **7.4. Faza pripreme za povratak sportskim aktivnostima**

Cilj ove faze je priprema sportaša za povratka na teren stoga vježbe postaju sve složenije i zahtjevnije. Da bi smo mogli krenuti u ovu fazu rehabilitacije svi ciljevi iz prethodne faze kao što su puni aktivni opseg pokreta, normalan obrazac hoda, koljeno bez bolova i otoka kao i snaga mišića natkoljenice 70 do 80% u odnosu na zdravu stranu (testirano izokinetički ili manualnim dinamometrom) moraju biti zadovoljeni. Nastavlja se s daljnjom progresijom vježbi snage u zatvorenom ili otvorenom kinetičkom lancu, izdržljivosti, koordinacije i ravnoteže. Uvode se izokinetičke vježbe, trening pliometrije i agilnosti te daljnja progresija kardiovaskularnog treninga. Nastavlja se s progresijom intenziteta pravocrtnog trčanja u smislu povećanja brzine i dužeg vremenskog intervala. Ako je stabilnost koljena dobra, nema pojave bola i otekline kreće se postepenim ubrzavanjem i usporavanjem kao i promjenom smjera [17].

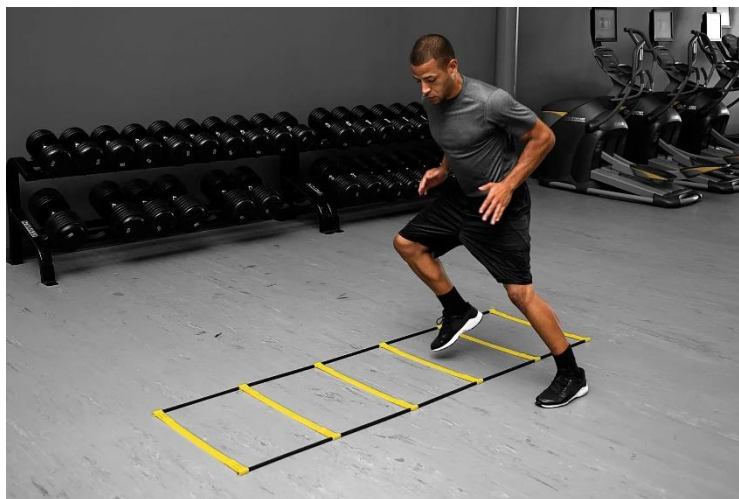
##### **7.4.1. Izokinetika**

Izokinetičke vježbe su vježbe jačanja, snage i izdržljivosti mišića kod kojih se uz stalnu brzinu pokreta otpor automatski prilagođava snazi mišića pomoću računala. Mišićna grupa je pod maksimalnim opterećenjem kroz cijeli opseg pokreta. Smatra se da su zbog toga efikasnije od izotoničkih vježbi gdje je otpor stalan, a brzina promjenjiva što dovodi do toga da mišić nije adekvatno opterećen kroz čitav opseg pokreta. Izokinetički aparati kao što su Cybex, Con-trex omogućuju istovremeno izokinetičku dijagnostiku i izokinetičku rehabilitaciju. Najprije se testira stanje mišićnih grupa stabilizatora koljena. Dobiveni podaci prolaze računalnu obradu da bi se dobile relativne vrijednosti za ispitanika. One se uspoređuju s vrijednostima zdrave strane ili nekim standardnim vrijednostima prema dobi, spolu, fizičkoj aktivnosti, visini i težini. Na temelju izokinetičkog testiranja izrađuje se individualni program vježbanja koji se po potrebi može prilagođavati tijekom samog treninga. Primjenom manjih kutnih brzina djeluje se na jačanje snage

mišića, dok primjenom većih brzina mišićnu izdržljivost, zavisno o toga što je cilj rehabilitacije. Za rehabilitaciju nakon rekonstrukcije ACL-a primjenjuje se adapter koji sprečava prednji pomak potkoljenice i tako omogućuje sigurnije uvjete rada. Također mogućnost nastanka ozljede tijekom vježbanja je praktički isključena jer ako pacijent osjeti bol prilikom pokreta, refleksno olabavi mišiće, a uređaj automatski smanji otpor. Cilj rehabilitacijskog postupka u izokinetici je postići vrijednosti tretiranih mišićnih skupina koje minimalno (do 10%) odstupaju od vrijednosti zdrave noge te također uspostavu ravnoteže između agonista i antagonista ozlijeđene noge [18].

