Mehanizmi nastanka ozljede i rehabilitacija nakon rupture prednje ukrižene sveze u nogometaša

Rođak, Velimir

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:501525

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Velimir Rođak

MEHANIZMI NASTANKA OZLJEDE I REHABILITACIJA NAKON RUPTURE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE U NOGOMETAŠA

(diplomski rad)

Mentor:

doc. dr. sc. Lidija Petrinović

Zagreb, rujan 2015.

Sažetak

MEHANIZMI NASTANKA OZLJEDE I REHABILITACIJA NAKON RUPTURE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE U NOGOMETAŠA

Ruptura prednje ukrižene sveze danas je jedna od najčešćih ozljeda u nogometu koja zahtjeva dug i naporan proces oporavka. Može nastati kontaktnim ili, češće, nekontaktnim mehanizmom. Ova ozljeda za nogometaša znači gubitak velikog dijela sezone jer slijedi operacija rekonstrukcije ligamenta nakon koje dolazi rehabilitacijski proces u trajanju od najmanje šest mjeseci. Cilj ovog rada je prikazati anatomiju koljena, najčešće rizične faktore i mehanizme nastanka ove ozljede u nogometu, kao i prikazati najvažnije elemente svake faze rehabilitacijskog procesa sve do povratka u natjecateljski nogomet.

Ključne riječi: koljeno, ACL, nogomet, ozljeda, mehanizam, rehabilitacija, kineziterapija

Summary

INJURY MECHANISMS AND REHABILITATION AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE IN SOCCER

Anterior cruciate ligament rupture is nowadays one of the most common injuries in soccer that requires long and heavy recovery process. It can appear with contact or, more often, non-contact mechanism. For soccer player, this injury means a loss of big part of the season because player needs to have ligament reconstruction surgery after which follows rehabilitation process that takes at least six months. The aim of this work is to describe knee anatomy, most common risk factors and injury mechanisms of ACL rupture in soccer, and also to show the most important elements of every rehabilitation phase till the comeback to competitive soccer.

Key words: knee, ACL, soccer, injury, mechanism, rehabilitation, kinesitherapy

Sadržaj

1. UVOD……...4

2. ANATOMIJA KOLJENOG ZGLOBA……....6
2.1. Statički stabilizatori……7
2.2. Dinamički stabilizatori……9

3. PREDNJA UKRIŽENA SVEZA……10

4. RIZIČNI FAKTORI NASTANKA OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE U NOGOMETU……12

5. MEHANIZMI NASTANKA OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE U NOGOMETAŠA……..14

6. PREVENCIJA OD OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE U NOGOMETU……17

7. REHABILITACIJA NAKON OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE U NOGOMETAŠA……..18
7.1. Preoperativna rehabilitacija……...18
7.2. Postoperativna rehabilitacija……..19

8. ZAKLJUČAK……25

9. LITERATURA……26

1. Uvod

Nogomet je danas jedan od najpopularnijih sportova na svijetu u kojem se iz dana u dan povećava količina uloženih materijalnih sredstava. Kako se povećavaju sredstva uložena u nogomet, marketing i količina ljudi koji ga prate, tako se povećavaju i zahtjevi postavljeni pred nogometaše. Iz tog razloga nogometna igra i sami nogometaši doživljavaju konstantan napredak, kako u tehničkom i taktičkom smislu tako i u kondicijskom smislu. Nogomet je definiran kao polistrukturalan acikličan sport s visokom razinom kompleksiteta (Tomaško, 2011). To je dinamična igra gdje igrači tijekom natjecateljskog podražaja istrčavaju kratke i duge dionice različitom brzinom, učestalo mijenjaju smjer kretanja, dodaju loptu, šutiraju, ulaze u kontakt s protivničkim igračima itd.(Ajman, 2014). Iz samo nekoliko navedenih tipičnih situacija u nogometu vidljiv je njegov kompleksitet stoga ne čudi ogroman prostor za razvoj u smislu kondicijske pripreme, ali i velika mogućnost ozljeđivanja uzrokovana ponajprije velikim naporima i velikom količinom akumuliranog umora, kako u okviru jedne nogometne utakmice tako i u okviru cijelog jednog višemjesečnog ili godišnjeg makrociklusa.

Ozljede se definiraju kao svako oštećenje tkiva nastalo u određenom i ograničenom vremenu, a najčešće su ozljede lokomotornog sustava (Matijevac, 2014). One su česta pojava u sportskoj karijeri koja sportaše na neko vrijeme odvaja od natjecanja i treninga. Danas stručnjaci, koji se bave kondicijskom pripremom, pokušavaju definirati etiologiju najčešćih ozljeda i na temelju toga implementirati efektivan preventivni program u ukupni plan i program treninga kako bi se ozljede, odnosno njihova učestala pojavnost svela na minimum.

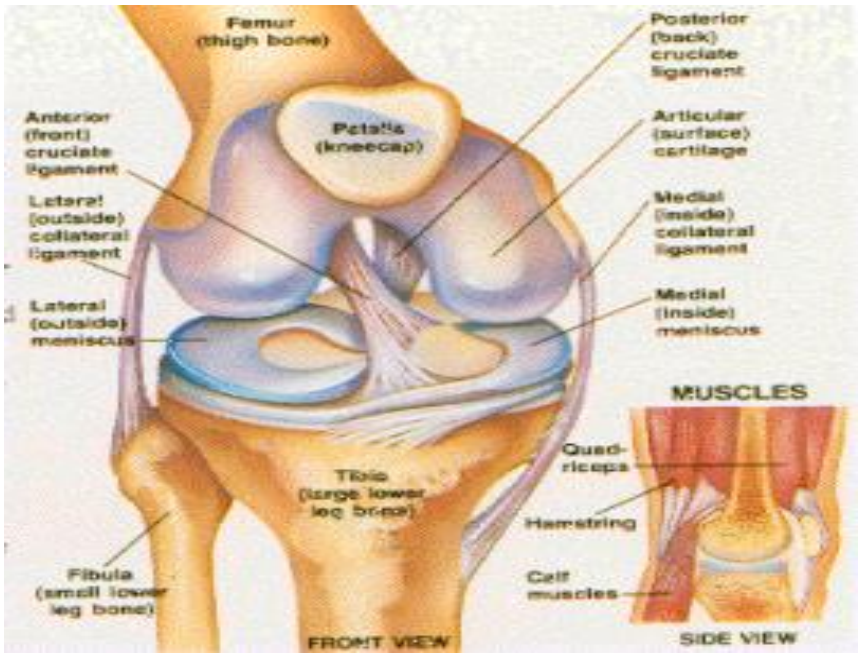
Prema istraživanjima provedenim u zadnjih nekoliko godina najčešće ozljede u nogometu su one donjih ekstremiteta, posebice ozljede gležnja i koljena (Ajman, 2014). Prema službenom istraživanju krovne europske nogometne organizacije UEFA-e o pojavnosti i obrascima ozljeđivanja u profesionalnom nogometu, 87% svih ozljeda u nogometu vezano je uz donje ekstremitete (Ekstrand, 2009), dok prema Baščevanu (2010), 40% svih ozljeda u nogometu otpada na koljenski zglob.

