

# SPECIFIČNOST FUNKCIONALNE REHABILITACIJE OZLJEDE KOLJENA S OBZIROM NA IGRAČKU POZICIJU RUKOMETAŠA

---

**Perkunić, Petar**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:581481>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#) / [Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-09**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET ZAGREB**

(studij za stjecanje stručnog naziva:

stručni specijalist trenerske struke, kondicijska priprema sportaša)

**Petar Perkunić**

**SPECIFIČNOST FUNKCIONALNE  
REHABILITACIJE OZLJEDE KOLJENA S  
OBZIROM NA IGRAČKU POZICIJU  
RUKOMETAŠA**

(završni rad)

**Mentor:**

**doc. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić**

Zagreb, prosinac 2021.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija završnog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

---

doc. dr. sc. Tatjana Trošt Bobić

Student:

---

Petar Perkunić

## **SPECIFIČNOST FUNKCIONALNE REHABILITACIJE OZLJEDE KOLJENA S OBZIROM NA IGRAČKU POZICIJU RUKOMETAŠA**

### **Sažetak**

Rukomet je sport u kojem su česte ozljede koljena. U rukometu su česte brze promjene pravca kretanja, kontakt s protivničkim igračima, rotacije i skokovi. Nakon ozljede koljena, s rehabilitacijom bi trebalo započeti što prije kako bi se olakšalo zacjeljivanje tkiva, provelo optimalno opterećenje, motiviralo igrača i poboljšalo mu samopouzdanje. Razlike u učestalosti ozljeda koljena ovisno o igračkim pozicijama u rukometu su prisutne. Tako su pivoti i krila najčešće podložni ozljedama koljena, što se može pripisati njihovim specifičnim zahtjevima u igri. Individualizirana rehabilitacija u završnim fazama rehabilitacijskog procesa orijentirana je na zahtjeve određene igračke pozicije kako bi se izazvala sport-specifična adaptacija i smanjio rizik od ponovne ozljede koljena.

**Ključne riječi:** rukomet, ozljede koljena, ACL, sport-specifične adaptacije, rehabilitacija

## **SPECIFICITY OF FUNCTIONAL REHABILITATION OF KNEE INJURY WITH REGARD TO THE PLAYING POSITION IN HANDBALL**

### **Abstract**

Handball is a sport in which knee injuries are common. In handball, rapid changes of direction, contact with opposing players, rotations and jumps are frequent. After a knee injury, rehabilitation should begin as soon as possible to facilitate tissue healing, implement an optimal load, motivate the player, and improve his or her self-confidence. Differences in the frequency of knee injuries depending on the playing positions in handball are present. Thus, pivots and wings are most often susceptible to knee injuries, which can be attributed to their specific requirements in the game. Individualized rehabilitation in the final stages of the rehabilitation process is oriented to the requirements of a particular playing position in order to induce sport-specific adaptation and reduce the risk of re-knee injury.

**Keywords:** handball, knee injuries, ACL, sport-specific adaptations, rehabilitation

## Sadržaj

<b>Sažetak</b> .....	3
<b>1. Uvod</b> .....	5
<b>2. Specifičnost igračkih pozicija u rukometu</b> .....	6
<b>3. Ozljede u rukometu</b> .....	9
3.1. Učestalost ozljeda prema igračkim pozicijama .....	11
3.2. Ozljede koljena kod rukometaša.....	12
3.2.1. Mehanizmi nastanka ozljede koljena u rukometu .....	13
<b>4. Rehabilitacija ozljeda koljena</b> .....	15
4.1. Prva faza rehabilitacije .....	16
4.2. Druga faza rehabilitacije.....	17
4.3. Treća faza rehabilitacije.....	17
4.4. Četvrta faza rehabilitacije .....	18
4.5. Peta faza rehabilitacije.....	19
4.5.1. Funkcionalna rehabilitacija s obzirom na igračku poziciju.....	21
<b>5. Povratak u rukomet nakon ozljede ACL-a</b> .....	23
<b>6. Zaključak</b> .....	26
<b>7. Literatura</b> .....	27

## 1. UVOD

Rukomet je momčadski sport osnovan 1946. godine koji je prvi put stavljen na popis Olimpijskih igara 1972. godine (Luig i sur., 2018). Popularnost ovog sporta porasla je posljednjih godina, a trenutno se procjenjuje da u svijetu postoji 25 milijuna igrača, uključujući muške i ženske seniore, i mlade igrače (Nikolaidis i Ingebrigtsen, 2013).

Unatoč višestrukim korisnim učincima koji proizlaze iz rukometa, poput poboljšanja kardiovaskularnog, metaboličkog, mišićnog i psihosocijalnog zdravlja (Alesi i sur., 2019), ovaj momčadski sport predstavlja veliki rizik od ozljeda, uglavnom zbog specifičnosti visokog intenziteta i zahtjeva rukometne igre (tj. brze promjene smjera, skokovi s naglim doskokom i ponavljajućim bacanjima, kao i česti fizički kontakti među igračima) (Kniubaite i sur., 2019). Isto tako, niska tjelesna spremnost, pogrešna tehnika, nedostatak fleksibilnosti, kao i neodgovarajući rehabilitacijski tretman ozljeda prepoznati su kao čimbenici rizika povezani s nastankom ozljeda (Fredriksen i sur., 2020). Osim toga, čini se da veliki obujam i intenzitet treninga koje mladi igrači prakticiraju kako bi postigli sportsku izvrsnost doprinose povećanju učestalosti ozljeda. S tim u vezi, ozljede su povezane s negativnim posljedicama, kao što je smanjenje uspjeha tima, povećanje troškova povezanih s liječenjem i rizik od novih ozljeda (Hägglund i sur., 2013). Osim toga, ozljede mogu imati i dugoročne zdravstvene posljedice koje utječu na kvalitetu života i karijeru rukometaša. Stoga smanjenje učestalosti ozljeda može imati ključni pozitivan utjecaj na performanse igrača i cjelokupne momčadi.

## 2. SPECIFIČNOST IGRAČKIH POZICIJA U RUKOMETU

Karakterističan morfološki profil primjeren vrhunskim rukometašima je: atletska građa tijela, naglašena uzdužna dimenzija skeleta, proporcionalni omjer koštanog sustava i mišićne mase te smanjeno masno tkivo (Srhoj i sur., 2002). Takav morfološki profil podržava rukometaše da učinkovito izvode tehničko-taktičke strukture igre u stvarnim natjecateljskim uvjetima. Isto tako, postavlja racionalne energetske zahtjeve za kretanje tjelesne mase pojedinog igrača.



Slika 1. Pozicije u rukometu (Izvor: <https://teamhandballnews.com/?faq-group=handball-tactics>)

G = engl. goalkeeper, vratar

RO = engl. right outside defender, desni krilni obrambeni igrač

RH = engl. right half defender, desni vanjski obrambeni igrač

RI = engl. right insider defender, desni unutarnji branič

LI = engl. left insider defender, lijevi unutarnji igrač

LH = engl. left half defender, lijevi vanjski obrambeni igrač

LO = engl. left outside defender, lijevi krilni obrambeni igrač

LW = engl. left wing, lijevo krilo

LB= engl. left back-court player, lijevi vanjski igrač

CB = engl. center back-court player, centralni igrač

RB = engl. right back-court player, desni vanjski igrač

RW = engl. right wing, desno krilo

S obzirom na varijacije između igračkih pozicija, može se reći da su razlike između obrambenih igrača i krila (napadača) najveće u uzdužnoj i poprečnoj dimenziji skeleta, kao i u mjerama obujma. Igrači na pozicijama u obrani znatno su viši, sa širim bokovima i zdjelicom; a njihove mjere obujma svih promatranih segmenata tijela prilično su visoke. Snažna izdržljivost (građa tijela), visok rast i općenito veća tjelesna masa važniji su za pivotne nego za krila. Naime, glavna funkcija vanjskih igrača s kineziološkog aspekta najsloženija od svih pozicija u rukometnoj igri. Tijekom utakmice oni većinu vremena posjeduju loptu, a njihova odgovornost za organizaciju timske igre i izvedbu završnih akcija, osobito pucanjem iz daljine, najveća je. Veće uzdužne dimenzije i dulje poluge važne su jer osiguravaju snažno i učinkovito gađanje gola preko i kroz obrambeni zid. Nadalje, viši vanjski igrači imaju bolju vizualnu kontrolu nad terenom i položajem igrača na njemu. Njihova tjelesna visina također je poželjna za učinkovitiju suradnju s linijskim igračima (pivoti i krila).

