

Univerzitet u Novom Sadu

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja



Master rad

# Učestalost, lečenje i prevencija povreda prednjeg ukrštenog ligamenta kod fudbalera

Student:

Milan Topić M21/21

Mentor:

Prof. Dr Borislav Obradović

## Sadržaj

Uvod .....	3
Anatomija kolena i funkcija prednjeg ukrštenog ligamenta .....	4
Povrede prednjeg ukrštenog ligamenta u fudbalu .....	6
Epidemiologija povreda prednjeg ukrštenog ligamenta u fudbalu .....	6
Mehanizam povrede prednjeg ukrštenog ligamenta .....	8
Faktori rizika .....	11
Dijagnostika povrede prednjeg ukrštenog ligamenta .....	15
Lečenje povreda prednjeg ukrštenog ligamenta .....	18
Prevenција povreda prednjeg ukrštenog ligamenta kod fudbalera.....	21
Primarna prevencija.....	21
Sekundarna prevencija.....	23
Neuromišićni trening – procena i program rehabilitacije .....	26
Zaključak .....	34
Literatura .....	35

## Uvod

Povrede prednjeg ukrštenog ligamenta su među najčešćim sportskim povredama. Fudbal je jedan od sportova sa najučestalijim povredama ovog ligamenta. Cilj ovog rada jeste pregled dosadašnje literature o povredama prednjeg ukrštenog ligamenta (ACL) u fudbalu. Pored opisa anatomije kolena, značajna je i epidemiologija povreda, mehanizam nastanka povrede kao i faktori rizika za nastanak povreda ACL. Opisane su najvažnije dijagnostičke procedure kao i vidovi lečenja povređenog ligamenta. Na kraju, jedna od najvažnijih tema jeste prevencija povreda, koja uključuje primarnu prevenciju, koja je usmerena na faktore rizika, ali i sekundarnu, koja za cilj ima sprečavanje ponovne povrede ligamenta. Opisan je i program rehabilitacije nakon rekonstrukcije povređenog ACL.

## Anatomija kolena i funkcija prednjeg ukrštenog ligamenta

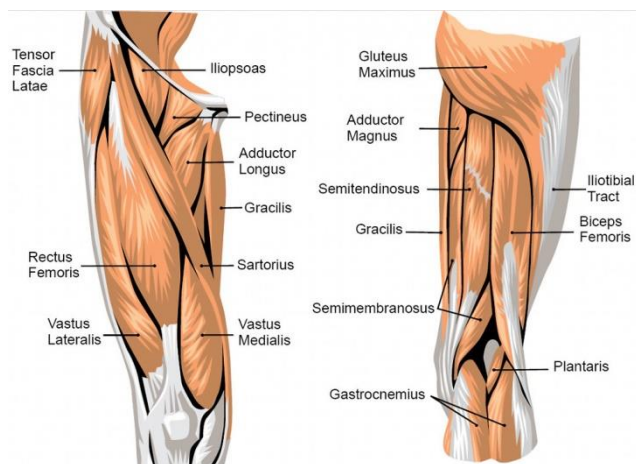
Koleno je najveći zglob u ljudskom telu. Pored toga što omogućava pokrete fleksije, ekstenzije i rotacije, koleno prenosi kompletnu telesnu masu i time predstavlja jedan od zglobova koji podnosi najveće opterećenje. <sup>1</sup>

Zglobne površine čine distalni deo butne kosti, proksimalni deo golenjače i čašica. Lisnjača, iako ne ulazi u zglob kolena, čini značajnu strukturu, budući da predstavlja mesto pripoja mišića koji stabilizuju sam zglob. Na platou golenjače, nalaze se dva meniskusa, medijalni i lateralni. Uloga meniskusa je višestruka: stabilizuju zglob, apsorbuju opterećenje, obezbeđuju ishranu i podmazivanje zglobnih struktura i poboljšavaju preraspodelu težine. <sup>1</sup>



Mišići koji ulaze u sastav zgloba kolena čine prednju i zadnju ložu.