Koljenski zglob ima svoju neizostavnu funkciju u nogometu, sudjeluje u svakom pokretu i njegova aktivnost je neizostavna u svakom dijelu nogometne utakmice ili treninga stoga je logičan velik broj ozljeda upravo u tom zglobu. Od najučestalijih ozljeda koljena, u svim medicinskim i sportskim člancima, najviše spominjana ozljeda jest ruptura prednjeg križnog ligamenta (Lohmander, 2004). To je ozljeda koja je vrlo česta, 40% svih ozljeda koljena čine upravo rupture prednje ukrižene sveze (Filipi i sur. 2013; prema Childs, 2002). Specifično je da u vrlo malom broju slučaja ta ozljeda dolazi sama već do nje često dolazi u kombinaciji sa oštećenjem nekog drugog segmenta koljenog zgloba, najčešće medijalnog meniskusa. Najveći je problem što rehabilitacija nakon operativnog zahvata rekonstrukcije prednje ukrižene sveze traje najmanje 6 mjeseci, u nekim slučajevima i do 9 mjeseci ovisno o fizičkoj pripremljenosti sportaša i kvaliteti provedbe preoperativne i postoperativne rehabilitacije.

Da bi se rehabilitacija i prevencija ozljede mogle kvalitetno provesti potrebno je poznavati anatomiju zgloba, mehanizme i uzroke nastanka ozljede kao i specifičnosti kretnih struktura i situacija u pojedinom sportu stoga će upravo o tome biti riječ u nastavku diplomskog rada.

2. Anatomija koljenog zgloba

Koljeni zglob definitivno je jedan od najvećih i najkorištenijih zglobova u ljudskom organizmu. To je zglob u kojem se uzglobljuje donji dio bedrene kosti s gornjim dijelom goljenične kosti. Uz navedene dvije, treća koštana struktura koja pripada ovom zglobu jest patelarna kost (iver) koja se nalazi s prednje strane zgloba i oslanja se na prednju stranu bedrenih kondila (Matijevac, 2014). Što se tiče složenosti i količine struktura koje ga sačinjavaju koljeno je definitivno najsloženiji zglob u tijelu.



Slika 1. Anatomska građa koljena s navedenim osnovnim strukturama

(Izvor: http://hfboards.hockeysfuture.com/showthread.php?t=506209)

Važno je napomenuti da je koljeno primarno stabilan zglob. Njegove kretnje svojom funkcijom i građom osiguravaju statički (pasivni) i dinamički (aktivni) stabilizatori.

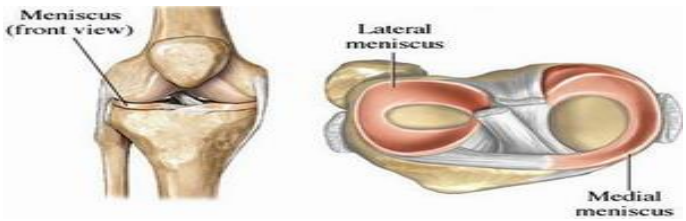
2.1.Statički stabilizatori

Statički stabilizatori koljenog zgloba su: ligamenti, meniskusi, kosti te zglobna čahura.

Ligamenti koji se nalaze u koljenu jesu medijalna kolateralna sveza, lateralna kolateralna sveza, prednja ukrižena sveza i stražnja ukrižena sveza. Oni su građeni od kolagenih vlakana koja su iskrižana s ciljem čvrstoće ligamenta i stabilizacije kostiju u koljenom zglobu.

Kolateralni ligamenti stabiliziraju zglob u ekstenziji. U tom položaju oni sprječavaju antefleksiju, unutarnju i vanjsku rotaciju te abdukciju i adukciju koljena (Matijevac, 2014). Prednja i stražnja ukrižena sveza osiguravaju stalnu povezanost zglobnih površina. Prilikom ekstenzije napetija je prednja, a prilikom fleksije stražnja ukrižena sveza (Jozanović, 2007).

Meniskusi su dvije vezivnohrskavične polumjesečaste pločice koje se nalaze u koljenu (medijalni i lateralni). Uloga im je da osiguraju kongruentnost (sukladnost) zglobnih tijela i povećavaju dodirne površine zglobnih tijela čime ravnomjerno raspoređuju pritisak koji se prenosi s femura na tibiju. Ublažavaju udarce prilikom doskoka ili trčanja te tako štite zglobnu hrskavicu, dodatno stabiliziraju koljeno, te ravnomjerno raspoređuju sinovijalnu tekućinu. U slučaju odstranjenja meniskusa dolazi do smanjenja dodirnih površina zglobnih tijela što uzrokuje gubitak ravnomjerne raspodjele opterećenja, uz povećanja pritiska na zglobnu hrskavicu, što ima za posljedicu degenerativne poremećaje zgloba. Uz to meniscektomija (operativni zahvat uklanjanja meniskusa) kod osoba sa rupturiranim prednjim križnim ligamentom znatno povećava nestabilnost koljena.



Slika 2. Prikaz oblika i položaja meniskusa u koljenom zglobu

(Izvor: http://www.novinky.cz/zena/zdravi/80736-artroskopie-nejen-pro-vrcholove-sportovce.html)

Kosti koljenog zgloba su bedrena kost (femur), goljenična kost (tibia), lisna kost (fibula) i iver (patella).

Bedrena je kost najduža i najveća kost u čovjekovu tijelu koja kreće od zgloba kuka i završava u koljenom zglobu gdje se uzglobljuje s gornjim dijelom goljenične kosti. Donji dio bedrene kosti proširen je i spljošten te završava velikim zaobljenim glavicama među kojima je duboka međuzglavačna jama (fossa intercondylaris), (Matijevac 2014; prema Keros, 1997).

Goljenična kost je kost potkoljenice koja preuzima silu s bedrene kosti i prenosi ju na stopalo.

Lisna kost je tanja potkoljenična kost koja se uzglobljuje sa goljeničnom kosti ispod lateralnog zaglavka.

Iver je kost noge klinasta oblika, koja je uzglobljena sa bedrenom kosti, a prekriva i štiti koljeni zglob. To je najveća sezamska kost u ljudskom tijelu i nalazi se u tetivi četveroglavog bedrenog mišića. Glavna funkcija ivera je povećanje ekstenzije potkoljenice u koljenom zglobu gdje kost djeluje kao poluga koja povećava kut pod kojim tetiva može djelovati.