Krilni igrači razlikuju se od pivota u smanjenoj voluminoznosti. Snažna građa tijela (velika tjelesna masa) manje je važna krilima jer obično djeluju u jasnim situacijama, odnosno rijetko imaju kontakt sa suparničkim obrambenim igračima, što je sasvim suprotno od pivota. Ipak, s obzirom na to da krilni igrač djeluje u napadu unutar ograničenog prostora i pod nepovoljnim kutom šuta i dodavanja, osnovna karakteristika njihove igre je dinamičnost i okretnost s loptom i bez nje. Stoga je smanjeno masno tkivo poželjna karakteristika. Nešto veće mjere uzdužne dimenzionalnosti također su važne jer mogu olakšati i povećati učinkovitost. Budući da djeluju u blizini linije golmanovog polja, pivoti i krila smatraju se linijskim igračima. Zajednička karakteristika za obje pozicije je vrsta gađanja prema голу: oni izvode hite kratkog dometa preko golmanovog prostora kao skok šut, pad ili zakrivljeni skok. U tom slučaju uzdužna dimenzija nije toliko važna kao za igrače na vanjskim pozicijama.

Kružni igrači ili pivoti značajno se razlikuju od igrača na svim ostalim pozicijama s obzirom na njihov morfološki profil. Pivoti imaju veću voluminoznost, što se tiče i mišićne mase i masnog tkiva, te poprečnih mjera skeleta. Pivot igra unutar suprotne obrambene formacije leđima ili bokom prema голу i suparnicima. Stoga mora biti u stanju zauzeti i održati



stabilne stavove te mora održavati stalan kontakt s protivničkim obrambenima i boriti se za povoljan položaj. Ove radnje popraćene su guranjem, otporom, povlačenjem, okretanjem s protivnicima na leđima, jednom riječju, ogromnim statičkim naprezanjima i vrlo kratkim dinamičkim radnjama. Za ovu poziciju poželjni morfološki atributi su - nisko težište, snažan gornji dio tijela koji je duži od donjeg za stjecanje i održavanje stabilnosti, veća mišićna masa za kontrolu otpora tjelesne mase protivnika, a relativno velika ukupna tjelesna masa potrebna je u uvjetima stalnog narušavanja i obnavljanja ravnoteže.

U istraživanju Karchera i Buchheita (2014.), krila su najveći dio vremena provodila u zonama 70-80 i 80-90% HRmax, dok su obrambeni igrači i pivoti provodili više vremena u zoni 80-90%. Ova studija pokazuje da je pivot (u usporedbi s ostalim pozicijama) bio najopterećenija igračka pozicija tijekom praćenih utakmica, a igrači na poziciji pivota proveli su 94% svog vremena iznad zone intenziteta opterećenja (> 85% HRmax). Obrambeni igrači su se u ovoj zoni najrjeđe nalazili (80% svog vremena). Veći srčani zahtjevi (tj. na ili blizu HRmax) sugeriraju da bi trebalo staviti veći naglasak na kardiopulmonalnu funkciju tijekom treninga, i/ili da bi se tijekom igara trebale provoditi različite rotacijske strategije kako bi se spriječio razvoj prekomjernog umora (Karcher i Buchheit, 2014).

Golman je igrač koji se najviše razlikuje od krilnog igrača s obzirom na poprečne dimenzije i mjere obujma, te od pivota u pogledu uzdužnih dimenzija. Morfološka konstitucija povezuje vratare i obrambene igrače. Vratar je najspecifičniji igrač u polju s obzirom na izvedbu tehničkih i taktičkih elemenata jer je krajnji branič svoje momčadi. On djeluje pojedinačno u ograničenom prostoru i koncentriran je na brzu i eksplozivnu implementaciju jednostavnih pokreta u djeliću sekunde, što nije toliko zahtjevno u smislu opskrbe energijom. Stoga je vrhunski golman atletske građe s naglašenim longitudinalnim dimenzijama (Srhoj i sur., 2002).

Postoje značajne razlike među kategorijama kretanja igrača na svakoj poziciji za igru, kako u napadu tako i u obrani, što implicira potrebu za većom diferencijacijom i individualizacijom u opterećenju treninga prema različitim igračkim pozicijama (Manchado i sur., 2020).

### 3. OZLJEDE U RUKOMETU

Suvremeni rukomet sport je visokog intenziteta s velikim fizičkim zahtjevima i čestim kontaktima među igračima, što su čimbenici koji mogu povećati rizik od ozljeda (Junge i sur., 2008). Međutim, u literaturi o rukometnim ozljedama postoje neka metodološka pitanja koja otežavaju usporedbu rezultata, uključujući heterogenost dizajna studije, različite definicije ozljeda i korištene metode klasifikacije ozljeda, nedostatak jasnoće u bilježenju učestalosti ozljeda, razdoblje promatranja, kao i razinu natjecanja i dob. Unatoč tome, procjenjuje se da je učestalost ozljeda s "gubitkom vremena" u muškom rukometu 4,1 do 12,4 ozljeda na 1000 h, te da je 3 do 10 puta veća tijekom utakmica nego na treninzima (Bere i sur., 2015; Moller i sur., 2017), a incidencija ozljeda na utakmica je na 10,8–73,6 ozljeda/1000 h (Seil i sur., 1998; Matthys i sur., 2013) što potvrđuje da je na utakmicama znatno veća učestalost ozljeda nego na treninzima. Te razlike mogu biti povezane s nekoliko čimbenika, na primjer, većim fizičkim i fiziološkim zahtjevima koje igrači izvode tijekom utakmica u odnosu na treninge (Castillo i sur., 2019), varijabilnošću i nesigurnošću igre, kao i neuromišićnim i mentalnim umorom koji nastaje tijekom utakmica (Cardinale i sur., 2015), ili zbog različitih strategija periodizacije opterećenja treniranja (Gabbett, 2016). Stoga bi se kondicijski treneri trebali usredotočiti na stvaranje fizičkih, tehničkih, taktičkih i psiholoških zahtjeva natjecanja tijekom treninga, kao i na provedbu posebnih strategija oporavka kako bi se smanjio negativan utjecaj utakmica (npr. nakupljeni umor) na rukometaše i time smanjio rizik od ozljeda (Castillo i sur., 2019).

S obzirom na uzorak ozljede, najčešće prijavljene lokacije su gležanj, koljeno i bedro, a najčešći su tipovi ozljeda beskontaktne ozljede mišića u svim kategorijama (Hornstrup i sur., 2019; Kniubaite i sur., 2019). Nekoliko je istraživača ispitalo je li dob (ili dobna kategorija) povezana s učestalošću ozljeda u rukometu, a dobiveni rezultati bili su kontradiktorni. U najnovijim istraživanjima čini se da nema razlike između seniorskih i mlađih igrača (Kniubaite i sur., 2019; Hornstrup i sur., 2019). Drugi čimbenici povezani s učestalošću ozljeda su spol, antropometrijske varijable, položaj u igri i iskustvo, no rezultati su i dalje kontroverzni (Fredriksen i sur., 2020).

Učinak zrelosti na sportske ozljede nije jasan. Rezultati nekih istraživanja pokazali su veće rizike od ozljeda kod odraslih igrača u nogometu i rekreacijskim sportovima, dok su drugi prijavili veću stopu ozljeda kod mlađih igrača u rukometu. Naprednije sazrijevanje i visoki indeks tjelesne mase u antropometrijskim varijablama utječu na tjelesne performanse i igračku

poziciju u rukometu (Matthys i sur., 2019), ali uloga igračke pozicije kao čimbenika rizika za ozljede nije jasna.

Mónaco i sur. (2019) u svom istraživanju procjenjivali su utjecaj igračke pozicije, kategorije i statusa zrelosti na učestalost i obrazac ozljeda kod rukometaša kroz dvije sezone. U istraživanju je sudjelovalo 164 igrača u sezoni (12-27 godina), a igrači su kategorizirani u mlade (133) i odrasle (31), a po poziciji: 27 vratara, 67 obrambenih, 70 krila i pivota. Tijekom 34 221 sati treninga i utakmica došlo je do 190 ozljeda. Incidencija ozljeda u mladosti bila je 6,0 na 1000 ukupnih sati, a u odraslih 6,5 na 1000 ukupno sati. Postoje značajne razlike incidenciji ozljede koljena ( $P = 0,01$ ) i ozljedi hrskavice ( $P = 0,05$ ) prema položaju igranja. Postoje značajne razlike prema dobnoj kategoriji incidenciji ozljede gležnja ( $P = 0,03$ ), glave ( $P = 0,01$ ), bedra ( $P = 0,05$ ) i ozljedama mišića ( $P = 0,02$ ). Odrasli rukometaši imali su više ozljeda gležnja i mišića od mladih rukometaša. Pivoti i krila (2. linija) imali su više problema s koljenom i hrskavicom.