Prednju ložu gradi m. quadriceps koji se sastoji od 4 glave: m. rectus femoris, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius i m. vastus medius. M. rectus femoris omogućava fleksiju natkolenice,



ekstenziju kolena i prednju rotaciju karlice. M. vastus lateralis, intermedius i medius vrše ekstenziju potkolenice. <sup>1</sup>

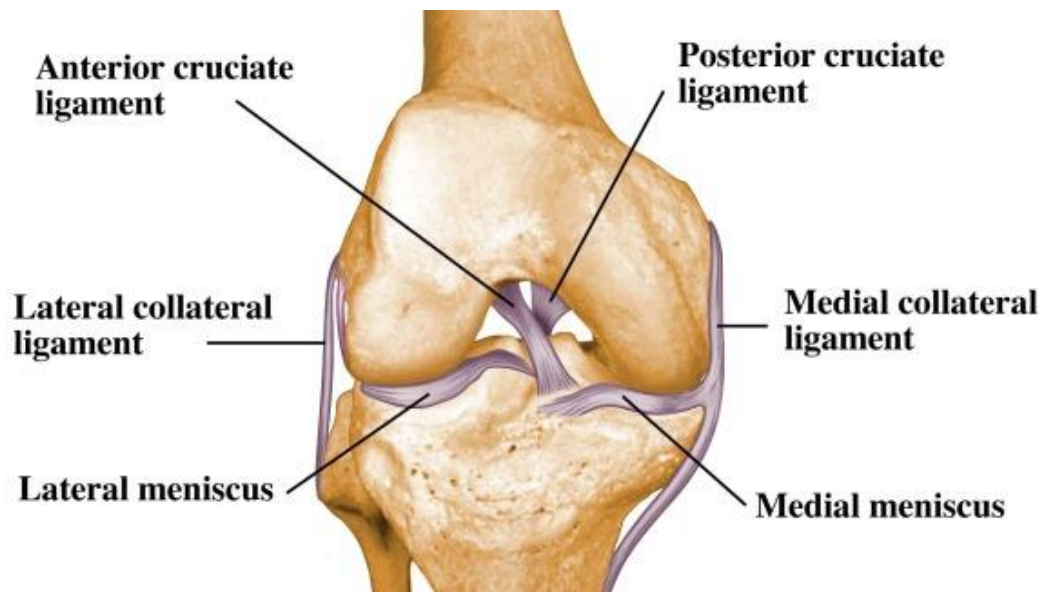
Zadnju ložu kolena čine m. biceps femoris, m. semimembranosus, m. semitendinosus (Hamstring grupa) i m. popliteus. M. semitendinosus i m. semimembranosus vrše fleksiju kolena, ekstenziju kuka, unutrašnju rotaciju natkolenice, unutrašnju rotaciju

savijenog kolena i posteriornu rotaciju karlice. M. biceps femoris vrši iste pokrete osim spoljašnje rotacije natkolenice i spoljašnje rotacije savijenog kolena. M. popliteus omogućava fleksiju kolena kao i unutrašnju rotaciju flektiranog kolena.<sup>1</sup>

Osim što vrše pokrete u zglobu kolena, mišići, zajedno sa drugim vezivnim strukturama vrše i stabilizaciju kolena, odnosno sprečavaju nepotrebne i potencijalno štetne pokrete u zglobu.

Zglobna čaura obuhvata čitav koljeni zglob, a čine je: Bursa suprapatellaris, Bursa subpoplitealis i Bursa m. semimembranosus.<sup>1</sup>

Ligamenti koji ulaze u sastav zgloba kolena su kolateralni i ukršteni ligamenti. Kolateralni ligamenti su medijalni (MCL) i lateralni (LCL), dok su ukršteni ligamenti prednji (ACL) i zadnji (PCL).<sup>1</sup>



Prednji i zadnji ukršteni ligamenti se ukrštaju između butne kosti i golenjače. Obezbeđuju stabilnost prednje i zadnje ivice kolena kod linearnih pokreta (npr. napred-nazad) i rotatornih pokreta. Kolateralni ligamenti vezuju distalne delove butne kosti sa proksimalnim delovima golenjače i lisnjače. MCL ojačava unutrašnju stranu kolena i obezbeđuje valgusnu stabilnost.<sup>2</sup>

Prednji ukršteni ligament polazi od zadnjeg gornjeg dela lateralnog kondila butne kosti. Usmeren je napred, dole i medijalno i pripaja se između meniskusa, ispred eminencije golenjače. Dužine

je oko 3,5 cm. Njegova zategnutost u fleksiji onemogućava prednje-zadnje klizanje kondila butne kosti, dok u hiperekstenziji sprečava rekurvatum kolena.<sup>2</sup>

## Povrede prednjeg ukrštenog ligamenta u fudbalu

### Epidemiologija povreda prednjeg ukrštenog ligamenta u fudbalu

U opštoj populaciji, rizik od povrede prednjeg ukrštenog ligamenta relativno je nizak, ali se znatno povećava kod mnogih popularnih sportova uključujući i fudbal. Fudbal je najpopularniji sport na svetu, sa više od 260 miliona aktivnih igrača širom sveta, od kojih oko 10% čine žene. Poznato je da je rizik od povrede ACL u fudbalu dosta visok.<sup>3</sup>