#### **7.4.2. Agilnost**

Agilnost je sposobnost promjene pravca kretanja, naglog zaustavljanja, usporavanja ili ubrzavanja (Slika 7.4.2.1.) bez da se izgubi ravnoteža ili kontrola nad vlastitim tijelom. Već u samoj definiciji agilnosti vidi se da je ona skup cijelog niza motoričkih vještina kao što su koordinacija, balans, snaga, brzina, izdržljivost koje sve moraju zajednički usklađeno djelovati da bi agilnost kao sposobnost bila čim veća. Opet je važna postepena progresija treninga kao i povećanje intenziteta samog treninga. Trening se sastoji od učenja kretanja u svim smjerovima, pojedinačno i na kraju kombinacija višesmjernog kretanja istovremeno. Svaka vježba mora sadržavati početak, ubrzavanje, usporavanje i promjenu pravca kretanja. Uključujemo postepeno niski skip, visoki skip te sunožne poskoke. [19]

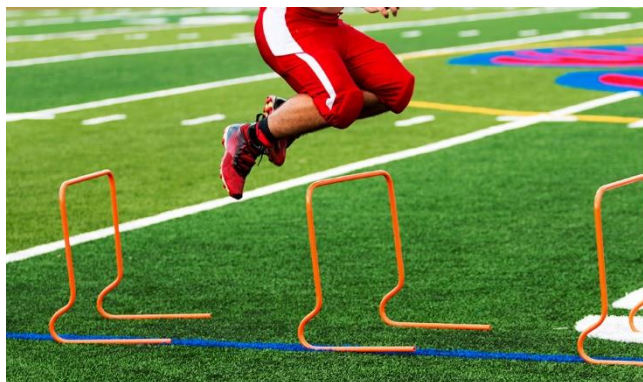


*Slika 7.4.2.1. Trening agilnosti*

*Izvor: <https://www.gearpatrol.com/fitness/a41979260/agility-ladder/>*

### 7.4.3. Pliometrija

Pliometrijski trening zasniva se na maksimalnoj proizvodnji mišićne sile u najkraćem mogućem roku za poboljšanje eksplozivnosti i snage. Koriste se okomiti i vodoravni skokovi, doskoci i preskoci (Slika 7.4.3.1.) za brzu izmjenu koncentrične i ekscentrične kontrakcije s ciljem poboljšanja elastične i eksplozivne snage kao i bolje neuromišićne kontrole i kardiovaskularne kondicije. Obzirom da se radi o vrlo zahtjevnim vježbama koje povećavaju razinu stresa na zglobove i mišiće, osobito nakon operativnog zahvata važno je krenuti s jednostavnijim pliometrijskim treningom prema složenijem postepenom povećavajući intenzitet i trajanje samog treninga.



*Slika 7.4.3.1. Pliometrijski trening*

*Izvor: <https://soccertraininglab.com/list-of-plyometric-exercises/>*

Prema gore navedenom jasno je da pliometrijski trening kao i trening agilnosti moraju biti neizostavni dio rehabilitacije nakon rekonstrukcije ACL-a kao neposredna priprema nogometaša za povratak na sportski teren. Svaku progresiju intenziteta i složenosti vježbi trebala bi pratiti dobra stabilnost koljena te izostanak otekline i bola [20].