Ozljede se smatraju složenim fenomenom nastalim interakcijom više čimbenika rizika, gdje su karakteristike igrača (npr. spol ili dob) najutjecajnije (Hopkins i sur., 2007). U tom smislu, prethodne studije su izvijestile da se rizik od ozljeda povećava s godinama ili ovisno o spolu igrača, što se može objasniti različitim ponašanjem u igri i fizičkim kontaktom među igračima (Mayer, Rühlemann, Jäger, 2019). Osim toga, pri analizi čimbenika rizika od ozljeda treba uzeti u obzir opterećenje kojem su igrači izloženi tijekom utakmica i treninga (Bahr i sur., 2003). S tim u vezi, prethodne studije su pokazale da su opterećenja u treninzima i utakmicama u smislu pređene udaljenosti pri visokim intenzitetima veća kod igrača u odnosu na igračice (Michalsik i Aagaard, 2015) te između seniora i mladih rukometaša (Hoppe i sur., 2015).

### 3.1. Učestalost ozljeda prema igračkim pozicijama

Heterogenost kriterija uočenih pri razvrstavanju rukometaša prema igračkom položaju otežava usporedbu među istraživanjima. S tim u vezi, neki su autori razlikovali samo vratare i vanjske igrače (Asai i sur., 2019), drugi autori dijelili su igrače na vratare, prvu liniju (tj. obrambene i središnje obrambene igrače) i drugu liniju (tj. krilne i linijske igrače) (Mónaco i sur., 2019), dok je većina studija klasificirala igrače prema specifičnim igračkim pozicijama (tj. golman, pivot, krilo i vanjski) (Bere i sur., 2015; Giroto i sur., 2017; Rafnsson i sur., 2017).

Unatoč tom ograničenju, rezultati uočeni u uključenim studijama pokazuju da su vanjski igrači prijavili više ozljeda od vratara u svim analiziranim kategorijama, u rasponu od 88% do 95%. Točnije, pivoti (Mónaco i sur., 2013) i krila (Bere i sur., 2015; Junge i sur., 2013) bile su igračke pozicije koje su predstavljale najveću učestalost ozljeda, budući da svaku rukometnu poziciju karakteriziraju različiti zadaci tijekom igre. Međutim, ti se podaci moraju uzeti s oprezom jer je većina studija izvijestila o ozljedama u apsolutnim vrijednostima (tj. postotak ukupnih ozljeda); da bi se razjasnili ovi rezultati, potrebno je znati učestalost ozljeda (tj. broj ozljeda/izloženost od 1000 sati) i veličinu (tj. broj dana izbivanja/izloženost od 1000 sati) kako bi se razumjela težina obrasca ozljeda za svaku igračku poziciju. S obzirom na vrstu izloženosti rukometnim treninzima i utakmicama, Mónaco i sur. (2019) procijenili su kod rukometaša starijih i mlađih vrsta da su igrači prve linije pretrpjeli veću učestalost ozljeda koljena tijekom treninga, dok je učestalost ozljeda tijekom utakmica bila veća kod igrača druge linije. Iako su potrebne daljnje studije usmjerene na učestalost ozljeda svake igračke pozicije, ove informacije pružaju novo znanje za poboljšanje provedbe posebnih preventivnih programa kod rukometaša.

Rukometna natjecanja predstavljaju različite karakteristike (npr. doigravanje, zgusnut raspored utakmica ili korištenje igrača rezervne momčadi) koje mogu utjecati na učestalost ozljeda igrača (Clemente i sur., 2019). Stoga se čini prikladnim analizirati postoje li razlike u učestalosti tijekom utakmica kada se igra nacionalna liga ili međunarodno prvenstvo. U tom smislu, studije temeljene na međunarodnim prvenstvima pokazale su veću učestalost ozljeda (od 30,9 do 50,5 ozljeda/1000 h utakmice) u usporedbi s nacionalnim ligama (od 15 do 31,7 ozljeda/1000 h utakmice) (Raya-González i sur., 2020).

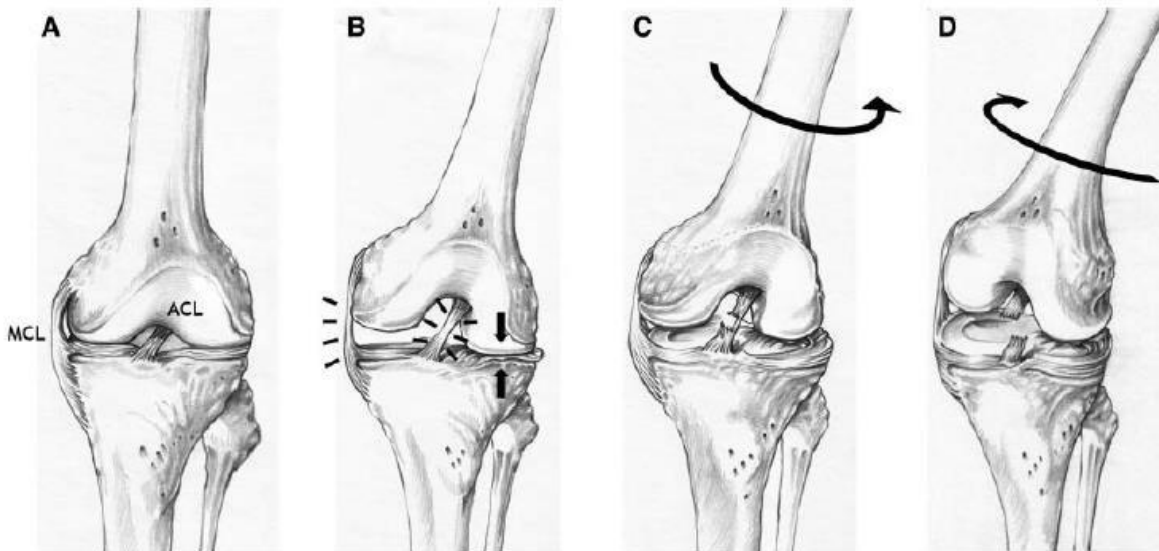
### 3.2. Ozljede koljena kod rukometaša

Ozljeda je definirana kao ozljeda s „gubitkom vremena“ ako je nastala igranjem rukometa tijekom treninga ili natjecanja i ako je rezultirala izostankom s najmanje jednog treninga ili utakmice (Achenbach i sur., 2018). Ozljede koljena mogu se razvrstati u pet kategorija ozbiljnosti, tj. minimalne (odsustvo iz rukometnog tima od 0 dana), blage (1-3 dana), umjereno blage (4-7 dana), umjerene (8-28) i teške (> 28 dana) (Fuller i sur., 2016; Steffen i sur., 2008). Parametri primarnog ishoda za tešku ozljedu koljena definirani su kao intraartikularni prijelom, luksacija patele, puknuće kolateralne ili križne veze, napuknuće meniskusa ili ozljeda hrskavice. Ozljeda je kategorizirana kao ozljeda preopterećenja ako se ne može identificirati traumatski događaj i kao ponovna ozljeda ako se ozljeda dogodila na istom mjestu na tijelu. Ozljeda koljena - uglavnom ruptura prednjeg križnog ligamenta (engl. *Anterior cruciate ligament* - ACL) – jedna je od najčešćih teških ozljeda u rukometaša u dobi od 15 do 19 godina (Reckling, Zantop, Petersen, 2003).

Ozljede koljena i zglobne hrskavice češće su kod igrača druge linije kao onih koji su fizički najveći u ekipi i čiji su zahtjevi na utakmici povezani s mnogo kontakata s protivnicima, što može utjecati na učestalost ozljeda koljena. Suprotno tome, krila imaju niže antropometrijske mjere (Matthys i sur., 2013) i tijekom igre provode znatno više trčanja na daljinu (kontre), sprinta i skokova s padovima (Cardinale i sur., 2015). Konačno, rotacijski pokreti u kombinaciji s visokim antropometrijskim profilom i izloženošću zahtjevnim obrambenim radnjama izlažu igrače druge linije teškim ozljedama koljena (Bere i sur., 2015; Cardinale i sur., 2015).