Povrede ACL čine oko 5% svih povreda u fudbalu prema većini kohortnih studija. Godišnja prevalenca povreda ACL iznosi između 0,5 i 6% kod žena i između 0,6 i 8,5% kod muškaraca. Prema nekim studijama, u SAD, povrede ACL čine 6% svih povreda tokom mečeva, a 2% povreda tokom treninga, kod fudbalerki, dok kod fudbalera čine manje od 1% povreda kako tokom mečeva tako i tokom treninga.<sup>3</sup>

U literaturi se navodi epidemiološka studija koja istražuje evoluciju incidence i moguće faktore rizika povrede kolena, naročito povreda ACL, kod belgijskih fudbalera tokom jedne decenije. Poređene su dve fudbalske sezone (1999.-2000. godine i 2009.-2010. godine) i registrovane su 56.364 povrede od strane KBVB-URBSFA<sup>1</sup>. Registrovano je ukupno 9.971 povreda kolena, 5.495 tokom prve sezone (1999.-2000.) i 4.476 tokom druge (2009.-2010.). Primećeno je značajno smanjenje incidence sa 1,5 na 1000 tokom 2000. na 1,2 povrede tokom 2010. Šest posto svih povreda kolena su bile povrede ACL. Nešto je povećana incidenca povrede ACL sa 0,081 na 0,084 na 100 igrača. Povreda ACL je bila češća kod ženskog pola, višeg nivoa sportskih aktivnosti, odnosno češća na takmičenjima nego na treninzima i češća kod uzrasta preko 18 godina.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Kraljevska fudbalska asocijacija Belgije.

Prema Quisquater i sar. ženski pol predstavlja najznačajniji faktor rizika za povrede ACL u sportovima koji uključuju skakanje, nagle promene pravca kretanja i promene položaja tela, kao što su fudbal, košarka i odbojka. Prema podacima iz literature, žene imaju 2 do 6 puta veći rizik od povrede ACL od svojih muških pandana. U datoj studiji je primećen 1,3 puta veći rizik od povrede ACL kod žena.<sup>4</sup>

Prema Kiapour i Murray-u, prevalenca povreda ACL u SAD je 1 na 3000 (više od 120.000 slučajeva godišnje). Povrede su češće kod mlađih, aktivnih individua, 2 do 10 puta češće kod ženskog nego kod muškog pola. Visok rizik od povrede kao i povećanje broja devojčica i žena koje se bave sportom tokom poslednje tri decenije je dovelo do povećanja broja povreda ACL kod ženskog pola. Povrede ACL su povezane i sa povećanim rizikom od povreda drugih zglobova, a mogu i da povećaju rizik od rane pojave posttraumatskog osteoartritisa (OA) 10 do 15 godina posle povrede (do 80% slučajeva), posebno u slučaju prateće povrede meniskusa.<sup>5</sup>

ACL povreda je jedna od najgorih sportskih poreda u fizičkom, emocionalnom i finansijskom smislu. Od mnogih sportista se očekuje da se vrate sportu nakon rekonstrukcije i rehabilitacije povređenog ligamenta, ali uspeh procedura varira između 43 i 93%. Nažalost, za one koji se vrate prethodnom nivou aktivnosti, rizik od sekundarne povrede može da bude od 6% do čak 30%.<sup>12</sup>

U toku prve godine nakon rekonstrukcije ACL, dve trećine sportista koji su ocenjeni kao sposobni, nisu se vratili sportskim aktivnostima. Otkriveno je da se samo 44% sportista vratilo sportu nakon prosečno 41,5 meseci posle rekonstruktivne operacije ACL. Manje od 50% srednjoškolskih i fakultetskih sportista navodi da mogu da dostignu performanse koje su imali pre povrede.<sup>12</sup>

## Mehanizam povrede prednjeg ukrštenog ligamenta

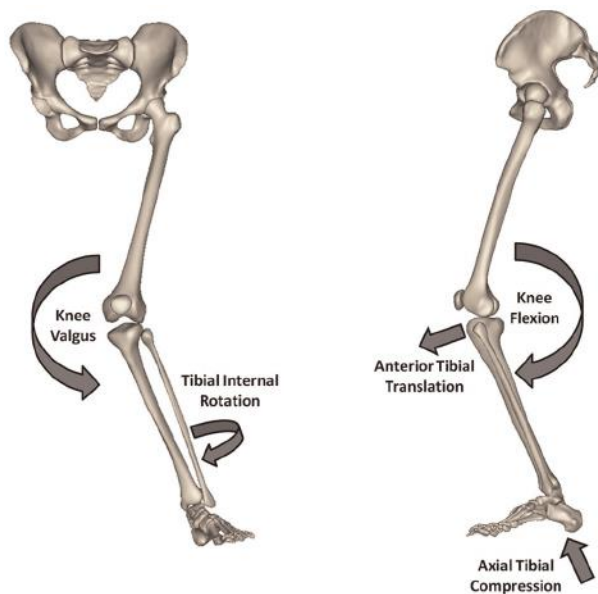
Povrede prednjeg ukrštenog ligamenta mogu da se podele na beskontaktne i kontaktne.