### 7.5. Faza povratka u sportsku aktivnost

Nastavlja se s daljnjom progresijom pliometričnog treninga i treninga agilnosti sa specifičnim vježbama i kretnjama koje zahtjeva nogometna aktivnost. Uvodi se pravocrtno vođenje lopte (Slika 7.5.1.) s maksimalnom brzinom koje može biti kombinirano s zaustavljanjem i okretom, kao i cik cak vođenje lopte također maksimalnom brzinom, a da se ne izgubi kontrola nad loptom [19].



*Slika 7.5.1. Vođenje lopte*

*Izvor: <https://www.athletico.com/2018/03/20/considerations-returning-soccer-acl-surgery/>*

Da bi se nogometaš mogao vratiti na teren moraju biti zadovoljeni rehabilitacijski kriteriji u svim fazama. Također moraju biti zadovoljeni testovi mišićne snage, eksplozivnosti i agilnosti. Testovi mišićne snage izvode se izolirano po mišićnim skupinama pomoću manualnog dinamometra ili izokinetički i vrijednosti operirane noge moraju biti veće od 90% u odnosu na zdravu nogu. Eksplozivna snaga testira s funkcionalnim testovima skočnosti koji također moraju zadovoljiti vrijednosti veće od 90% zdrave noge osim ukoliko se radi o nozi koja je odrazna, onda moraju biti 100%. Testovi uključuju jednonožni skok test, jednonožni troskok, skok s promjenom smjera i jednonožni skok na 6 metara. Osim vrijednosti koje se mjere gleda se i kvaliteta doskoka odnosno stabilnost i kontrola trupa [21]. Agilnost nogometaša najčešće se testira Slalom testom ili T-testom na nogometnom igralištu. Da bi test bio zadovoljavajući poligon mora biti savladan u određenom vremenu. Bez obzira na zadovoljenje kriterija u svim testovima i općoj kondicijskoj spremi koja u ovoj fazi mora biti maksimalna, povratak sportskoj aktivnosti mora biti izrazito postepen i praćen od strane stručnjaka. Postepenost znači da se u trenažni proces s ekipom kreće dozirano i ne punom snagom i obzirom da se radi o nogometu koji je kontaktni sport, početni treninzi trebaju biti bez kontakta. Važnost testova ne leži u samo tome što će nam pokazati je li nogometaš spreman za povratak na teren već će nam ukazati na eventualne nedostatke ako postoje na kojima treba dodatno poraditi da bi se rizik od ponovne ozljede sveo na minimum [19, 21].

Istraživanja nažalost ukazuju na povećani rizik od ponovne ozljede nakon rekonstrukcije ACL-a u odnosu na nogometaše koji nisu doživjeli tu ozljedu. Osim što se može dogoditi ruptura operirane noge i to najčešće u prve dvije godine nakon ozljede, događa se ruptura i na kontralateralnoj strani i to u većem postotku u odnosu na ozlijeđenu nogu. Najčešći razlog za to je prerani povratak sportskoj aktivnosti, neadekvatna rehabilitacija u kojoj se nisu ispoštovali svi kriteriji koji su trebali biti zadovoljeni te ako se radi o profesionalnim nogometašima preveliki naponi kojima su izloženi neposredno nakon završetka rehabilitacijskog procesa. Razlozi također mogu biti i psihološke prirode. Zbog straha od ponovne ozljede kompenzira se povećanim

opterećenjem na zdravu nogu što nosi dodatni rizik za zdravu nogu, a istovremeno se stvaraju neodgovarajući obrasci kretanja koji mogu biti čimbenici rizika za ponovnu ozljedu. Ponekad je zbog toga potrebno uključivanje sportskog psihologa u rehabilitaciju [22].

## 8. Primjena fizikalnih procedura nakon rekonstrukcije ACL-A

Da bi rehabilitacija nakon rekonstrukcije ACL-a bila potpuna, uz terapijsko vježbanje važna je i primjena fizikalnih procedura. Primjenjuju se fizikalne procedure različitog djelovanja. U akutnoj fazi važna je primjena krioterapije i elektrostimulacije, dok se u kasnijim fazama primjenjuje hidroterapija, magnetoterapija te interferentne struje [22].