### 3.2.1. Mehanizmi nastanka ozljede koljena u rukometu

Mehanizmi ozljede koljena su valgus koljena, hiperekstenzija, hiperfleksija, kontakt/bez kontakta, brzina i rotacija. Koga i sur. (2010) proveli su istraživanje mehanizma nekontaktnih ozljeda koljena (slika 2). Kada su se dogodile nagle promjene u kutnom kretanju zgloba i najveća okomita sila reakcije tla, vjerojatno je da se ozljeda prednjeg križnog ligamenta dogodila približno 40 milisekundi nakon početnog kontakta. Kinematički obrasci bili su iznenađujuće dosljedni među svih 10 proučavanih slučajeva. Svi su igrači imali valgus kretanje unutar 40 milisekundi nakon inicijalnog kontakta. Štoviše, tibija se tijekom prvih 40 milisekundi rotirala iznutra, a zatim je primijećena vanjska rotacija, vjerojatno nakon pucanja prednjeg križnog ligamenta. Ovi rezultati sugeriraju da je opterećenje valgusa faktor koji doprinosi mehanizmu ozljede prednjih križnih ligamenata i da je unutarnja rotacija tibije povezana s valgus kretanjem. Programi prevencije trebali bi se usredotočiti na stjecanje dobre tehnike mijenjanja smjera i doskoka s fleksijom koljena i bez valgus opterećenja koljena.



Slika 2. A) normalan položaj koljena, B) valgus koljena, C) unutarnja rotacija s valgusom, D) vanjska rotacija s valgusom (Koga, 2010)

Vanjska fleksija koljena, vanjska rotacija i valgusa - zajedno s vanjskim momentima ekstenzije, abdukcije i unutarnje rotacije kuka (slika 3) - promatrani su 30-40 ms nakon dodira stopala s tlom i u istraživanju Bencke i sur. (2013). Bočne asimetrije nisu pronađene ali opaženi vanjski momenti podupiru mehanizme ozljeda prethodno opisane u ranijim istraživanjima rukometnih ozljeda koljena.

**Mijenjanje smjera  
i rotacija**



**Doskok na jednu  
nogu nakon  
skok šuta**



*Slika 3. Dva najčešća mehanizma nastanka ozljede koljena u rukometu (prema: Olsen, 2004)*

Prema mehanizmu nastanka ozljeda koljena, važno je provođenje preventivnih vježbi koje povećavaju aktivnost medijalnih mišića tetive, kako bi se uskladile s vanjskim momentima rotacije koljena prema van i momentima valgusa koljena, te povećale aktivnost vanjskih rotatora kuka u skladu s vanjskim momentom rotacije kuka prema unutra.

## 4. REHABILITACIJA OZLJEDA KOLJENA

Zbog visokih zahtjeva rukometne igre, nakon rupture ACL-a nema mjesta konzervativnom liječenju već se pristupa kirurškoj rekonstrukciji. Za zahtjevna rukometna kretanja poput mijenjanja smjera kretanja, okreta i doskoka nakon skoka, potreban je funkcionalan ACL. Rukometaš koji se vraća igrati bez kirurške rekonstrukcije ACL -a u opasnosti je od epizoda nestabilnosti - s dodatnim lezijama meniska i hrskavice - u budućnosti.

Rukometaši s ozljedom ACL-a (bez obzira na to radi li se o kirurškom ili neoperativnom liječenju) trebaju provesti visokokvalitetni, nadzirani program rehabilitacije temeljen na kriterijima kojih se striktno pridržavaju. Sveobuhvatni cilj rehabilitacije nakon ozljede ACL-a i/ili operacije je vratiti funkciju koljena tako da igrač može u potpunosti sudjelovati u svim aspektima života, uz prihvatljiv rizik od ponovnih ozljeda i posttraumatskog osteoartritisa.

Rehabilitacija za rukometaša s ozljedom ACL -a trebala bi započeti što je prije moguće nakon ozljede kako bi se osiguralo optimalno opterećenje i olakšalo zacjeljivanje tkiva, izgradilo samopouzdanje i motivacija igrača te pružila najbolja prilika igraču da postigne svoje ciljeve sportskog sudjelovanja.

Individualizirana rehabilitacija koja naglašava karakteristike tjelesne izvedbe potrebne za uspješan rukometni nastup mora uključivati progresiju temeljenu na kriterijima koji poštuju vrijeme potrebno za biološko ozdravljenje. Kvalitetna rehabilitacija trebala bi se odnositi na pet ključnih faza, pri čemu se svaka faza nadovezuje na funkcionalne dobitke ostvarene u prethodnoj fazi: pre rehabilitacija (za igrače koji imaju rekonstrukciju ACL-a), akutna faza (fokus oštećenja), srednja faza (dinamički fokus stabilnosti koljena), kasna faza (fokus specifičan za sport) i fazu prevencije ozljeda (upravljati fokusom na radno opterećenje) (Laver i sur., 2018).

Uklanjanje izljeva i boli tijekom rehabilitacije pruža koristan vodič za optimalno opterećenje koljena. Također je važno uzeti u obzir cjelokupno akutno i kronično opterećenje igrača, osobito prije povratka na trening i natjecanje. Psihološki čimbenici, uključujući motivaciju, anksioznost pri ponovnom ozljeđivanju i samopouzdanje, mogu se riješiti tijekom rehabilitacije pomoću postavljanja ciljeva, dosljedne procjene i povratnih informacija (Langevoort i sur., 2007).

Posljednjih je godina proces rehabilitacije evoluirao od vremenski zasnovanih načela do načela rehabilitacije temeljenih na kriterijima. Okvirno govoreći, sportaši s izoliranim



rekonstrukcijama ACL-a mogu planirati početak trčanja otprilike nakon 3 mjeseca postoperativno. Nakon 4 mjeseca moguć je početak rehabilitacije na terenu, a nakon 5 mjeseci provodi se rehabilitacija specifična za sport. Ako zadovoljavaju funkcionalne kriterije, sportaši bi trebali biti spremni za timski trening nakon 6-9 mjeseci. Prije nastavka natjecanja, nakon uspješne funkcionalne evaluacije trebali bi sudjelovati u timskim treninzima najmanje 3-4 tjedna.

Dugi proces rehabilitacije mora biti interdisciplinarni te bi u njemu trebali sudjelovati kirurg, fizioterapeut i trener kako bi se omogućio siguran povratak rukometnim treninzima. Prisilno vraćanje sportu (RTS) dovodi sportaša u rizik od ponavljajuće ozljede ili kontralateralne ozljede ACL-a (Grindem i sur., 2016). Doista, pokazalo se da je rizik od ponovne ozljede čak 33% kod mladih sportaša mlađih od 20 godina (Webster i Feller, 2016). Kako bi se RTS predvidio, preporučuje se sustavno funkcionalno ispitivanje. Ako igrač postigne indeks simetrije udova od  $> 90\%$  u čitavoj bateriji testova, to je jasan pokazatelj RTS. Što se tiče vremena, mora se uzeti u obzir razdoblje od najmanje 6-9 mjeseci, znajući da svaki mjesec dodatne rehabilitacije prije RTS -a smanjuje rizik od ponovne ozljede (Grindem i sur., 2016).

#### 4.1. Prva faza rehabilitacije

Program rehabilitacije trebao bi započeti prije same rekonstrukcije ACL-a. U akutnoj fazi nije preporučljiv operativni zahvat, te do njega dolazi otprilike 4-6 tjedana nakon nastanka ozljede. Rehabilitacija se prije rekonstrukcije provodi pomoću krioterapije i lijekova za smanjenje upalnog procesa, vraća se cjelokupni raspon pokreta i aktiviraju se mišići za povrat subjektivne stabilnosti i neuromuskulatorne kontrole koljena.

Nakon ozljede ACL-a, prioritet mora biti smanjenje boli i oteklina, vraćanje normalnog pokreta koljena i vraćanje aktivne stabilnosti koljena. Taj se proces jako razlikuje među pacijentima i obično traje između 4 i 6 tjedana. Važna načela su stimulacija hamstringsa i tetiva, rana aktivna rehabilitacija (2-3 tjedna nakon operacije) i izbjegavanje ranih teških vježbi otvorenog kinetičkog lanca. Rehabilitacija nakon rekonstrukcije ACL-a kod rukometaša sastoji se od nekoliko faza. Rana postoperativna faza usporediva je s fazom nakon ozljede, a glavni ciljevi su kontrola boli i otekline, kao i povratak raspona pokreta (ROM). U slučaju povezanog popravka meniskusa, kirurg obično nameće ograničenje ROM-a. Većina kirurga blokira koljeno u produžetku protezom, dopušta podnošenje pune težine i ograničava ROM na  $0-0-90^\circ$

tijekom 6 tjedana. Duboki čučanj treba izbjegavati 3-4 mjeseca. Ležanje s nogom na povišenju obično se preporuča tijekom 6 tjedana ako je izvršena fiksacija korijena meniskusa. U slučaju izolirane rekonstrukcije ACL-a, to ograničenja nije potrebno primjenjivati (Heckmann, Barber-Westin i Noyes, 2006).