Slika 3. Kosti koljenog zgloba

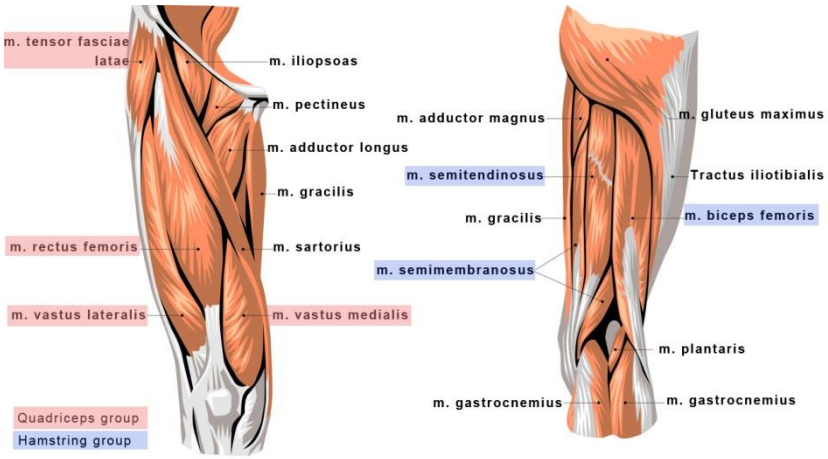
(Izvor: http://pixshark.com/knee-joint-bones.htm)

2.2.Dinamički stabilizatori

Dinamički stabilizatori koljena su mišići i tetive. Mišići o kojima ovisi funkcija koljenog zgloba su četveroglavi mišić natkoljenice (m. quadriceps femoris), mišići stražnje strane natkoljenice; polutetivni mišić (m. semitendinosus), poluopnasti mišić (m. semimembranosus) i dvoglavi mišić natkoljenice (m. biceps femoris), krojački mišić (m. sartorius), troglavi goljenični mišić (m. triceps surae) i zakoljeni mišić (m. popliteus).

Svaki od ovih mišića ima svoju neizostavnu funkciju u koordinaciji rada koljenog zgloba stoga je potrebno tjelesnim vježbanjem osigurati adekvatnu jakost i fleksibilnost svakog od ovih mišića kako bi smanjili mogućnost ozljede u zglobu, ali isto tako i u samim mišićima.

Tetive su poveznica mišića i kosti. One su sačinjenje od kolagenih vlakana ali su njihova vlakna postavljena paralelno, dopuštajući više elastičnosti koja omogućuje mišiću kretanje, tj. njegovo istezanje i skraćivanje, te ih to čini više pogodnima za spajanje mišića na kost. Ozljede tetiva vrlo su slične ozljedama ligamenata stoga ih je ponekad vrlo teško razlikovati bez rendgenske snimke.



Slika 4. Mišići koljenog zgloba

(Izvor: http://www.kneeexercises.net/author/andrew/)

3. Prednja ukrižena sveza

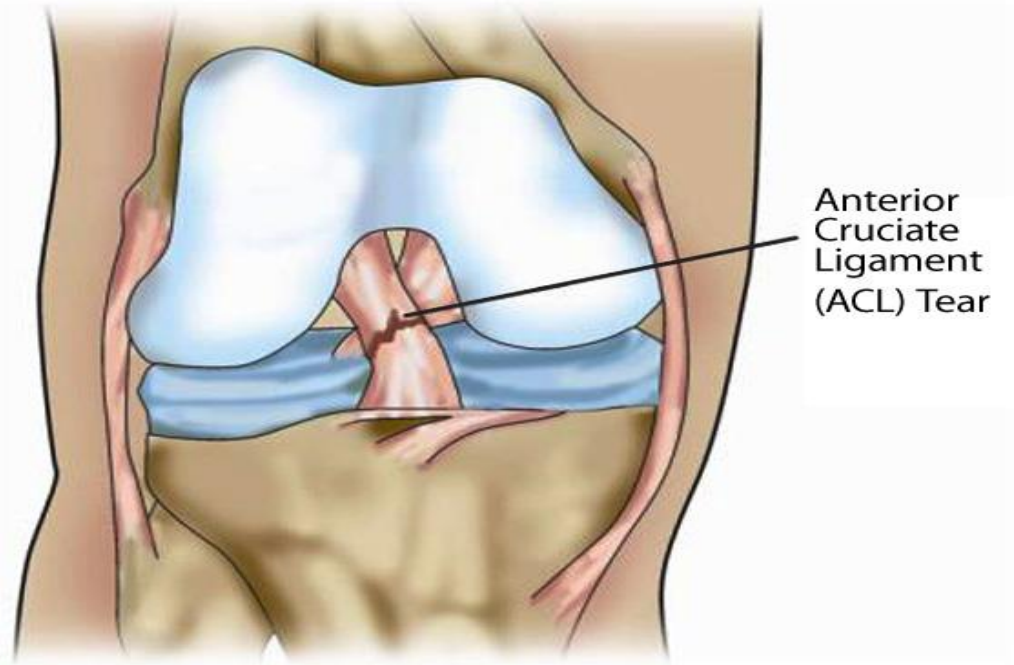
Prednja ukrižena sveza jedan je od statičkih stabilizatora koljena. Ona ima polazište na posteromedijalnom dijelu međuzglavične jame bedrene kosti i hvata se na anterolateralnom dijelu gornje plohe goljenične kosti i zavijena je oko svoje osi. U prosjeku je dugačka 38, a debela 10 milimetara. Građena je od anteromedijalnog i posterolateralnog vlakna koja mogu podnijeti velika opterećenja. Anteromedijalni je dio napet pri pokretima fleksije dok je posterolateralni napet prilikom ekstenzije. Zadaća obaju vlakana jest sprječavanje prevelike anteriorne translacije tibije s tim da se važnost prednje ukrižene sveze u prevenciji navedene kretnje tibije smanjuje s povećanjem stupnja fleksije u koljenom zglobu. Ostale funkcije LCA su ograničavanje unutarnje rotacije potkoljenice, sprječavanje vanjske rotacije potkoljenice, sprječavanje valgus i varus položaja koljena i kontrola „screw-home“ mehanizma (rotacija tibije u odnosu na femur), (Jozanović, 2007).

Ruptura prednje križne sveze postala je jedan od najozbiljnijih zdravstvenih problema i jedna od najučestalijih ozljeda uopće, u sportu. Ovakva ozljeda se u sportaša liječi uglavnom kirurški, tako da je danas jedna od najčešćih operacija ortopedskih kirurga koji liječe sportske ozljede upravo rekonstrukcija prednje ukrižene sveze. Cilj rekonstrukcije prednje ukrižene sveze je uspostava prijašnje i kompletne stabilnosti koljena uz urednu mišićnu funkciju i punu pokretljivost koljena. Da bi to postigli, kirurzi rekonstruiraju prekinutu prednju ukriženu svezu uglavnom koristeći dvije vrste autotransplantata: kost-patelarna tetiva-kost (bonepatellar tendon-bone - PAT) i tetive hamstringsa (STG), (Kasović, 2009). Najnovija istraživanja ne pokazuju veliku razliku između ovih dvaju metoda osim što se nakon nekoliko godina javlja veća količina artitičnih promjena u osoba kod kojih se rekonstrukcija prednje ukrižene sveze radila ugradnjom patelarne tetive.