Više od 70% povreda ACL su beskontaktne povrede (bez direktnog udarca u zglob kolena). Javljaju se kao posledica doskoka ili naglih promena pravca kretanja koje se dešavaju tokom igranja košarke ili fudbala. <sup>5</sup>



Kontaktne povrede ACL zahtevaju fiksiran donji deo noge i udarac u koleno ili nogu koji izaziva uvrtnanje dovoljno jako da izazove pucanje ligamenta. Kontaktne povrede čine samo oko 30% svih povreda ACL.





Beskontakne povrede koje se primarno dešavaju tokom deceleracije donjeg ekstremiteta, sa maksimalno kontrahovanim kvadricepsom i kolenom u skoro punoj ekstenziji. Kada je koleno u skoro punoj ekstenziji, kontrakcija kvadricepsa povećava zateznu čvrstoću<sup>2</sup> prednjeg ukrštenog ligamenta. Zadnja loža kolena, koja je ujedno i zadnji stabilizator, je najčešće slabo kontrahovana u toku ovih povreda, naročito ukoliko je kuk u ekstenziji a težina tela je na peti, što omogućava preterano

pomeranje butne kosti unapred u odnosu na tibiju. Ovakve povrede se javljaju kod skijaša i snoubordera čiji su članci zaključani u toku pada unazad na snegu; kod fudbalera u toku naglih promena pravca kretanja ili kod košarkaša koji se dočekuju na nogu kada koleno koje nije u potpunosti ekstenzirano a nalazi se u unutrašnjoj rotaciji.<sup>6</sup>

Prednji ukršteni ligament je primarni stabilizator prednje translacije golenjače u odnosu na femur. In vitro studije su pokazale da prednja sila smicanja primenjena na tibiju predstavlja primarni mehanizam opterećenja ACL. Veličina sile prednjeg smicanja primenjene na tibiju kao i njen efekat na opterećenje ACL u velikoj meri zavisi od sile reakcije podloge koja deluje na zadnju ložu i ugla fleksije kolena tokom pokreta. Sila reakcije podloge koja deluje na stopalo u toku pokreta stvara moment fleksije u kolenu kom se suprotstavlja moment ekstenzije u kolenu. Dok učestvuje u stvaranju momenata sila u kolenu, kvadriceps deluje na proksimalni kraj golenjače silom prednjeg smicanja, koji je primarni uzrok prednjeg smicanja golenjače i opterećenja ACL.<sup>7</sup>

Ugao fleksije kolena utiče na opterećenje prednjeg ukrštenog ligamenta preko njegovog odnosa sa uglom između ligamenta patele i prednje ivice golenjače, i ugla elevacije ACL. Studije

<sup>2</sup> Zatezna čvrstoća materijala je maksimalan napon kojim se materijal može opteretiti zatezanjem, a da pritom ne dođe do loma (pucanja).

pokazuju da se opterećenje ACL-a smanjuje sa povećanjem ugla fleksije kolena. Nedavno je jedna studija in vivo pokazala dužine ACL u toku doskoka uz pomoć flouroskopije, magnetne rezonance i videografske tehnike. Pronađeno je da postoji negativna povezanost ugla fleksije kolena i dužine ACL, a da je ACL imao najveću dužinu pre samog doskoka, kada je ugao fleksije bio minimalan.<sup>7</sup>

Jedna studija je pokušala da proceni kinematiku kolena u vreme povrede prednjeg ukrštenog ligamenta kod 8 pacijenata, pomoću rekonstrukcije približnih položaja butne kosti i golenjače u vreme povrede, koristeći snimke oštećenih površina navedenih kostiju, registrovanih pomoću MRI. Rezultati su pokazali srednju površinu translacije golenjače od 22mm, srednji ugao fleksije kolena od 12° i srednji ugao valgusa od 5° u vreme povrede. Ovi rezultati ukazuju da je prednje smicanje golenjače u odnosu na butnu kost ustvari primarni mehanizam povrede ACL, a da je mali ugao fleksije kolena odgovoran za povećanje prednje sile smicanja, što uzrokuje pomeranje proksimalnog dela golenjače unapred u odnosu na distalni deo butne kosti.<sup>7</sup>