#### 4.2. Druga faza rehabilitacije

Akutna faza za glavne ciljeve ima: nepostojanje izljeva u koljeno, potpuni aktivni i pasivni raspon koljena i mogućnost podizanja ispruženih nogu.

Tretmani usmjereni na raspon pokreta koljena i funkciju *m. quadriceps femoris* trebali bi započeti odmah nakon ozljede ili operacije rekonstrukcije. Odgovarajući tretmani uključuju vježbe pokreta koljena, mobilizaciju patele, neuromuskularnu električnu stimulaciju i prekvalifikaciju hoda kako bi se postiglo normalno opterećenje i smanjili obrasci ukočenosti koljena (van Melick i sur., 2016).

#### 4.3. Treća faza rehabilitacije

Glavni ciljevi treće faze rehabilitacije su kontrola terminalne ekstenzije koljena u položajima u kojima se opterećuje noga, 80% simetrije mišićne snage *m. quadriceps femoris* i dinamička stabilnost koljena.

Trening snage počinje razdobljem prilagodbe i napreduje do velikih opterećenja s nekoliko ponavljanja (Bieler i sur., 2014). Za dinamičku stabilnost koljena neuromišićni trening trebao bi napredovati s postupnim povećanjem zahtjeva (npr. primjenom nestabilnih površina ili okolnostima koje narušavaju ravnotežu, slika 4). Ponovno osposobljavanje pokreta trebalo bi se usredotočiti na izbjegavanje strategija ukočenja koljena, optimiziranje opterećenja koljena i kontroliranje dinamičkih uzoraka valgusa koljena kako bi se osiguralo da igrač može održati stabilnost zgloba koljena pod brzim promjenama opterećenja tijekom aktivnosti bez povećanja simptoma (Williams i sur., 2001).

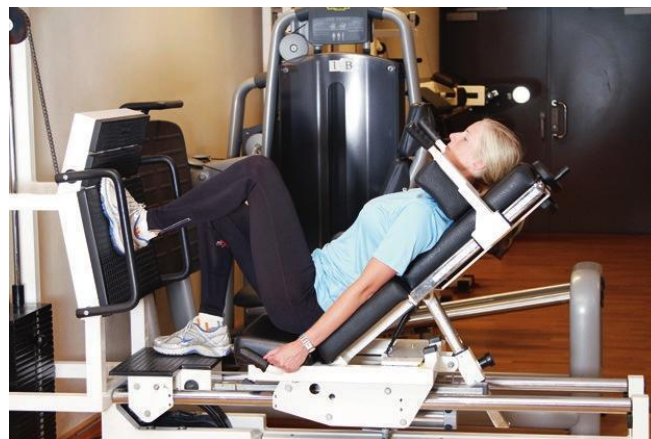


Slika 4. Neuromišićni trening na nestabilnim površinama (Laver i sur., 2018)

#### 4.4. Četvrta faza rehabilitacije

Glavni ciljevi četvrte faze rehabilitacije su simetrična snaga *m. quadriceps femoris* i tetiva (> 90% neozlijeđenog ekstremiteta), simetrična dinamička stabilnost koljena, održavanje ili izgradnja sportskog samopouzdanja i nepradak u sportskim vještinama od vježbi zatvorenog lanca do vježbi otvorenog lanca.

Ovu fazu treba individualizirati na temelju specifičnih sportskih zahtjeva igrača. Općenito, rehabilitacija bi trebala uključivati kombinaciju treninga snage specifičnog za oštećenje (slika 5), vježbi jakosti i agilnosti (skakanje, trčanje) i vježbi specifičnih za rukomet.



Slika 5. Vježba snaženja *m. quadriceps femoris* na leg pressu (Laver i sur., 2018)

Podaci prikupljeni na inicijalnim testiranjima u predsezoni (npr. izokinetička snaga, skok protupokreta) mogu pružiti osnovnu usporedbu prije ozljede i trebali bi se koristiti uz usporedbe s kontralateralnim udom (tj. nogom). Napredak od zatvorenih do otvorenih vještina naglašava reaktivne elemente vještina specifičnih za rukomet (npr. reagiranje i prilagođavanje obrazaca kretanja suprotnim radnjama igrača). Pred kraj ove faze postupno se povećava sudjelovanje u redovitim rukometnim vježbama. Postoji stupnjevani napredak od modificiranog treninga (samo sudjelovanje u beskontaktnim vježbama) do potpunog treninga (bez ograničenja u kontaktu) do ograničene igre (broj minuta) do neograničene igre na utakmicama.

#### 4.5. Peta faza rehabilitacije

Peta faza rehabilitacije je faza prevencije ozljeda. Glavni ciljevi ove faze su održavanje snage mišića i dinamičke stabilnosti koljena te upravljanje radnim opterećenjem.

Kako se igrač u potpunosti vraća rukometu, program prevencije ozljeda trebao bi se provoditi najmanje dva puta tjedno kao dio uobičajenog treninga momčadi. Odgovarajuće upravljanje opterećenjem također je potrebno kako bi se smanjio rizik od novih ozljeda drugih struktura i ponovnih ozljeda koljena (Toohey i sur., 2017).

Postoji pet ključnih preporuka za ispitne testove za povratak u igru (Ardern i sur., 2018) (Tablica 1).

Tablica 1. Sport specifični testovi za povrat u sport nakon ozljede ACL-a (Arderi i sur., 2018)

<i>PREPORUKA</i>	<i>SPECIFIČNI ZADATAK ZA RUKOMET</i>	<i>OPIS</i>
<i>1. Baterija funkcionalnih testova (igrači moraju proći sve testove prije povratka na igru)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hop test</li> <li>- T-test agilnosti</li> <li>- Jakost <i>m. quadriceps femoris</i></li> </ul>	Ovo su ključni funkcionalni kriteriji uključeni u ispitne baterije koji imaju diskriminatornu valjanost za ponovnu ozljedu ACL -a [20, 30]
<i>2. Procjena reaktivnih elemenata sportske izvedbe</i>	Reaktivna agilnost: igrač trči prema procjenitelju, a ocjenjivač ručnim signalom pokazuje treba li igrač promijeniti smjer ulijevo ili udesno. Igrač reagira i mijenja odgovarajući smjer što je brže moguće	Sigurni pokreti mijenjanja smjera kretanja važni su za performanse u rukometu. To su također situacije kretanja u kojima ACL ima povećan rizik od ozljeda. Treniranje sigurnog izvođenja pokreta promjene smjera važno je za performanse i sprječavanje ozljeda
<i>3. Donošenje odluka slično stvarnim sportskim situacijama</i>	Kompleksnija reaktivna agilnost gdje igrač donosi odluke (reagira) na kretanje drugog igrača	Postupna izgradnja složenosti zadatka u timskom okruženju poboljšava sigurnost i sportske specifičnosti. Za primjerene performanse u rukometu, igrači moraju biti u stanju reagirati na kretanje obrambenih igrača promjenom smjera kretanja
<i>4. Praćenje radnog opterećenja</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ocjena percipiranog napora (RPE)</li> <li>-RPE u kombinaciji s izloženošću (minute)</li> </ul>	Postupno povećanje opterećenja kako bi se zadovoljili zahtjevi igrača. Kombiniranje subjektivne mjere opterećenja s ekstenzitetom (tj. minutama treninga) pruža standardizirano mjerenje unutarnjeg i vanjskog opterećenja koje se može pratiti s vremenom
<i>5. Procjena psihološkog odgovora</i>	ACL-Povratak u sport poslije ozljede – ljestvica procjene	Ljestvica procjene specifična za stanje s dokazima diskriminatorne valjanosti za povratak u sport nakon rekonstrukcije ACL-a

S obzirom na to da je cilj većine ozlijeđenih rukometaša povratak u igru, od vitalnog je značaja da planiranje povratka u igru započne što je prije moguće tijekom rehabilitacije (Ardern i sur., 2016). Fleksibilan plan povratka u igru, potpomognut SMART (specifičnim, mjerljivim, ostvarivim, realnim, vremenski ograničenim) postavljanjem ciljeva na temelju dosljedne procjene i testiranja, pružit će najbolje šanse za uspjeh (Ardern i sur., 2016). Možda će se plan rehabilitacije morati ponovno procijeniti tijekom rehabilitacije jer nije neuobičajeno da se ciljevi igrača u vezi sa sportskim sudjelovanjem promijene tijekom rehabilitacije. Povratak u igru trebao bi biti konceptualiziran kao kontinuum, a ne samo kao prekretnica koja se događa na kraju rehabilitacijskog programa (Ardern i sur., 2016). Tri elementa povratka u igru nakon ozljede ACL-a u rukometu su:

- Povratak na sudjelovanje: razdoblje oporavka i rehabilitacije nakon ozljede.
- Povratak u sport: igrač trenira (ili modificirani trening ili kompletan timski trening), ali još nije dovoljno spreman za igranje utakmica.
- Povratak na utakmice: igrač je odabran za igranje utakmica i postigao je svoje (a možda i trenerove) ciljeve izvedbe.