### 8.1. Krioterapija

Krioterapija je primjena hladnoće u svrhu liječenja, djeluje na način da smanjuje upalu, oteklinu, bol i spazam nakon operativnog zahvata. U akutnoj fazi može se primijeniti nekoliko puta na dan, a kasnije prema potrebi. Može se primijeniti na više načina, kao kriomasaža, odnosno masaža ledom, krioblozi-koriste se komprese ili vrećice s ledom ili želatinoznom smjesom i u novije vrijeme aparati s hladnim zrakom [22].

### 8.2. Elektrostimulacija

Elektrostimulacija je fizikalna procedura kojom se izaziva mišićna kontrakcija primjenom električnih impulsa. Primjenjuje se radi održavanja trofike mišića ili usporavanja njihove atrofije. Zato je njezina primjena važna u ranoj fazi rehabilitacije radi vraćanja funkcije kvadricepsa (slika 8.2.1.) koja je često inhibirana.



*Slika 8.2.1. Elektrostimulacija kvadricepsa*

*Izvor: <https://www.bigstockphoto.com/image-367524757/stock-photo-electrostimulation-of-the-quadriceps-as-a-physiotherapy-therapy>*

Elektrostimulacija kvadricepsa nakon ozljede ACL-a obuhvaća primjenu rastućih impulsa s dvije ili više elektroda. Za elektrostimulaciju cijelog mišića koriste se dvije veće elektrode koje

se apliciraju na prednju stranu natkoljenice, na polazište i hvatište mišića. Prilikom pojedinačne stimulacije, najčešće medijalne i lateralne glave m. quadricepsa, koriste se manje elektrode istom tehnikom. Rastući impulsi su impulsi koji se postepeno povećavaju (ušuljavaju) u mišić te se postepeno smanjuju nakon čega slijedi pauza. Pacijent prati impulse te aktivno sudjeluje u kontrakciji mišića. Može biti kombinirana s vježbama zatvorenog kinetičkog lanca: podizanjem iz sjedećeg položaja u polučučanj i vraćanjem u početni položaj [14, 23].

### **8.3. Magnetoterapija**

Magnetoterapija je primjena niskofrekventnog elektromagnetskog pulsno polja. Magnetsko polje uzrokuje veću prokrvljenost tkiva što ubrzava opskrbu kisikom i hranjivim tvarima, a to pozitivno utječe na proces zacjeljivanja. Ima također analgetsko i antiupalno djelovanje [24].

### **8.4. Interferentne struje**

Interferentne struje su niskofrekventne izmjenične struje koje nastaju križanjem dviju srednjefrekventnih struja od kojih jedna ima stalnu frekvenciju, a druga je promjenjiva. Djeluju na smanjenje boli, otekline i upale, povećavaju lokalnu cirkulaciju i potpomažu zacjeljivanje tkiva. Pacijent je u ležećem položaju na leđima s podloškom ispod koljena tako da je koljeno u relaksiranom položaju. Elektrode se postavljaju na način da se dvije elektrode nalaze s medijalne strane koljena, a dvije s lateralne strane. Elektrode mogu biti pločaste koje se fiksiraju pomoću traka, ali su u skorije vrijeme češće u praksi vakum elektrode radi bolje fiksacije na sam zglob. Tijekom primjene na koljeno pacijent osjeća ugodno peckanje, mravinjanje, trnjenje. Terapija traje 15 do 20 minuta [23].

### **8.5. Hidroterapija**

Hidroterapija je primjena vode u terapijske svrhe koristeći svojstva vode. Temperatura vode od 34 do 36°C prenosi se na tijelo, opušta mišiće, poboljšava cirkulaciju i dovodi do smanjenja boli. Također zbog djelovanja sile uzgona težina tijela i ekstremiteta je smanjena, pokreti su olakšani i potrebna je manja mišićna sila kako bi izveo određeni pokret u većem obimu. To je važno radi postizanja optimalnog opsega pokreta u zglobu koljena bez kojeg će biti onemogućena pravilna biomehanika hoda. Uvode se vježbe hoda u svim smjerovima radi usvajanja normalnog obrasca hoda kao i plivanje ( ne prsno ) radi poboljšanja opće kondicije i



kardiopulmonalnih sposobnosti. Na kraju se može krenuti s trčanjem u bazenu prije treninga trčanja na suhom [25].