Prednji ukršteni ligament može da trpi opterećenje i preko kompresivne sile koja deluje duž uzdužne osovine golenjače, uzrokovane zadnjim nagibom platoa golenjače. Kada je prisutan povećan ugao nagiba platoa, kompresivna sila može da dovede do stvaranja prednje sile smicanja, koje uzrokuje horizontalno pomeranje golenjače put napred i opterećuje ACL. In vitro studija je pokazala da se smicanje golenjače unapred, kao posledica dejstva kompresivne sile od 200N, povećava sa povećanjem ugla nagiba platoa golenjače sa 8,8° na 13,2°. Jedna in vivo studija je pokazala da žene sa povredom ACL imaju značajno veći ugao nagiba platoa golenjače u odnosu na osobe bez povrede. Ovi nalazi daju moguće objašnjenje za mehanizam povrede ACL, koja nastaje tokom doskoka, gde spoljašnje sile uglavnom deluju vertikalno.<sup>7</sup>

Koleno u valgusu se često spominje kao značajan mehanizam povrede ACL, naročito kod žena. Ova pretpostavka je bazirana na video zapisima napravljenim u toku same povrede. Quatman i Hewett su čak i predložili različite specifične mehanizme povrede ACL kod različitih polova. Predložili su da je kod muškaraca češći mehanizam povrede u sagitalnoj ravni, dok je kod žena valgusni kolaps dominantni uzrok povrede. Međutim, dokazi iz kvantitativnih studija ne podržavaju valgusni kolaps kao uzrok povrede ni kod muškaraca niti kod žena. In vitro studije pokazuju da iako valgus i varus pozicija kao i unutrašnja rotacija utiču na opterećenje prednjeg

ukrštenog ligamenta, njihov efekat je bio značajan samo u slučajevima kada je bila prisutna i sila smicanja unapred. Neke studije su pokazale da kod zdravog kolena, medijalni kolateralni ligament predstavlja strukturu koja primarno sprečava valgus, kao i da čisti valgus pokret ne može da dovede do ruptуре ACL sve dok MCL nije u potpunosti sam ruptuirao. Samo 6% pacijenata sa povredom ACL ima i potpunu rupturu MCL. Dalje, jedna in vitro studija je pokazala da se valgus pokret značajno povećao samo kada je već došlo do povrede ACL, što ukazuje da je povećanje valgusa, viđeno u video zapisima, verovatnije posledica a ne uzrok povrede prednjeg ukrštenog ligamenta.<sup>7</sup>

Dosadašnja literatura ukazuje da je prednja translacija golenjače u odnosu na butnu kost primarni mehanizam opterećenja prednjeg ukrštenog ligamenta. Povećanje sila smicanja zbog malog ugla fleksije kolena i povećanje sila kompresije kod povećanog ugla nagiba platoa golenjače su primarni uzrok prednjeg smicanja golenjače u odnosu na femur. Iako valgus/varus pozicija i unutrašnja rotacija, udružene sa prednjom translacionom silom, utiču na opterećenje ACL, dosadašnja literatura ne podržava činjenicu da su ovo primarni uzroci opterećenja ACL koji dovode do povrede.<sup>7</sup>

Povrede prednjeg ukrštenog ligamenta možemo podeliti i na primarne i sekundarne. Primarne nastaju na prethodno neoštećenom ligamentu, dok sekundarnim povredama označavamo sve povrede istog ili čak i kontralateralnog zdravog kolena nakon sprovedenih mera terapije.

Smatra se da je primarni uzrok kako primarne tako i sekundarne povrede ACL, nedostatak neuromišićne kontrole tokom dinamskih pokreta. Ovaj nedostatak neuromišićne kontrole se manifestuje kao prekomerno opterećenje zgloba koje dovodi do prevelikog naprezanja ACL i time i povrede.<sup>5</sup>

## Faktori rizika

Faktore rizika možemo podeliti na spoljašnje i unutrašnje.

Spoljašnji faktori: pristup prostorijama za trening, neravan i rizičan teren, nivo takmičenja (viši nivoi nose veći rizik od povrede), način igre, tip obuće i sl.<sup>8</sup>

Unutrašnji faktori: pol, veličina tela, obim i dužina ekstremiteta, fleksibilnost, mišićna snaga, vreme reakcije, morfologija stopala, jačina zadnje lože noge, hormonske promene (povećana fleksibilnost u toku ovulacije i nakon ovulacije), povećan Q ugao<sup>3</sup> (veći od 14° kod muškaraca i veći od 17° kod žena), dominantna noga (razlika u jačini, fleksibilnosti, koordinaciji između nogu), dominantni ligament (smanjena medijalno-lateralna neuromišićna kontrola zgloba), elastičnost ligamenta, sužen interkondilarni prostor distalnog dela butne kosti, širina karlice, dominantni kvadriceps (jači kvadriceps i slabija zadnja loža) i mala dužina prednjeg ukrštenog ligamenta.<sup>8</sup>

Ranije je spomenuto da se povrede prednjeg ukrštenog ligamenta češće nastaju kod žena nego kod muškaraca. Navedeno je, takođe, i da se povrede češće javljaju kod sportista nego u opštoj populaciji. Sportovi u kojima se najčešće javljaju povrede ACL su oni koji zahtevaju nagle deceleracije, promene pravca kretanja, položaja tela i česte doskoke. Među ovim sportovima, najčešće se spominju fudbal, košarka, odbojka, rukomet, skijanje i snoubording.