#### 4.5.1. Funkcionalna rehabilitacija s obzirom na igračku poziciju

Prema specifičnim zahtjevima određene rukometne pozicije, u zadnjoj fazi rehabilitacijskoj procesa potrebno je provoditi one vježbe koje su najspecifičnije za zahtjeve određene pozicije. Nekoliko metaanaliza (Gagnier, Morgenstern i Chess, 2013; Grindstaff i sur., 2006; Sadoghi, van Keudell i Vavken, 2012; Taylor i sur., 2015) pokazalo je da je rizik od ozljede ACL-a smanjen između 39% i 73% u onih koji su izvodili višekomponentni preventivni trening u usporedbi s onima koji nisu. Širok raspon smanjenja ozljeda vjerojatno se može pripisati uključivanju sportaša s kontaktnim ili nekontaktnim mehanizmima ozljeda. Nadalje, nedavna meta-analiza pokazala je da je višekomponentni program koji uključuje vježbe snage, ravnoteže, pliometrije i proksimalne neuromišićne kontrole bio učinkovitiji u smanjenju ozljeda ACL-a nego jednokomponentni program (Sugimoto i sur., 2015).

Tablica 2. Vježbe specifične snage, pliometrije, agilnosti, ravnoteže i fleksibilnosti koje su uključene u višekomponentne programe treninga za prevenciju ozljeda prednjih križnih ligamenata u rukometu (Padua i sur., 2018)

<b>Jakost</b>	<b>Pliometrija</b>	<b>Agilnost</b>	<b>Ravnoteža</b>
Fleksija trupa	Skokovi iz gležnja	Trčanje naprijed/nazad	Ravnoteža na jednoj nozi
Upor prednji	Čučanj skok	Bočno trčanje/galop	Ravnoteža na jednoj nozi s kretanjem gornjeg dijela tijela
Bočni upor	Skokovi s podizanjem koljena na prsa	Visoki skip	Ravnoteža na jednoj nozi uz smetnju partnera
Ekstenzija leđa	Skok škare	Karioka s visoko podignutim koljenima	Ravnoteža na jednoj nozi na nestabilnoj površini
Most na lopaticama	Jednonožni skokovi u mjestu	Stupanje	Ravnoteža na jednoj nozi s pokretima donjih ekstremiteta
Nožni potisak	Skok za 180°	Frontalno trčanje sa zaustavljanjem	Horizontalni skok sa stabilizacijom
Čučnjevi s dvije noge	Široki skok	Brzo trčanje	Skok za 180° sa stabilizacijom
Jednonožni čučnjevi	Lateralni skijaški skokovi	Trčanje s promjenom smjera kretanja	Jednonožni skokovi naprijed sa stabilizacijom
Iskorak naprijed	Dijagonalni skokovi s noge na nogu	Dijagonalno trčanje s promjenom smjera kretanja	Jednonožni skokovi u stranu sa stabilizacijom
Bočni iskorak	Skok iskorak	Cik cak trčanje	
Dijagonalni iskorak	Skokovi naprijed/nazad, lijevo/desno s obje i jednom nogom	Dijagonalni skip	
Nordijski pregib	Doskok na jednu nogu	Zaustavljanje i promjena smjera kretanja	
	Skokovi s kutije	Trčanje četveronoške	
	Skokovi na spužvu (mekanu nestabilnu površinu)	Kratko trčanje od jedne do druge strane sa skokom i kontaktom s partnerom	

U programu rehabilitacije, neovisno o igračkoj poziciji, vježbe iz ranije navedene tablice trebali bi svi primjenjivati. Međutim, određene pozicije prema zahtjevima u igri trebale bi se više orijentirati na vježbe koje simuliraju kretanje u igri. Vanjski igrači rade mnogo promjena smjera i vertikalnih skokova, pa su za njih pliometrijske vježbe i vježbe agilnosti vrlo značajne.

Za pivote je iznimno bitna ravnoteža i zadržavanje stabilnog položaja pri borbi za poziciju, pa vježbe ravnoteže s okretima za 180° mogu imati najveći utjecaj na povećanje stabilnosti koljena. Krila imaju specifične zahtjeve u igri te oni rade najviše horizontalnih skokova i brzih istrčavanja prilikom kontri. Osim vježbi agilnosti, za ovu igračku poziciju trebalo bi prakticirati pliometrijske vježbe koje se sastoje od skokova s noge na nogu te pravilne amortizacije i doskoka. Svi rukometaši, neovisno o igračkoj poziciji trebali bi kontinuirano raditi vježbe snaženja trupa.

## **5. POVRATAK U RUKOMET NAKON OZLJEDE ACL-A**

Nakon rekonstrukcije ACL-a, otprilike dvije trećine sportaša iz različitih sportova vraća se svom sportu za ozljede, a samo polovica povratak natjecateljskom sportu (Arden i sur., 2014). Stopa povratka u igru veća je na elitnoj razini - četiri od svakih pet sportaša vraćaju se na svoju razinu natjecateljskog sporta prije ozljeda (Lai i sur., 2018). Dostupno je manje podataka o stopi povrata u igru nakon nekirurškog liječenja ozljede ACL-a, iako najkvalitetniji podaci ukazuju na to da su stope povratka u igru slične kod mladih, aktivnih (nelitetnih) osoba koje su se prije bavile kontaktnim i beskontaktnim sportovima do ozljede ACL-a (razine Tegner-ove skale aktivnosti 7-9) bez obzira na to jesu li imali rekonstrukciju ACL-a ili nekirurško liječenje (Frobel i sur., 2010; Frobell i sur., 2013)

Podaci o dugotrajnom sudjelovanju u sportu i riziku od ponovnih ozljeda kod kirurških i nekirurški liječenih rukometaša su oskudni. Među elitnim igračima i igračica u Norveškoj, najmanje 60% vratilo se na rukometnu razinu prije ozljeda (Myklebust i sur., 2003). Postojala je veća stopa povrata na razinu prije ozljede među igračima koji su imali neoperativno liječenje ozljede ACL-a (82%) u odnosu na one koji su imali operaciju ACL-a (bilo popravak ili rekonstrukcija (58%). Međutim, ove rezultate treba tumačiti oprezno jer je broj mali, a kod nekih sportaša uključenih u studiju vjerojatno neće kirurški i rehabilitacijski pristup odražavati suvremenu praksu (Myklebust i sur., 2003).

U istraživanju Grindem i suradnika (2012), 55% ne-kirurški i 62% kirurški liječenih (rekonstrukcija ACL-a) elitnih sportaša razine vratilo se u sport nakon godinu dana. Iako je u ovom uzorku najčešći sport bio nogomet, 29% sportaša ove razine I igralo je rukomet, a stopa



povrata bila je slična među sportovima (Grindem i sur., 2012). Među rekreativnim igračima u Švedskoj, 38% se vratilo na svoju razinu rukometne ozljede nakon rekonstrukcije ACL-a (Arden i sur., 2014). Dok su rukometaši činili samo 5% ispitane populacije, stopa povratka u rukomet bila je slična stopi povrata u ostale timske sportove s loptom (nogomet i floorball)(Arden i sur., 2014).