## 9. Prevencija ozljede ACL-A

Obzirom na sve posljedice koje ovakva ozljeda nosi kod nogometaša, od lošijih natjecateljskih izdanja u odnosu na one prije ozljede pa sve do mogućnosti prekida karijere kao i povećani rizik od pojave prijevremenog osteoartritisisa prevencija, odnosno smanjenje rizika od ozljede igra važnu ulogu. Istraživanja pokazuju da bi se vježbe prevencije trebale primjenjivati već u ranoj dobi kod nogometaša nekoliko puta na tjedan u trajanju od 20 do 30 minuta [26]. Trening prevencije trebao bi sadržavati vježbe ravnoteže i koordinacije, proprioceptivne vježbe, vježbe stabilnosti, pliometrije i agilnosti uključujući također i trening snage. Cilj ovih vježbi je usvojiti pravilne obrasce kretanja, dobru posturalnu kontrolu i jednakomjerno opterećenje ekstremiteta tijekom sportske aktivnosti. Važno je prepoznati i korigirati sve potencijalne čimbenike rizika koji mogu dovesti do ozljede ACL-a već u ranoj dobi. Tu je izrazito važna suradnja i pravilna edukacija nogometnih trenera koji rade s mlađim kategorijama nogometaša kako bi takva vrsta vježbe bila uključena u trenažni proces i provodila se na odgovarajući način [26].

## 10. Zaključak

Kao što je u samom radu navedeno fizioterapija ima vrlo važnu ulogu u liječenju ozljeda ACL-a kako konzervativnom tako i poslijeoperativnom dijelu, a isto tako i u samoj prevenciji ozljede ili ponovne ozljede. Svaki oporavak nakon ozljede ACL-a mora biti strogo individualan, planiran na osnovi fizioterapijske procjene i u suradnji s pacijentom kao i ostalim članovima tima koji vode brigu o oporavku pacijenta, kao što su liječnik operater, kineziolog, sportski psiholog i nogometni trener. Fizioterapeut mora biti otvoren za tu suradnju jer upravo ta suradnja i doprinos svakog od članova tima je ključ uspješne rehabilitacije i povratka nogometaša na teren. Svodi se na to ako bilo tko od članova tima ne odradi kvalitetno svoj dio, konačan uspjeh rehabilitacije će biti vrlo upitan. Uspješno izveden operativni zahvat treba nadopuniti kvalitetna rehabilitacija kao i postupan i pravovremeni povratak nogometaša na teren. Fizioterapeut kao glavni čimbenik u procesu fizioterapije mora dobro poznavati anatomske i biomehaničke odnose u zglobu koljena, načine liječenja takve ozljede, faze rehabilitacije i kriterija koji trebaju biti ispunjeni za određenu fazu kao i pojavu eventualnih komplikacija i načina njihovih rješavanja. Svojim znanjem i iskustvom fizioterapeut mora pokazati pacijentu da može imati povjerenja u njega jer uspostava takvog odnosa je preduvjet za uspješni oporavak. Obzirom na dugotrajnost rehabilitacije i psihološke izazove koje ona stavlja pred pacijenta motivacija i podrška su neizostavni dio ovog procesa. Napredovanje operacijskih tehnika kao i samih rehabilitacijski postupaka traži od fizioterapeuta dodatnu edukaciju u ovom području jer samo educiran i kvalitetan fizioterapeut može udovoljiti zahtjevima ovakve kompleksne rehabilitacije. Sve nas to dovodi do jednog zaključka da je uloga fizioterapije kao takve vrlo složena i zahtjevna, ali istovremeno i nezamjenjiva u uspješnom liječenju nakon ovakve ozljede.