Ozljede prednje ukrižene sveze najučestalije su u sportskim igrama (košarka, rukomet, odbojka i nogomet). Razlog tome je kompleksitet navedenih sportova. To su aciklični sportovi kompleksne strukture gdje uz mnoštvo različitih kretnji koje sportaš mora izvesti tijekom igre, postoji još i otežavajući faktor prisutnosti protivničkih igrača. Uzimajući u obzir navedeno, poznavajući funkciju prednje ukrižene sveze, sasvim je

logična najveća pojavnost ove ozljede upravo u sportskim igrama. Sama ruptura ACL-a nije toliki problem za sportaša kao što je to dugotrajan proces oporavka i rehabilitacije nakon rekonstrukcije koji traje u prosjeku između 6 i 9 mjeseci.

U nogometu, ozljede koljena čine 40% svih ozljeda u trenažnom i natjecateljskom procesu, dok ruptura prednje ukrižene sveze čini 40% svih ozljeda koljena, a 56% do 70% ruptura ACL-a u nogometu su samoizazvane. Funkcioniranje rada koljena, odnosno prednje ukrižene sveze najviše ovisi o omjeru jakosti između agonista i antagonista, u ovom slučaju to su mišići prednje i stražnje strane natkoljenice. Nesrazmjer između jakosti ovih dvaju skupina mišića najčešći je uzrok nekontaktne rupture prednje ukrižene sveze. Jakost mišića stražnje strane natkoljenice trebala bi biti 60-100% jakosti mišića prednje strane natkoljenice (Baščevan, 2010). Uz navedeni, postoji još mnogo rizičnih faktora i mehanizama nastanka ove ozljede u nogometu o kojima će više riječi biti u nastavku.



Slika 5. Prikaz položaja i rupture prednje ukrižene sveze

(Izvor: http://www.orthospinenews.com/restriction-in-hip-internal-rotation-is-associated-with-an-increased-risk-of-acl-injury/)

4. Rizični faktori nastanka ozljede prednje ukrižene sveze u nogometu

Općenito se rizični faktori nastanka bilo koje ozljede mogu podijeliti na unutarnji i vanjske. Bitno je uzeti u obzir da svaka ozljeda nije posljedica postojanja jednog, već je posljedica većeg broja potencijalnih rizičnih faktora, dakle ona je najčešće uzrokovana interakcijom više čimbenika što znači da je priroda nastanka ozljede ACL-a multifaktorska (Gregov, 2014,; prema Schulz, 2008).

Unutrašnji rizični faktori podrazumijevaju inidividualne biološke, fiziološke i psihosociološke karakteristike sportaša dok vanjski faktori rizika podrazumijevaju specifičnost trenažnog i natjecateljskog procesa, uvjete u kojima se sportska aktivnost provodi, opremu koja sportaš koristi i sl.(Matijevac, 2014;, prema Bahtijarević, 2008).

Unutrašnji rizični faktori dijele se na fizičke karakteristike i psihičke faktore. Pod fizičkim karakteristikama koje utječu na pojavnost ozljede prednje ukrižene sveze podrazumijevamo dob, spol, zdravstveni status, razinu kondicijske pripremljenosti, anatomija i razina usvojenosti specifičnih kretnji za pojedini sport. Psihički faktori koji utječu na pojavnost ozljede ACL-a su motivacija, borbenost, percepcija rizične situacije i spremnost prihvaćanja rizika (Janković, Trošt, 2006; prema Bahr, Krosshaug, 2005).

Postoji i podjela faktora koji utječu na pojavu ozljede prednje ukrižene sveze u šest kategorija;

1) neuromuskularni (veliki abdukcijski moment sile, omjer jakosti hamstringa i kvadricepsa, veći valgus u koljenu, kontralateralne razlike u valgus kutu koljena i povećani kut addukcije u kuku),
2) anatomski (duljina natkoljenice, smanjena veličina interkondilarnog čvora femura, smanjena dubina konkaviteta medijalnog tibijalnog platoa, povećani nagib tibijalnih platoa) (Gregov i sur. 2014, prema Myer i sur. 2011; Smith i sur. 2012),
3) hormonalni (pri vršnim vrijednostima estrogena tijekom menstrualnog ciklusa i pri vršnim vrijednostima progesterona u žena prednji križni ligament iskazuje povećanu labavost) (Gregov i sur. 2014, prema Heitz i sur. 1999),

4) genetski (ozljede ACL-a u obitelji),
5) kognitivni (vizualna i verbalna memorija) i
6) ekstrinzični (vremenski uvjeti, podloga, obuća i sl.) (Gregov i sur. 2014).

Spol je definitivno najveći rizični faktor za nastanak ozljede prednje ukrižene sveze. Mnoštvo istraživanja pokazuje da je učestalost ozljede ACL-a puno veća u ženskome nego u muškom sportu. Postoje istraživanja koja kažu da su sportašice čak četiri do osam puta izloženije ozljedi ACL-a nego muškarci (Gregov 2014.; prema Hewett, 2007). Razlog tome su šira zdjelica, već rotacija u zglobu kuka, anatomski položaj natkoljenične kosti, anatomski položaj kostiju potkoljenice, hiperekstenzija koljenog zgloba i uže udubljenje u mjestu hvatišta prednje ukrižene sveze (Matijevac, 2014; prema Harmon i Ireland, 2000).

Jedan od najvećih problema modernog sporta je povećanje broja ozljeda mladih sportaša. Upravo u tom kontekstu je dob jedan od rizičnih faktora za ozljeđivanje jer je sve veći broj mladih kod kojih dolazi do rupture ACL-a. Međutim, prednost je što mlađi sportaši lakše prolaze proces rehabilitacije i u većem se postotku vraćaju sportskoj aktivnosti nego stariji. Prema istraživanju Bjordala i suradnika na 176 nogometaša s rekonstrukcijom prednje ukrižene sveze, samo 22.9 % nogometaša starijih od 34 godine vratilo se na isti nivo natjecanja na kojem su bili prije ozljede.

U kontekstu nogometa vrijede svi dosad navedeni rizični faktori. Dakle, uz već objašnjene dob i spol, postoje istraživanja koja govore o povezanosti povećane vrijednosti indeksa tjelesne mase s pojavom rupture prednje ukrižene sveze (Hewett, Myer, 2006).

Postoje također istraživanja koja govore o velikom utjecaju ekstrinzičnih faktora na ozljedu prednje ukrižene sveze. Orchard i suradnici (2003) su došli do zaključka da je hladno vrijeme povezano s manjom pojavnosti ozljeda donjih ekstremiteta u sportovima koji se igraju na otvorenom uključujući i nogomet.Arnason i suradnici (1996) su ustvrdili povećan postotak ozljeda ACL-a kod nogometaša na umjetnoj travi u odnosu na prirodnu travu. Unatoč navedenom istraživanju, postoji nekolicina drugih koja su pokazala da ne postoji statistički značajna razlika u pojavnosti rupture prednje ukrižene sveze u nogometu između umjetne i prirodne trave (Alentorn-Geli, Myer, 2009).