Pretpostavlja se da je vreme reakcije stabilizatora (mišića) kolena značajan faktor rizika u nastanku povreda ACL. Duže vreme reakcije može negativno da utiče na sposobnost mišića da brzo stabilizuje koleno uprkos velikom opterećenju koje nastaje prilikom različitih aktivnosti i pokreta u sportu. Mišićni odgovor se javlja i do 20ms nakon početka stimulacije a pre nastanka opterećenja.<sup>8</sup>

Elektromehaničko kašnjenje (EMD) se definiše kao vreme između početka aktivacije mišića i početka generisanja sile od strane mišića. EMD može da varira između 30ms do nekoliko stotina ms. Uzimajući u obzir ovaj vremenski period i potrebu za brzim razvojem dovoljne mišićne sile koja će omogućiti dinamsku stabilnost zgloba, EMD bi trebalo uzeti u obzir kada se procenjuje mišićni odgovor na spoljašnje promene i stres koji bi mogao da dovede do povrede. Studije na odraslima su pokazale značajno duže EMD vreme kod žena u odnosu na muškarce, kako kod izometrijskih tako i kod koncentričnih mišićnih kontrakcija.<sup>8</sup>

Poznato je da su povrede najčešće u poslednjim fazama sportske igre, što je podudarno sa najizraženijim zamorom mišića. Kako mišići doprinose stabilnosti zglobova, neuromišićni zamor

---

<sup>3</sup> Q ugao – ugao između uzdužne osovine kvadricepsa i uzdužne osovine ligamenta patele; normalno iznosi 5-10°, s tim što je kod žena nešto veći usled šire karlice.

se smatra značajnim faktorom rizika za beskontaktne povrede prednjeg ukrštenog ligamenta. Nekoliko studija na odraslima je pokazalo da zamor značajno produžava EMD, što je pripisano brojnim mehanizmima, među kojima su smanjen broj akcionih potencijala u mišićima i/ili onemogućeno sprovođenje potencijala sa motornog neurona na mišić. <sup>8</sup>

Smanjena snaga mišića natkolenice može da bude takođe jedan od uzroka primarne povrede ACL. U prospektivnoj studiji sa 132 zdravih sportista, samo sportistkinje koje su pretrpele povredu ACL su pokazale smanjenu jačinu mišića zadnje lože kolena u poređenju sa nepovređenim muškarcima iz kontrolne grupe. Mali odnos snage zadnje lože i kvadricepsa je jedan od 5 kliničkih pokazatelja koji se koriste za predviđanje velikog momenta abdukcije kolena (KAM - knee abduction moment) kod zdravih mladih sportistkinja. Visoki KAM u toku 3D analize vertikalnog doskoka je najznačajniji pokazatelj buduće povrede ACL u kohortnoj studiji sa 205 mladih sportistkinja. <sup>12</sup>

Polno specifične funkcionalne razlike u toku pokreta specifičnih za sport daju dodatni uvid u mehanizme primarne ACL povrede. Kod zdravih ispitanica su pokazani drugačiji najveći uglovi fleksije kuka i kolena, povećan obim pokreta u frontalnoj ravni u kuku i kolenu i veća sila reakcije podloge tokom aktivnosti u poređenju sa zdravim muškarcima. Vremenske razlike u komponentama dinamičkih pokreta između elitnih muških i ženskih sportista mogu delom da objasne razlike u riziku od primarne povrede ACL; najveći ugao addukcije kuka, dinamički valgus kolena i everzija skočnog zgloba su se dešavali ranije kod žena nego kod muškaraca u toku doskoka. U kohortnoj studiji sa po 10 sportista i sportistkinja sa fakulteta, žene su pokazale skoro dva puta bržu pojavu valgusa kolena nego muškarci. <sup>12</sup>

Rizik od povrede ACL nije samo posledica neuromišićnih deficita donjeg ekstremiteta, budući da slabost i manjak propriocepcije mišića trupa takođe može da poveća rizik od povrede, naročito kod žena. Prospektivna kohortna studija sa 277 zdravih fakultetskih sportista, imala je za cilj da predvidi rizik od povrede ACL na osnovu prekomernih pokreta trupa, grešaka u repoziciji nakon pokreta kao i na osnovu podatka o prethodnim povredama. Otkriveni su modeli povrede specifični za pol - na osnovu motornih odgovora mišića trupa tokom promene položaja trupa za vreme sedenja i naglog oslobađanja tereta tokom klečanja. Greška tokom repozicije trupa se pokazala kao dobar pokazatelj buduće povrede ligamenta ili meniskusa kolena kod žena.