Mlada dob, muški spol, igranje sporta na elitnoj razini i psihološka spremnost za povratak u igru prognostički su čimbenici za povratak u igru nakon rekonstrukcije ACL-a (Arden i sur., 2014). Primarni razlog za nepovratak u igru nakon ozljede ACL-a je tjeskoba i strah oko zadobivanja nove ozljede (Arden i sur., 2011). Psihološki čimbenici (samopouzdanje i strah od ponovne ozljede) snažno su povezani s povratkom u sport i dostizanje razine od prije ozljeda (Arden i sur., 2014), dok su tjelesne funkcije samo slabo povezane s povratkom u igru. S obzirom na to da su psihološki čimbenici potencijalno promjenjivi, može biti važno da se ti čimbenici na odgovarajući način riješe tijekom rehabilitacije. Rana identifikacija igrača s niskim samopouzdanjem i visokim strahom od ponovne ozljede može biti moguća pomoću skale ACL-Return to Sport after Injury (Arden i sur., 2013). To bi moglo olakšati pravovremeno uvođenje strategija usmjerenih na poboljšanje psihološke spremnosti za povratak u rukometaša u igru.

Izbjegavanje naknadne ozljede ACL-a, bilo na istom koljenu (npr. puknuće transplantata ili ozljeda meniskusa) ili na kontralateralnom koljenu, veliki je izazov za igrače koji se vraćaju rukometu nakon ozljede ACL-a. Otprilike svaki četvrti mladi sportaš koji se nakon rekonstrukcije ACL-a vrati sportovima s naglim promjenama smjera pretrpjet će naknadnu ozljedu ACL-a, često rano nakon povratka u igru (Wiggins i sur., 2016). Igrači koji se vrate u igru nakon ozljede ACL-a također su u povećanom riziku od drugih ozljeda koljena. Elitni igrači koji su se vratili nogometu nakon rekonstrukcije ACL-a imali su četverostruki rizik za novu akutnu ozljedu koljena i veliku ozljedu (npr. sinovitis, tendinopatije) u usporedbi s prethodno neozlijeđenim vršnjacima (Waldén, Hägglund, Ekstrand, 2006).

Promjenjivi čimbenici rizika koji mogu povećati rizik od naknadne ozljede ACL-a uključuju asimetrije pokreta i preostale nedostatke u biomehanici i neuromišićnoj kontroli (Paterno i sur., 2010). Nije jasno postoje li ove asimetrije i deficiti neuromuskularne kontrole prije prve ozljede ACL-a ili igrač razvija kompenzacijske mehanizme tijekom rehabilitacije ili nakon povratka u igru. Bez obzira na to, neophodno je da rukometaš koji se vrati u igru nakon ozljede ACL-a nastavi s neuromuskularnim programom treninga kao dio uobičajene rutine treninga tijekom svoje aktivne karijere. Ovaj program trebaju izvoditi svi igrači u timu. Praćenje

i prilagođavanje opterećenja igrača tijekom rehabilitacije važno je kako bi se spriječile ponovne ozljede i poboljšale performanse. To je osobito važno kada se igrač postupno uvodi u timski trening (kasne faze rehabilitacije i prevencije ozljeda) te pri povratku na potpuni trening.

Za ozljede ACL-a, trčanje, mijenjanje smjera i skakanje vjerojatno su od posebne važnosti. Kako bi se smanjio rizik od naknadnih ozljeda, igrač bi trebao postići dovoljnu ukupnu razinu kondicijske pripreme dovršivši progresivni optimalan program opterećenja prije nego što se vrati na neograničeni timski trening i utakmice. Radno opterećenje pri trčanju može se pratiti procjenom vanjskog opterećenja (npr. ukupne udaljenosti i količine trčanja visokog intenziteta) i unutarnjeg opterećenja (npr. RPE). Izbjegavanje velikih „vrhova“ u omjeru akutno-kroničnog opterećenja (akutno se odnosi na opterećenje u tekućem tjednu, a kronično na prosječno opterećenje u posljednja 4 tjedna) može imati profilaktički učinak na ozljede (Blanch i Gabbett, 2016). Precizno mjerenje opterećenja, točna analiza i tumačenje podataka te učinkovito uključivanje tih podataka u kliničku praksu tijekom rehabilitacije, povratak na trening i natjecanje te povratak na performanse središnje su komponente sigurnog povratka u igru.

## 6. ZAKLJUČAK

Budući da je rukomet vrlo dinamičan i kontaktni sport, učestalost ozljeda posljednjih je godina u porastu, osobito zbog kontakata s protivnicima. Međutim, nisu sve ozljede u rukometu kontaktne. Zbog naglih promjena smjera i učestalih skokova, mnogo ozljeda koljena otpada na nekontaktne ozljede. Ozljeda ACL-a smatra se teškom ozljedom jer je oporavak dugotrajan i velik je postotak recidiva ozljeda koljena nakon povratka sportu. Iz navedenih razloga, potrebno je posebnu pažnju posvetiti završnoj fazi rehabilitacijskog procesa te planirati specifična opterećenja sportaša koja će izazvati sport-specifične adaptacije kako bi se smanjilo rizik od ponovnog ozljeđivanja.

Postoje značajne razlike među kategorijama kretanja igrača na svakoj poziciji, ali i u specifičnim radnjama koje svaka pojedina pozicija zahtjeva, kako u napadu tako i u obrani, što implicira potrebu za većom diferencijacijom i individualizacijom u opterećenju treninga prema različitim igračkim pozicijama, ali i rehabilitaciji i prevenciji ozljeda.

## 7. LITERATURA

1. Achenbach, L., Krutsch, V., Weber, J., Nerlich, M., Luig, P., Loose, O., ... i Krutsch, W. (2018). Neuromuscular exercises prevent severe knee injury in adolescent team handball players. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 26(7), 1901-1908.
2. Alesi, M., Gómez-López, M., Chicau Borrego, C., Monteiro, D., i Granero-Gallegos, A. (2019). Effects of a motivational climate on psychological needs satisfaction, motivation and commitment in teen handball players. *International journal of environmental research and public health*, 16(15), 2702.
3. Ardern, C., Grindem, H., Kvist, J., Waldén, M., i Hägglund, M. (2018). Rehabilitation of ACL injury in the handball player. In *Handball sports medicine* (pp. 481-491). Springer, Berlin, Heidelberg.
4. Ardern, C. L., Österberg, A., Tagesson, S., Gauffin, H., Webster, K. E., i Kvist, J. (2014). The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *British journal of sports medicine*, 48(22), 1613-1619.
5. Ardern, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., i Feller, J. A. (2011). Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British journal of sports medicine*, 45(7), 596-606.
6. Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., i Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British journal of sports medicine*, 48(21), 1543-1552.
7. Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., Whitehead, T. S., i Webster, K. E. (2013). Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *The American journal of sports medicine*, 41(7), 1549-1558.
8. Asai, K., Nakase, J., Shimozaki, K., Toyooka, K., Kitaoka, K., i Tsuchiya, H. (2020). Incidence of injury in young handball players during national competition: A 6-year survey. *Journal of orthopaedic science*, 25(4), 677-681.
9. Bahr, R., i Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *British journal of sports medicine*, 37(5), 384-392.

10. Bencke, J., Curtis, D., Krogshede, C., Jensen, L. K., Bandholm, T., i Zebis, M. K. (2013). Biomechanical evaluation of the side-cutting manoeuvre associated with ACL injury in young female handball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(8), 1876-1881.
11. Bere, T., Alonso, J. M., Wangensteen, A., Bakken, A., Eirale, C., Dijkstra, H. P., ... i Popovic, N. (2015). Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1151-1156.
12. Bieler, T., Aue Sobol, N., Andersen, L. L., Kiel, P., Løfholm, P., Aagaard, P., ... i Beyer, N. (2014). The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *BioMed research international*, 2014.
13. Blanch, P., i Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British journal of sports medicine*, 50(8), 471-475.
14. Cardinale, M., Whiteley, R., Hosny, A. A., i Popovic, N. (2017). Activity profiles and positional differences of handball players during the World Championships in Qatar 2015. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 908-915.
15. Castillo, D., Raya-González, J., Weston, M., i Yanci, J. (2019). Distribution of External Load During Acquisition Training Sessions and Match Play of a Professional Soccer Team. *Journal of strength and conditioning research*.
16. Clemente, F. M., Oliveira, H., Vaz, T., Carriço, S., Calvete, F., i Mendes, B. (2019). Variations of perceived load and well-being between normal and congested weeks in elite case study handball team. *Research in Sports Medicine*, 27(3), 412-423.
17. Fredriksen, H., Cools, A., Bahr, R., i Myklebust, G. (2020). Does an effective shoulder injury prevention program affect risk factors in handball? A randomized controlled study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(8), 1423-1433.
18. Frobell, R., Roos, H., Roos, E., Roemer, F.W., Ranstam, J., et al. (2013). Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of randomised trial. *BMJ*. 346:f232.
19. Frobell, R. B., Roos, E. M., Roos, H. P., Ranstam, J., i Lohmander, L. S. (2010). A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *New England Journal of Medicine*, 363(4), 331-342.

20. Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., ... i Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(2), 83-92.
21. Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British journal of sports medicine*, 50(5), 273-280.
22. Gagnier, J. J., Morgenstern, H., i Chess, L. (2013). Interventions designed to prevent anterior cruciate ligament injuries in adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 41(8), 1952-1962.
23. Giroto, N., Hespanhol Junior, L. C., Gomes, M. R. C., i Lopes, A. D. (2017). Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(2), 195-202.
24. Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L., & Risberg, M. A. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(13), 804-808.
25. Grindstaff, T. L., Hammill, R. R., Tuzson, A. E., i Hertel, J. (2006). Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis. *Journal of athletic training*, 41(4), 450.
26. Grindem, H., Eitzen, I., Moksnes, H., Snyder-Mackler, L., i Risberg, M. A. (2012). A pair-matched comparison of return to pivoting sports at 1 year in anterior cruciate ligament-injured patients after a nonoperative versus an operative treatment course. *The American journal of sports medicine*, 40(11), 2509-2516.
27. Häggglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., i Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British journal of sports medicine*, 47(12), 738-742.
28. Heckmann, T. P., Barber-Westin, S. D., & Noyes, F. R. (2006). Meniscal repair and transplantation: indications, techniques, rehabilitation, and clinical outcome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(10), 795-814.
29. Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Quarrie, K. L., i Hume, P. A. (2007). Risk factors and risk statistics for sports injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(3), 208-210.

30. Hoppe, M. W., Brochhagen, J., Baumgart, C., Bauer, J., i Freiwald, J. (2017). Differences in anthropometric characteristics and physical capacities between junior and adult top-level handball players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(4).
31. Hornstrup, T., Løwenstein, F. T., Larsen, M. A., Helge, E. W., Póvoas, S., Helge, J. W., ... i Krstrup, P. (2019). Cardiovascular, muscular, and skeletal adaptations to recreational team handball training: a randomized controlled trial with young adult untrained men. *European journal of applied physiology*, 119(2), 561-573.
32. Junge, A., Langevoort, G., Pipe, A., Peytavin, A., Wong, F., Mountjoy, M., ... i Dvorak, J. (2006). Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *The American journal of sports medicine*, 34(4), 565-576.
33. Junge, A., Engebretsen, L., Mountjoy, M. L., Alonso, J. M., Renström, P. A., Aubry, M. J., i Dvorak, J. (2009). Sports injuries during the summer Olympic Games 2008. *The American journal of sports medicine*, 37(11), 2165-2172.
34. Karcher, C., i Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports medicine*, 44(6), 797-814.
35. Kniubaite, A., Skarbalius, A., Clemente, F. M., i Conte, D. (2019). Quantification of external and internal match loads in elite female team handball. *Biology of sport*, 36(4), 311.
36. Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Iwasa, J., Myklebust, G., Engebretsen, L., ... i Krosshaug, T. (2010). Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *The American journal of sports medicine*, 38(11), 2218-2225.
37. Lai, C. C., Ardern, C. L., Feller, J. A., i Webster, K. E. (2018). Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *British journal of sports medicine*, 52(2), 128-138.
38. Langevoort, G., Myklebust, G., Dvorak, J., i Junge, A. (2007). Handball injuries during major international tournaments. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(4), 400-407.
39. Laver, L., Landreau, P., Seil, R., i Popovic, N. (Eds.). (2018). *Handball Sports Medicine: Basic science, injury management and return to sport*. Springer.
40. Luig, P., Krutsch, W., Nerlich, M., Henke, T., Klein, C., Bloch, H., ... i Achenbach, L. (2018). Increased injury rates after the restructure of Germany's national second league of team handball. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(7), 1884-1891.

41. Manchado, C., Tortosa Martínez, J., Pueo, B., Cortell Tormo, J. M., Vila, H., Ferragut, C., ... i Chiroso Ríos, L. J. (2020). High-performance handball player's time-motion analysis by playing positions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6768.
42. Matthys, S. P., Franssen, J., Vaeyens, R., Lenoir, M., i Philippaerts, R. (2013). Differences in biological maturation, anthropometry and physical performance between playing positions in youth team handball. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1344-1352.
43. Mayer, C., Rühlemann, A., i Jäger, M. (2019). Verletzungen und deren Prävention beim Handball. *Der Orthopäde*, 48(12), 1036-1041.
44. Michalsik, L. B., i Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 878-891.
45. Mónaco, M., Rincón, J. A. G., Ronsano, B. J. M., Whiteley, R., Sanz-Lopez, F., i Rodas, G. (2019). Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biology of sport*, 36(1), 67.
46. Mónaco, M., Rincón, J. A. G., Ronsano, J. B. M., Til, L., Drobnic, F., Vilardaga, J. N., ... i Rodas, G. (2014). Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(181), 11-19.
47. Møller, M., Nielsen, R. O., Attermann, J., Wedderkopp, N., Lind, M., Sørensen, H., i Myklebust, G. (2017). Handball load and shoulder injury rate: a 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. *British journal of sports medicine*, 51(4), 231-237.
48. Myklebust, G., Holm, I., Mæhlum, S., Engebretsen, L., i Bahr, R. (2003). Clinical, functional, and radiologic outcome in team handball players 6 to 11 years after anterior cruciate ligament injury: a follow-up study. *The American journal of sports medicine*, 31(6), 981-989.
49. Nikolaidis, P. T., i Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *Journal of human kinetics*, 38, 115.
50. Padua, D. A., DiStefano, L. J., Hewett, T. E., Garrett, W. E., Marshall, S. W., Golden, G. M., ... i Sigward, S. M. (2018). National Athletic Trainers' Association position statement: prevention of anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 53(1), 5-19.



51. Paterno, M. V., Schmitt, L. C., Ford, K. R., Rauh, M. J., Myer, G. D., Huang, B., i Hewett, T. E. (2010). Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *The American journal of sports medicine*, 38(10), 1968-1978.
52. Rafnsson, E. T., Valdimarsson, Ö., Sveinsson, T., i Árnason, Á. (2019). Injury pattern in Icelandic elite male handball players. *Clinical journal of sport medicine*, 29(3), 232-237.
53. Raya-González, J., Clemente, F. M., Beato, M., i Castillo, D. (2020). Injury profile of male and female senior and youth handball players: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 17(11), 3925.
54. Reckling, C., Zantop, T., i Petersen, W. (2003). Epidemiology of injuries in juvenile handball players. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 17(3), 112-117.
55. Sadoghi, P., von Keudell, A., i Vavken, P. (2012). Effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention training programs. *JBJS*, 94(9), 769-776.
56. Seil, R., Rupp, S., Tempelhof, S., i Kohn, D. (1998). Sports injuries in team handball. *The American journal of sports medicine*, 26(5), 681-687.
57. Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D. B., i Hewett, T. E. (2015). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *British journal of sports medicine*, 49(5), 282-289.
58. Taylor, J. B., Waxman, J. P., Richter, S. J., i Shultz, S. J. (2015). Evaluation of the effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention programme training components: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 49(2), 79-87.
59. Toohey, L. A., Drew, M. K., Cook, J. L., Finch, C. F., i Gaida, J. E. (2017). Is subsequent lower limb injury associated with previous injury? A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 51(23), 1670-1678.
60. van Melick, N., van Cingel, R. E., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hulleger, W., i Nijhuis-van der Sanden, M. W. (2016). Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1506-1515.

61. Waldén, M., Hägglund, M., i Ekstrand, J. (2006). High risk of new knee injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury. *British journal of sports medicine*, 40(2), 158-162.
62. Webster, K. E., i Feller, J. A. (2016). Exploring the high reinjury rate in younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 44(11), 2827-2832.
63. Wiggins, A. J., Grandhi, R. K., Schneider, D. K., Stanfield, D., Webster, K. E., i Myer, G. D. (2016). Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 44(7), 1861-1876.
64. Williams, G. N., Chmielewski, T., Rudolph, K. S., Buchanan, T. S., i Snyder-Mackler, L. (2001). Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 31(10), 546-566.