5. Mehanizmi nastanka ozljede prednje ukrižene sveze u nogometaša

Mehanizmi nastanka ozljeda u sportu predstavljaju načine na koji se neka ozljeda dogodila. Sam opis mehanizama ozljeđivanja može uključivati različite informacije vezane uz samu situaciju u igri, ponašanje igrača i protivničkog igrača te opis pokreta u zglobovima kao i nastalih opterećenja (Gregov, 2013). Mehanizam ozljeđivanja trebao bi opisivati:

- ključne aspekte sportske situacije, tj. specifičnu tehniku i taktiku
- ponašanje ozlijeđenog i protivničkog igrača (kvalitativni opis sportaševih kretnji i interakciju s protivnikom)
- grube biomehaničke karakteristike (opis biomehanike cijelog tijela)
- detaljne biomehaničke karakteristike (opis biomehanike zglobova/tkiva) (Gregov, Jukić, 2014; prema Bahr, Krosshaug, 2005).

Ozljede koljena mogu nastati pri direktnom kontaktu sa suigračem ili protivničkim igračem, ali i bez kontakta prilikom aktivnosti kao što su skakanje, doskok, promjena smjera kretanja i deceleracija (Ajman, Utješinović, 2014; prema Schnurrer, 2008). Dakle najčešća podjela mehanizama nastanka ozljeda jest na kontaktne i nekontaktne mehanizme.

U nogometu se rupture prednje ukrižene sveze događaju najčešće bez kontakta sa protivničkim igračem što znači da dominiraju nekontaktne ozljede prilikom doskoka, naglog zaustavljanja, brze i eksplozivne promjene smjera te usporavanja pri trčanju. Prosjek nekontaktnih ozljeda u nogometu varira između 70 i 84% (Alentorn-Geli, Myer, 2009).

Matijevac (2014) navodi kako doskoke ne bi trebalo izvoditi na puno stopalo u uspravnom stavu s koljenima u punoj ekstenziji. Tijekom zaustavljanja ili deceleracija jaka ekscentrična kontrakcija prednjeg natkoljeničnog mišića s kukom i koljenom u ekstenziji može rezultirati jakim silama istezanja, koje izazivaju puknuće prednje ukrižene sveze (uspravan stav tijela poboljšava biomehaničke uvjete pod kojima djeluje prednji natkoljenični mišić, a mišiće stražnje strane natkoljenice stavlja u lošiji položaj

za njihovo djelovanje dok u flektiranom koljenu stražnja strana natkoljeničnih mišića aktivnije djeluje na tibiju i ne dopušta njenu prednju translaciju što predstavlja kvalitetniji obrazac zaštite prednje ukrižene sveze.

Pri naglom mijenjanju smjera je koljeno izloženo većem valgus položaju što također povećava mogućnost ozljede prednje ukrižene sveze (Matijevac 2014; prema Vrbanić i sur. 2007).

Na temelju mnoštva istraživanja uzetih u obzir, Alentorn-Geli i suradnici (2009) došli su do nekoliko zaključaka o nastanku rupture ACL-a u nogometu :

- promjena smjera u kombinaciji s deceleracijom, doskoci s koljenom u, ili blizu, pune ekstenzije i okretanje s koljenom u ekstenziji i fiksiranim stopalom podrazumijevaju koljeno u valgus ili varus poziciji, unutarnju ili vanjsku rotaciju koljenog zgloba i prednju translaciju tibije što u velikom broju slučajeva dovodi do rupture ACL-a
- sila koja utječe na poziciju prednje translacije tibije je izolirano najštetnija sila koja može utjecati na rupturu ACL-a
- najčešći nekontaktni mehanizam rupture prednje ukrižene sveze je deceleracija s koljenom u ekstenziji i unutarnjoj rotaciji s težinom tijela na stajnoj nozi i stopalom fiksiranim na podlozi.



Slika 6. Prikaz valgus pozicije desnog koljena kao jednog od najčešćih mehanizama nastanka rupture ACL-a
(Izvor: http://as.com/diarioas/2014/03/18/english/1395175541_051196.html)

Kontaktne ozljede prednje ukrižene sveze u nogometu rjeđe su od nekontaktnih, a najčešće se događaju u dvobojima s protivničkim igračima kada je vanjska sila jača od sile koju mogu prouzročiti mišići i ligamenti kako bi koljeni zglob ostao stabilan.



Slika 7. Prikaz valgus položaja lijevog koljena kao posljedice kontakta tijekom nogometne igre što je za posljedicu imalo rupturu prednje ukrižene sveze

(Izvor: http://imgkid.com/falcao-injury-2014.shtml)

6. Prevencija od ozljede rupture prednje ukrižene sveze u nogometu

Kao što je spomenuto ozljede ACL-a su sve češća pojava u nogometu tako da kondicijski treneri i nogometni stručnjaci pokušavaju pronaći adekvatan prevencijski program s ciljem smanjenja pojave ruptura prednje ukrižene sveze. Iako je nemoguće konstruirati sustav vježbanja koji sa stopostotnom sigurnošću otklanja mogućnost pojave ove ozljede, postoje metode i principi konstrukcije preventivnog treninga koji mogu statistički značajno smanjiti učestalu pojavu rupture ACL-a u sportskom kolektivu (Brzić, 2012).

Da bi se polučili najbolji efekti prevencija se mora bazirati na dva principa:

1) procjeni faktora rizika
2) prevencijskim kondicijskim programima (Gregov, Jukić, 2014; prema Myer, 2011).

Dakle, potrebno je detektirati rizične faktore za nastanak ozljeda u nogometu, na temelju tipičnih situacija i kretnih struktura u igri, ali posebice na temelju dijagnostike stanja sportaša.

Postoje definirani programi prevencije od ozljede prednje ukrižne sveze od strane FIFA-e kao što su „FIFA 11+“ i PEP (Prevent injury, enhance performance). „Fifa 11+“ jest cjeloviti program zagrijavanja koji se provodi u početku treninga u trajanju od 20 minuta i sadrži 15 vježbi. Na početku se laganim trčanjem aktivira kardiovaskularni sustav, nakon toga se radi na specifičnim sposobnostima, s naglaskom na stabilnost i jačanje,a na kraju se intenzitet povećava s naglaskom na trčanje i promjene pravca kretanja, karakteristične za nogometnu igru. PEP program traje 20 min, a sastoji se od zagrijavanja, istezanja, jačanja, pliometrijskih vježbi i vježbi agilnosti (Gotal, Kirinić 2015).

Iako navedeni programi pokazuju pozitivne rezultate, preventivni program treba biti individualiziran na temelju dijagnosticiranih deficita pojedinog nogometaša.