Nedosataak motorne kontrole tokom vežbe klečanja sa naglim otpuštanjem tereta, predstavljao je najbolji pokazatelj za predviđanje povrede ACL kod žena, dok je podatak o bolu u donjem delu leđa bio najbolji pokazatelj povrede ligamenata kolena kod muškaraca.<sup>12</sup>

Otkriveno je nekoliko promenljivih i nepromenljivih faktora rizika za sekundarnu povredu ACL. Nepromenljivi faktori kao što su hirurška tehnika, pol i godine pacijenta, mogu značajno da utiču na rizik od sekundarne povrede. Tačnije, ugao pod kojim je usađen graft manji od 17 stepeni i upotreba alografta, drastično povećavaju rizik od ruptуре grafta, dok upotreba patelarne tetive može da poveća rizik od ruptуре kontralateralnog ACL. Veličina grafta takođe utiče na pojavu sekundarne povrede, u toku 4 godine nakon rekonstrukcije, veća verovatnoća ruptуре grafta je kod sportista sa debljinom grafta od 7mm i manje. Značajan uticaj na sekundarnu povredu imaju i godine i pol. Mlade, aktivne sportistkinje imaju naročito visok rizik od sekundarne povrede, u poređenju sa muškim parovima. Incidenca sekundarne povrede kod mladih sportistkinja je 16 puta veća nego incidenca za primarnu povredu u istoj populaciji i 4 puta veća nego incidenca sekundarne povrede kod muških sportista iste starosti. Zanimljivo je da nakon rekonstrukcije povređenog ligamenta, rizik za povredu kontralateralnog u odnosu na rekontruisani ligament, postaje duplo veći, bez obzira na pol.<sup>12</sup>

Jedan od najznačajnijih promenljivih faktora za nastanak sekundarne povrede jeste nivo sportske aktivnosti. Vraćanje visoko zahtevnim aktivnostima koje podrazumevaju nagle promene pravca kretanja, promene opterećenja i skakanje može da poveća rizik od sekundarne povrede ACL za 5 do 10 puta. Iako vreme proteklo nakon rekonstrukcije ne utiče direktno na funkcionalnost kolena, kraće vreme vraćanja sportskim aktivnostima nakon ACLR povećava rizik od sekundarne povrede.<sup>12</sup>

## Dijagnostika povrede prednjeg ukrštenog ligamenta

Pacijenti koji pretrpe povredu prednjeg ukrštenog ligamenta najčešće opisuju zvuk pucanja ili cepanja, koji je odmah praćen bolom i otokom kolena. Navode osećaj nestabilnosti ili popuštanja koji onemogućava dalje učestvovanje u aktivnostima. Pacijenti opisuju osećaj nestabilnosti u kolenu pomoću „znaka duple pesnice” ( pesnice okrenute jedna ka drugoj koje se rotiraju i češu).<sup>6</sup>

Odmah nakon povrede treba proceniti stanje prednjeg ukrštenog ligamenta ukoliko je to moguće, iako je često otežano zbog bola i otoka. Procena počinje posmatranjem koraćanja kod pacijenta kao i posmatranjem prinudnog položaja koji pacijent zauzima kod mirovanja. Treba voditi računa o asimetriji,



gubitku peripatelarnog udubljenja zbog efuzije, hemartroze ili oba. U studiji sa 312 sportista sa akutnom povredom ACL i hemartrozom, 77% je imalo parcijalnu ili kompletnu rupturu prednjeg ukrštenog ligamenta.<sup>6</sup>

Manja efuzija se otkriva kompresijom medijalnih i donjih delova kolena, a zatim perkusijom lateralog dela da bi se stvorio talas tečnosti. Doktor može i da palpira patelu pomoću suprapatelarne kompresije, u slučaju prisutne efuzije, postoji osećaj sundera.<sup>6</sup>