## 11. Literatura

- [1] B. Smiljanić: Traumatologija, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
- [2] L.S. Lohmander, P.M. Englund, L.L. Dahl, E.M. Roos: The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis: *The American journal of sports medicine*, 35(10), 1756–1769., 2007. <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>  
Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17761605/#full-view-affiliation-1>
- [3] U. Giuseppe Longo, S. De Salvator, F. D'Orrico, M. Bella, A. Corradin, G. Rizzello, M. Grazia De Marinis, V. Denaro: The Impact of Psychological Factors on Return to Sports after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: *Osteology*, 24.4.2923., str. 78-93  
Dostupno na: <https://www.mdpi.com/2673-4036/3/3/9>
- [4] W. Platzer: Priručni anatomski atlas, sustav organa za pokretanje, Medicinska naklada, Zagreb, 2011.
- [5] P. Keros, J. Krmpotić-Nemanić, I. Vinter: Sustav organa za pokretanje, Medicinski fakultet, 1988.
- [6] M. Erceg: Ortopedija, Sveučilište u Splitu, 2006. br. Str. 380-438
- [7] J. Orchard, H. Seward, J. McGivern, S. Hood: Intrinzični i vanjski čimbenici rizika za ozljedu prednjeg križnog ligamenta u australskih nogometaša: *Američki časopis sportske medicine*. 2001. ožujak;29(2):196-200.  
Dostupno na: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03635465010290021301>
- [8] A. Beardshaw, L. Penhaul, N. Kennedy, L. Clayton, N. Wheeldon: Oxford Radcliffe Hospitals: ACL Reconstruction Physiotherapy advice for patients, april 2013.  
Dostupno na: <https://www.sibfordsurgery.co.uk/website/K84065/files/100419acl.pdf>
- [9] S. Schick, C.K. Cantrell, B. Young, Z. Mosher, M. Ewing, J.W. Elphinstone, E. Brabston, B.A. Ponce, A.M. Momaya: The Mechanism of Anterior Cruciate Ligament Injuries in the National Football League: A Systematic Video Review, 2023 Jan 27. doi: 10.7759/ca.34291  
Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9970728/>
- [10] T. Beecrofta: What is acl physiotherapy & when is physio for an acl tear needed?, Melbourne sports physio, june 2022.  
Dostupno na: <https://www.melbournesportsphysiotherapy.com.au/blog-articles/2022/what-is-acl-physiotherapy-when-is-it-needed>
- [11] M. K. Mulcahey: Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries, Ortholano, 10.2022.  
Dostupno na: <https://orthoinfo-aaos-org.translate.goog/en/diseases--conditions/anterior-cruciate-ligament-acl-injuries/? x tr sl=en& x tr tl=hr& x tr hl=hr& x tr pto=sc>
- [12] F. Cimino, B. S. Volk, D. Setter: Anterior Cruciate Ligament Injury:

Diagnosis, Management, and Prevention, 15.10.2010, str 917-922

Dostupno na: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2010/1015/p917.html>

[13] I. Klaić, L. Jakuš: Fizioterapijska procjena, Zdravstveno veleučilište Zagreb, Zagreb, 2017.

[14] M.V.Paterno: Current Reviews in Musculoskeletal Medicine: Non-operative Care of the Patient with an ACL-Deficient Knee, 29.7.2017. str 322-327

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5577432/>

[15] K. College Hospital: Physiotherapy after ACL reconstruction, 1.6.2022

Dostupno na: <https://www.kch.nhs.uk/wp-content/uploads/2023/01/pl-823.1-physiotherapy-after-acl-reconstruction.pdf>

[16] A.L.Ager, D. Borms, L. Deschepper, R. Dhooghe, J. Dijkhuis, J.S. Roy, A. Cools: Proprioception and shoulder pain: A Systematic Review. *J Hand Ther.* 2019 Aug 31. pii: S0894-1130(19)30094-8. doi: 10.1016/j.jht.2019.06.002.