7. Rehabilitacija nakon ozljede prednje ukrižene sveze u nogometaša

Rehabilitacija podrazumijeva proces vraćanja već posjedovane sposobnosti nakon neke ozljede. Počinje neposredno nakon ozljeđivanja i traje onoliko dugo koliko to zahtijevaju izgubljene sposobnosti. Postoje tri osnovna cilja rehabilitacije: smanjiti upalu i bol, postići puni opseg pokreta i postići zadovoljavajuću snagu i izdržljivost (Matijevac, 2014; prema Nikolić, 2008). Programi rehabilitacije moraju biti individualizirani jer svaki sportaš drukčije reagira na ozljedu i na podražaj vježbi koje se koriste u procesu rehabilitacije.

Proces rehabilitacije prednje ukrižene sveze ima jednake ciljeve za sve sportaše u prvih nekoliko faza procesa, tek u drugom dijelu procesa rehabilitacije, kad su sve osnovne funkcije koljena na adekvatnoj razini, moguće je programirati proces prilagođen pojedinom sportu. Rehabilitacija ACL-a dijeli su u dvije faze: preoperativna i postoperativna faza. Postoperativna faza dijeli se na nekoliko faza definiranih uglavnom vremenskim intervalima i rezultatima u procesu rehabilitacije. Općenito, cilj cijelog procesa vježbanja nakon ozljede prednje ukrižene sveze je što prije vratiti funkciju koljenog zgloba; što podrazumijeva ponajprije osiguravanje punog opsega pokreta u zglobu, te razvoj jakosti i izdržljivosti mišića koji sudjeluju u samom radu koljenskog zgloba, ali i sinergista, kao što su mišići trupa i zdjelice.

7.1. Preoperativna rehabilitacija

Preoperativna rehabilitacija prednje ukrižene sveze je proces koji traje od trenutka kad se ozljeda dogodila sve do operativnog zahvata rekonstrukcije ACL-a. Cilj ovog dijela rehabilitacije jest ponajprije smanjiti bol i oteklinu , zatim održavati opseg pokreta u zglobu koljena koliko god je to moguće te održavati jakost i izdržljivost muskulature uz održavanje funkcionalnih sposobnosti. Najefikasniji način vježbanja za ovaj dio rehabilitacije koji preporučaju stručnjaci u ovom području jest vožnja sobnog bicikla jer ima trostruku funkciju; djeluje na opseg pokreta koljena, razvija jakost mišića nogu i djeluje na razvoj aerobnih sposobnosti. Vožnja sobnog bicikla preporuča se 2 do 3 puta dnevno po 10- 20 minuta. Uz navedeno preporučaju se ostale vježbe za razvoj

opsega pokreta, kao i vježbe snage koje mogu biti statičke kontrakcije, ali mogu biti i dinamičke sa ili bez vanjskog opterećenja. Vježbe statičkih kontrakcija su najviše usmjerene na održavanje jakosti i opsega mišića prednje strane natkoljenice, dok su dinamičke vježbe usmjerene ka jačanju mišića prednje i stražnje strane natkoljenice kao i mišića trupa i zdjelice.

Bitno je napomenuti i važnost primjene RICE metode u funkciji smanjenja otekline koja podrazumijeva: odmor (Rest), primjenu krioterapije (Ice), kompresiju (Compression) i elevaciju (Elevation). Primjenom ove metode smanjuje se daljnje oštećenja tkiva, smanjuje se krvarenje u tkivu, sprječava se stvaranje hematoma i smanjuje osjećaj boli.

7.2. Postoperativna rehabilitacija

Ovaj dio rehabilitacije počinje prvim danom nakon rehabilitacije. Vrlo je važno ne preskočiti taj prvi dio rehabilitacije u trajanju od 7 do 14 dana kako bi se smanjila atrofija mišića i nepokretljivost zgloba te povećala prokrvljenost u tkivima (Holik, 2011). Model postoperativnog rehabilitacijskog programa koji će u nastavku biti iznesen je model po uzoru na neke programe rehabilitacije dizajnirane od strane vrhunskih stranih i domaćih znanstvenika s nekim prijedlozima autora. Obuhvaća sve najbitnije principe i zakonitosti rehabilitacijskog procesa, naglašeno kineziterapijskog dijela, te navodi sve najbitnije ciljeve svake faze što može biti korisno svakome tko se susreće s rupturom prednje ukrižene sveze, kao i onima koji provode proces oporavka sa sportašima koji su pretrpili navedenu ozljedu. Bitno je napomenuti da su navedeni ciljevi i vježbe kao i vremenski intervali pojedine faze definirani okvirno i nije ih potrebno doslovno shvaćati jer je svaki rehabilitacijski proces individualan i svaki sportaš drukčije prolazi kroz proces oporavka tako da je potrebno vježbe i vrijeme progresije u rehabilitaciji prilagoditi stanju sportaša, a ne se striktno držati uputa.

1. **Faza**

Prva faza rehabilitacijskog procesa započinje dan nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze i traje otprilike dva tjedna. Ciljevi prve faze jesu smanjenje otoka, postizanje pune ekstenzije jednake neoperiranoj nozi, jačanje mišića; dominantno kvadricepsa te fleksija koljena oko 120°.

Kineziterapija:

1. Statičke kontrakcija kvadricepsa sa koljenom u punoj ekstenziji ispruženom na ravnoj podlozi ili, kasnije, podignutom nekoliko centimetara u zrak



Slika 8. Primjer vježbe izometričke kontrakcije kvadricepsa

(Izvor: http://www.farmaciamontesanto.com/i-traumi-del-ginocchio-nello-sport/)

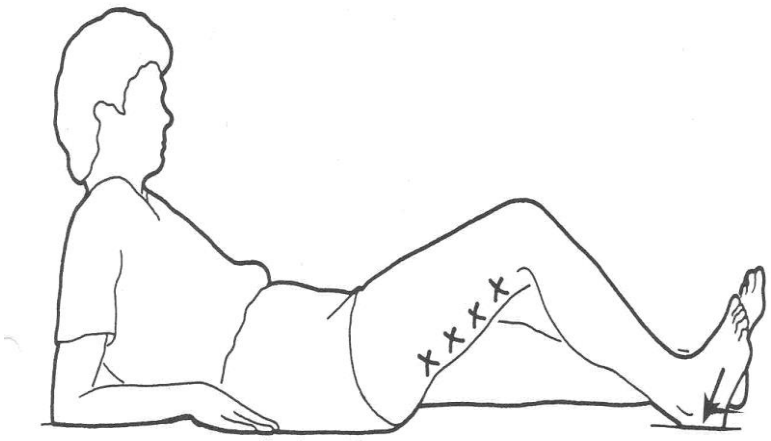
2. Mobilizacija patele u svim smjerovima



Slika 9. Mobilizacija patele

(Izvor: http://memorialhermann.org/)

3. Pasivna ekstenzija sa povišenjem ispod pete
4. Fleksija koljena u sjedu preko ruba kreveta ili u ležanju na leđima privlačenjem pete po podlozi
5. Izometričke kontrakcije mišića stražnje strane natkoljenice



Slika 10. Izometrička kontrakcija hamstringsa

(Izvor: http://picshype.com/isometrics-exercises/isometric-drawin./38374)

6. Jačanje abduktora i adduktora
7. Vježbe jakosti mišića trupa (dinamičke i statičke)

Navedene izometričke vježbe izvoditi 3 do 5 puta dnevno, 10 ponavljanja sa kontrakcijom u trajanju od 5 do 10 sekundi. Vježbe povećanja opsega pokreta izvoditi također 3 do 5 puta dnevno 15 do 20 ponavljanja do granice boli. Svaka dva dana povećati kut u koljenu za cca 5 stupnjeva.

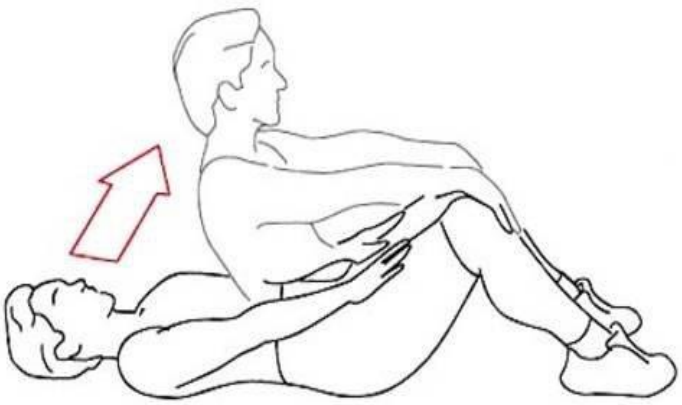
Napomena je da sportaš koristi štake i nosi ortozu.

2. Faza

Ova faza podrazumijeva vremenski interval od 14 dana pa do 4 tjedna od operativnog zahvata. Glavni ciljevi su održati ekstenziju i povećati fleksiju pokreta, zatim daljnji razvoj jakosti mišića, ukloniti oteklinu i bolove i vježbe za ponovnu uspostavu obrasca hodanja.

Kineziterapija:

1. Izometričke vježbe za jačanje kvadricepsa i hamstringsa
2. Vježbe za razvoj jakosti mišića trupa i zdjelice



Slika 11. Primjer vježbe za razvoj jakosti trbušnih mišića

(Izvor: http://blog.lankawebnet.info/2011_06_24_archive.html)

3. Vježbe za povećanje opsega pokreta, posebice fleksije
4. Vježbe hodanja

3. Faza

Treća faza procesa rehabilitacije traje od 4. do 10. tjedna. U ovoj fazi vježbe jakosti dominantno postaju dinamičkog tipa sa postepenom primjenom vanjskog opterećenja. Uz to primjenjuju se vježbe za razvoj propriocepcije. Ukoliko je dosadašnji proces rehabilitacije prošao u skladu s očekivanjima i ako je vraćena struktura normalnog hoda, pri kraju ove faze moguće je početi s laganim pravocrtnim trčanjem. Uz naveden novosti u procesu poželjno je, unatoč napretku, i daljte provoditi neke jednostavnije vježbe iz prethodnih faza kao što su izometričke vježbe koje mogu biti od koristi i u ovoj fazi kada je sportaševa funkcionalnost već na zadovoljavajućoj razini.

Kineziterapija:

1. Dinamičke vježbe jačanja mišića nogu s i bez vanjskog opterećenja
2. Vježbe propriocepcije (na nestabilnoj podlozi; sa dodatnim zadatkom i sl.)
3. Dinamičke i statičke vježbe jačanja trupa
4. Pravocrtno trčanje po ravnoj podlozi

Ova faza je zadnja koju možemo definirati kao bazičnu, dakle koja nema izravne poveznice sa sportom iz kojeg sportaš dolazi, dakle sljedeće dvije faze će biti opisane u kontekstu povratka na nogometni teren.

4. Faza

Ova faza započinje između 10. i 12. tjedna od operacije i završava otprilike 4. mjeseca nakon operacije. Ovo je faza u kojoj se počinje sa primjenom specifičnih kretnji za pojedini sport, a mi ćemo ovdje govoriti o nogometu. Glavni cilj ove faze jest pripremiti sportaša za povratak u nogometne natjecateljske utakmice primjenom specifičnih obrazaca kretanja. Provode se i dalje vježbe iz ranijih faza, ali uz veću brzinu i s većim opterećenjem.

Kineziterapija:

1. Vježbe propriocepcije dominantno na jednoj nozi



Slika 12. Primjer vježbe razvoja propriocepcije povezane sa tehničkim elementom nogometne igre

(Izvor: http://www.physicalmed.gr/multiResEN.php)

2. Vježbe agilnosti (zaustavljanja, ubrzanja, promjene smjera kretanja)
3. Vježbe razvoja tehnike nogometne igre s loptom
4. Sve ostale strukture vježbi navedene u prethodnim fazama
5. Pliometrijske vježbe
6. Razvoj ostalih motoričkih sposobnosti (brzina, preciznost, eksplozivna snaga).

5. Faza

Ova faza započinje uključivanjem nogometaša u regularan trenažni proces sa ostalim suigračima, najčešće 4-5 mjeseci nakon operacije, a završava njegovim povratkom natjecateljskim utakmicama. Glavni ciljevi ove faze jesu povratak samopouzdanja kod nogometaša, uklanjanje straha i aktivno uključivanje u sport-specifične tehničko-taktičke sadržaje punim intenzitetom. Važno je napomenuti važnost pobuđivanja svjesnosti u nogometaša o važnosti provođenja prevencije od ozljede kako bi smanjio mogućnost njenog ponavljanja.

8. Zaključak

Razvojem nogometne igre u smislu zahtjeva koje stavlja pred nogometaše povećava se broj ozljeda u tom sportu jer nogometaši konstantno djeluju na rubu svojih mogućnosti. Kako ozljeda igrača ima negativne reperkusije na momčad, ali i na samog pojedinca, tako je tendencija u razvoju kondicijskih prevencijskih programa smanjiti broj ozljeda, posebice onih kompleksnih, koje zahtijevaju dugoročno izbivanje s travnjaka, kao što je to ruptura prednje ukrižene sveze.

Ruptura prednje ukrižene sveze jest ozljeda koja zahtijeva izbivanje s nogometnog travnjaka najmanje šest mjeseci od operativnog zahvata rekonstrukcije ligamenta. Budući da je to dugačak proces izbivanja, tijekom perioda rehabilitacije potrebno je nogometaševe motoričke i funkcionalne sposobnosti dovesti na što veći nivo kako bi on što spremniji dočekao povratak u utakmice. Isto tako, potrebno je poznavati anatomiju koljena, rizične faktore i najčešće mehanizme nastanka ozljede kako bi se u budućnosti moglo što kvalitetnije pristupiti procesu prevencije.

Ipak, najvažnije je napomenuti da ne postoji univerzalan program rehabilitacije koji je primjenjiv za više pojedinaca, već taj proces mora biti individualiziran u skladu s sportaševim tjelesnim ali i psihičkim stanjem u pojedinim trenutcima, ali isto tako postoje neke znanstveno dokazane smjernice i zakonitosti, kao i vremenski slijed procesa koje je potrebno poštivati, kako bi mogućnost greške ili ponavljanje ozljede sveli na minimum.