[17] F. Kennedy: Sport Medicine Clinic- Physiotherapy acl protocol, London, 3.2009.

Dostupno na: [https://cdn-links.lww.com/permalink/jsm/a/jsm\\_2012\\_01\\_30\\_robbins\\_200748\\_sdc1.pdf](https://cdn-links.lww.com/permalink/jsm/a/jsm_2012_01_30_robbins_200748_sdc1.pdf)

[18] S.Rusac-Kukić, D. Massari, A. Legović, D. Karlavaris, T. Kehler: Izokinetika: brza i efikasna rehabilitacija, *Medicina Fluminensis*, [internet], 3.12.2012. str. 504-509.

Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/95738>

[19] J. Banovac: Trening agilnosti u nogometu, Diplomski rad, Kineziološki fakultet, Split, 13.4.2024.

Dostupno na: <https://repozitorij.kifst.unist.hr/islandora/object/kifst%3A733/datastream/PDF/view>

[20] Y.C. Wang, N. Zhang: Experimental and therapeutic Medicine-Effects of plyometric training on soccer players, 3.6.2016, 550-554

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4950532/>

[21] A.Gokeler, B. Dingenen, T.E. Hewett: Arthrosc Sports Med Rehabil, Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We in 2022?, 28.1.2021., 4(1): e77–e82

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8811523/>

[22] F. De Villa, M. Hagglund, S. De Villa, J. Ekstrand, M. Walden: High rate of second ACL injury following ACL reconstruction in male professional footballers: an updated longitudinal analysis from 118 players in the UEFA Elite Club Injury Study: *British Journal Of Sports Medicine*, svezak 55, broj 23, 2021.

Dostupno na: <https://bjsm.bmj.com/content/55/23/1350>

[23] I. Jajić: Specijalna fizikalna medicina, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

[24] M. E. Valentinuzzi: BioMedical Engineering OnLine, Magnetotherapy, alternative medicines, Hippocratic oath, 2.1.2008, doi: 10.1186/1475-925X-7-1

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2241819/>

[25] M. Buckthorpe, E. Pirotti, F. D. Villa: Benefits and use of aquatic therapy during rehabilitation after acl reconstruction -a clinical commentary, International Journal of sports physical therapy, br.978-993, 12.2019

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6878863/>

[26] T. Nessler , L. Denney , J. Sampley: ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us?, Springer Link, 9.2017, 281-288

Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28656531/>

[27] D. Christop, M. J. Raschke, M. Herbort: Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques, World Journal of Orthopedics 016 Feb 18. doi: 10.5312/wjo.v7.i2.82

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4757662/>

[28] J. Orthop: The female ACL: Why is it more prone to injury?, Journal of Orthopaedics: br 13, lipanj 2016, str. 1-4

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4805849/>

[29] E.M. Rohmani, J.A. Macalena: Anterior cruciate ligament assessment using arthrometry and stress imaging, Current Reviews in Musculoskeletal Medicine, br 9, 16.3. 2024. str 130-138.

Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4896874/>

## Popis slika

Slika 2.1.1. ligamenti zloba koljena (izvor: <a href="https://www.svkatarina.hr/ortopedija-i-sportska-medicina/artroskopija-koljena">https://www.svkatarina.hr/ortopedija-i-sportska-medicina/artroskopija-koljena</a> ).....	4
Slika 2.2.2. mišići prednje i stražnje strane natkoljenice( izvor: <a href="https://www.tanjabolf.com/isprobajte-ovih-10-vjezbi-za-super-oblikovane-noge/">https://www.tanjabolf.com/isprobajte-ovih-10-vjezbi-za-super-oblikovane-noge/</a> ).....	5
Slika 4.1. Bezkontaktna ozljeda prednjeg križnog ligamenta( izvor: <a href="https://www.researchgate.net/publication/24436923_Prevention_of_non-contact_anterior_cruciate_ligament_injuries_in_soccer_players_Part_1_Mechanisms_of_injury_and_underlying_risk_factors">https://www.researchgate.net/publication/24436923_Prevention_of_non-contact_anterior_cruciate_ligament_injuries_in_soccer_players_Part_1_Mechanisms_of_injury_and_underlying_risk_factors</a> ).....	7
Slika 4.1.1.1. Lachmanov test(izvor: <a href="https://www.physiotutors.com/wiki/lachman-test/">https://www.physiotutors.com/wiki/lachman-test/</a> ).....	10
Slika 6.1. Vas skala( izvor: <a href="https://davida.davivienda.com/viewer/printable-visual-pain-scale.html">https://davida.davivienda.com/viewer/printable-visual-pain-scale.html</a> ).....	14
Slika 6.1.1. Mjerenje obujma natkoljenice i potkoljenice ( izvor: <a href="https://www.bioorto.hr/vodic-za-ispravno-uzimanje-mjera-zglobova/">https://www.bioorto.hr/vodic-za-ispravno-uzimanje-mjera-zglobova/</a> ).....	15
Slika 6.4. MMT mišića natkoljenice(izvor: <a href="https://samarpanphysioclinic.com/manual-muscle-testing-of-knee/">https://samarpanphysioclinic.com/manual-muscle-testing-of-knee/</a> ).....	16
Slika 7.1.1. Povlačenje pete po podlozi (autor rada, P.H. 2024. ).....	18
Slika 7.1.2. Statičko jačanje kvadricepsa na podlozi (autor rada, P.H. 2024.).....	19
Slika 7.1.3. Hod sa štakama po ravnome i po stepenicama (autor rada, P.H. 2024.).....	20
Slika 7.2.1. Potpomognuta vježba za ekstenziju koljenog zgloba (autor rada, P.H. 2024.).....	21
Slika 7.2.2. Podizanje ispružene noge sa utegom( autor rada, P.H. 2024.).....	21
Slika 7.2.3. vježbe s elastičnom trakom na podlozi (autor rada, P.H.2024.).....	22
Slika.7.2.4. podizanje na stepenicama (autor rada, P.H. 2024.).....	22
Slika 7.2.5. Nestabilna podloga s osloncem na obje noge (autor rada, P.H. 2024.).....	23
Slika 7.3.1. Jačanje zadnje lože na pilates lopti (autor rada, P.H. 2024.).....	23
Slika 7.4.2.1. Trening agilnosti (izvor: <a href="https://www.gearpatrol.com/fitness/a41979260/agility-ladder/">https://www.gearpatrol.com/fitness/a41979260/agility-ladder/</a> ).....	25
Slika 7.4.3.1. Pliometrijski trening(izvor: <a href="https://soccertraininglab.com/list-of-plyometric-exercises/">https://soccertraininglab.com/list-of-plyometric-exercises/</a> ).....	26
Slika 7.5.1. Vođenje lopte( izvor: <a href="https://www.athletico.com/2018/03/20/considerations-returning-soccer-acl-surgery/">https://www.athletico.com/2018/03/20/considerations-returning-soccer-acl-surgery/</a> ).....	26

*Slika 8.2.1. elektrostimulacija kvadricepsa (izvor: <https://www.bigstockphoto.com/image-367524757/stock-photo-electrostimulation-of-the-quadriceps-as-a-physiotherapy-therapy> )....28*





**Sveučilište  
Sjever**

## **IZJAVA O AUTORSTVU**

### **I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, PETAR HRŽENJAK pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom ULOGA FIZIOTERAPIJE NAKON REKONSTRUKCIJE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA KOD NOGOMETAŠA te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Petar Hrženjak

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, PETAR HRŽENJAK neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog rada pod naslovom ULOGA FIZIOTERAPIJE NAKON REKONSTRUKCIJE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA KOD NOGOMETAŠA čiji sam autor

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Petar Hrženjak

(vlastoručni potpis)