9. Literatura

1. Ajman, H., Utješinović, M. (2014). Etiologija nastanka i metode prevencije najučestalijih ozljeda u nogometu. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), Kondicijska priprema sportaša, *Zbornik radova 12. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb*, 21.-22.02. 2014. (str. 356-359). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
2. Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J. i sur. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. U Karlsson, J., Becker, R. (ur.), *Knee surgery sports traumatology arthroscopy*. Barcelona, June 2009. (str. 705-729). Barcelona: Artroscopia G.C., Hospital Quirón.
3. Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H.A., Johannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*, 6, 40–45.
4. As (2014). *Jesé suffers complete tear of anterior cruciate ligament* /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna 2015. s adrese: *http://as.com/diarioas/2014/03/18/english/1395175541_051196.html.*
5. Bašćevan, S., Trošt Bobić, T., Kirin, B. (2010). Oporavak mišića nakon operacije prednje ukrižene sveze koljena metodom po Keneth-Jonesu. Hrvatski športsko-medicinski vjesnik, 25, 92-101.
6. Brzić, D. (2012). Uzroci i prevencija ozljeda u profesionalnom i rekreativnom sportu. (Diplomski rad). Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
7. Ekstrand, J., Hagglund, M., Walden, M. (2009). Injury incidence and injury patterns in professional football - the UEFA injury study. *British journal of sports medicine*, 060582.
8. Farmaciamontesanto (2013). *I traumi del ginocchio nello sport* /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna 2015. s adrese: *http://www.farmaciamontesanto.com/i-traumi-del-ginocchio-nello-sport/).*
9. Filipi, M., Gregov, C., Šalaj, S. (2013). Primjeri uvodno-pripremnih programa treninga za prevenciju ozljeda prednje ukrižene sveze u košarci. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 11. godišnje međunarodne konferencije*, Zagreb, 22.-23.02.2013. (str.292-302).

Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

10. Gotal, S., Kirinić, R.T. (2015). Programi treninga za prevenciju ozljede prednjeg križnog ligamenta kod nogometašica. *Zbornik radova 24. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske*, Poreč, 30.06.-04.07.2015. (str. 215-221). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
11. Gregov, C. (2013). Kondicijska priprema u funkciji prevencije ozljeda prednje ukrižene sveze u sportskim igrama. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), Kondicijska priprema sportaša, *Zbornik radova 11. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb*, 22.-23.02.2013. (str.60-65). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
12. Gregov, C., Jukić, I., Milanović, L. (2014). Kondicijska priprema u funkciji prevencije ozljeda prednje ukrižene sveze. U Jukić, I., Gregov, C. i Šalaj, S. (ur.), Kondicijska priprema sportaša, *Zbornik radova 12. godišnje međunarodne konferencije*, Zagreb, 21.-22.02. 2014. (str. 30-39). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
13. Hewett TE, Myer GD, Ford KR (2006) Anterior cruciate ligament injuries in female athletes, part 1: mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med.* 34. 299–311.
14. Hfboards (2008). General hockey discussion /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna2015.sadrese:*http://hfboards.hockeysfuture.com/showthread.php?t=506209.*
15. Holik, A. (2011). *Funkcionalna rehabilitacija nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze u košarkašica.* (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
16. Imgkid (2014). *Falcao injury* /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna 2015. s adrese: *http://imgkid.com/falcao-injury-2014.shtml.*
17. Janković, S., Trošt, T. (2006). Rizični faktori ozljeđivanja i mehanizmi nastanka sportskih ozljeda. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 4. godišnje međunarodne konferencije*, Zagreb, 24.-25.02.2006. (str.13-20). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

18. Jozanović, V. (2007). *Mogućnosti kinematike u dijagnostici ozljeda prednje ukrižene sveze.* (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
19. Kasović, M., Potočanac, Z., Cifrek, M., Tudor, A., Mejovšek, M. (2009). Razlike u mišićnoj aktivnosti jednu godinu nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljena. *Hrvatski športsko-medicinski vjesnik,* 24; 76-81.
20. Knee exercises (2008). *Knee anatomy* /on line/. S mreže skinuto: 15.rujna 2015. s adrese: *http://www.kneeexercises.net/author/andrew/*
21. Lohmander, L. S., Östenberg, A., Englund, M. and Roos, H. (2004), High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis & Rheumatism,* 50: 3145–3152.
22. Matijevac, T. (2014). *Od ozljede prednje ukrižene sveze do povratka na teren*. (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
23. Memorialhermann (2007). *Patellar mobilization* /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna 2015. s adrese: *http://memorialhermann.org/.*
24. Novinky (2012). *Artroskopie nejen pro vrcholové sportovce* /on line/. S mreže skinuto: 15.rujna 2015. s adrese: *http://www.novinky.cz/zena/zdravi/80736-artroskopie-nejen-pro-vrcholove-sportovce.html.*
25. Orchard, J.W., Powell, J.W. (2003). Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American Football. *Med Sci Sports Exerc*, 35, 1118–1123.
26. Ortho spine news (2012). *Restriction in hip internal rotaton is associated with an increased risk of acl injury* /on line/. S mreže skinuto: 15.rujna 2015. s adrese: *http://www.orthospinenews.com/restriction-in-hip-internal-rotation-is-associated-with-an-increased-risk-of-acl-injury/).*
27. Pećina, M., Bojanić, I., Hašpl, M. (2001). Sindromi prenaprezanja u području koljena. *Simpozij „ Sindromi prenaprezanja sustava za kretanje u radu i športu“,* Zagreb, 22.11.2001. (str. 429-439). Zagreb: Klinika za oprtopediju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
28. Physicalmed (2012). *Rehab exercises* /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna 2015. s adrese: *http://www.physicalmed.gr/multiResEN.php.*

29. Picshype (2006). *Isometric exercises* /on line/. S mreže skinuto: 15. rujna 2015. s adrese: *http://picshype.com/isometrics-exercises/isometric-drawin./38374.*
30. Pixshark (2011). *Knee joint bones* /on line/. S mreže skinuto: 15.rujna 2015. s adrese: *http://pixshark.com/knee-joint-bones.htm.*
31. Reha (2012). *Ligamenti i tetive* /on line/. S mreže skinuto 11. rujna 2015. s adrese: *http://www.reha.hr/cms/ligamenti-i-tetive/.*
32. Skijanje (2004). *Ozljede na skijanju-meniskusi* /on line/. S mreže skinuto 10. rujna 2015. s adrese: *http://www.skijanje.hr/skijanje/prehrana-i-zdravlje/clanak/ozljede-na-skijanju---meniskusi?id=13208.*
33. Tomaško, J., Šokičić, M., Bašić, D. (2011). Utjecaj umora na preciznost u nogometu. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 9. godišnje međunarodne konferencije*, Zagreb, 25.-25.02.2011. (str.187-190). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.