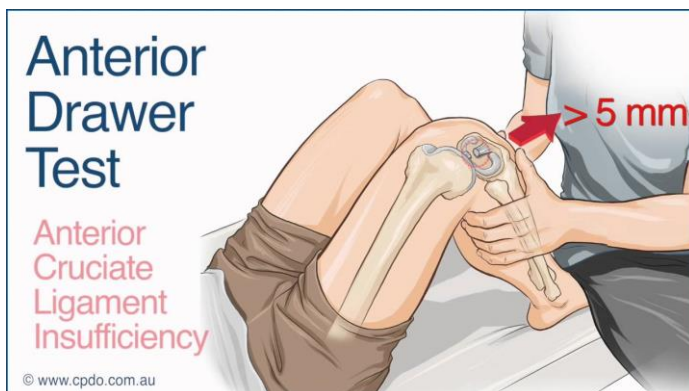
U slučaju hemartroze, povećani pritisak u zglobu uzrokuje značajan bol prilikom pokreta. Ovaj bol dovodi do spazma zadnje lože koji dalje ograničava obim pokreta i otežava pregled. U ovom slučaju nije moguća potpuna fleksija kolena, ali je mnogo značajnija onemogućena hiperekstenzija kolena kod povrede ACL. Oštećeni ligament kao i nakupljena tečnost onemogućava ekstenziju kolena. Otežana ekstenzija može da ukaže i na moguću povredu meniskusa.<sup>6</sup>

Ukoliko se pravilno obavi, pregled kolena na povredu ACL je visoko precizan, sa senzitivnošću od 82% i specifičnošću od 94%. Najprecizniji testovi za postavljanje sumnje na ACL povredu su Lachmann test (senzitivnost 64-100%), test prednje fioke (senzitivnost od 9 do 93%) i valgus stres test (senzitivnost 27 do 95%).<sup>6</sup>

Lachmann test izvodi se tako što pacijent leži na leđima sa kolenom savijenim 20-30°. Ispitivač jednom rukom drži natkolenicu a drugom rukom drži potkolenicu u visini zglobne pukotine kolena, sa prstima sa zadnje strane kolena a palcem postavljanim na tuberositas tibije. Ispitivač povlači potkolenicu unapred. Ukoliko dođe do pomeranja potkolenice (2-10mm i više), to je znak oštećenja ili potpune rupture ACL.<sup>9</sup>



Test prednje fioke izvodi se slično Lachmann-ovom testu. Pacijent leži na leđima ali ovog puta sa kolenom savijenim pod 90°. Ispitivač fiksira donji deo golenjače tako što sedne na prste noge, a obema rukama drži zatkolenu jamu sa palčevima postavljenim na tuberositas tibije. Ispitivač povlači golenjaču prema sebi. Test je pozitivan ukoliko je pomeranje golenjače na bolesnoj nozi veće od onog na zdravoj nozi.<sup>10</sup>



Valgus stres test ili pivot shift test izvodi se tako što pacijent leži na leđima sa opuštenim nogama u ekstenziji. Ispitivač jednom rukom prihvata petu, dok drugu ruku postavlja sa zadnje strane tibije, nešto ispod zatkolene jame. Ispitivač izaziva valgus kolena, dok drugom rukom izaziva unutrašnju rotaciju tibije.

Koleno se dovodi u fleksiju iz pune ekstenzije. Test je pozitivan ukoliko pri fleksiji od 30-40° dođe do pomeranja tibije unazad (subluksacija) i spoljašnje rotacije femura. Pacijent opisuje „klik” u kolenu i osećaj popuštanja kolena. <sup>11</sup>



Ukoliko su ovi testovi pozitivni, prelazi se na sledeće dijagnostičke procedure kojima se utvrđuju dodatne povrede i postavlja konačna dijagnoza delimične ili potpune rupture prednjeg ukrštenog ligamenta.

Potrebno je uraditi Rentgen kolena radi otkrivanja fraktura, procene međusobnog odnosa struktura kolena, određivanja zrelosti skeleta i otkrivanja degenerativnih promena kod sredovečnih pacijenata. MRI kolena je zlatni standard za dijagnozu povrede prednjeg ukrštenog ligamenta. Dodatne prednosti magnetne rezonance su otkrivanje povreda meniskusa i kolateralnih ligamenata. Senzitivnost MRI za otkrivanje ACL povreda je 86% a specifičnost 96%, što je potvrđeno uz pomoć artroskopije.



## Lečenje povreda prednjeg ukrštenog ligamenta

Lečenje povreda prednjeg ukrštenog ligamenta može da bude konzervativno i hirurško.

Ukoliko se sumnja na povredu prednjeg ukrštenog ligamenta potrebno je što pre pacijenta uputiti na fizikalnu terapiju radi održavanja obima pokreta i razvijanja snage kvadricepsa, do postavljanja konačne dijagnoze. Imobilizacija kolena je nepotrebna a štike mogu da se koriste ograničeno vreme.<sup>6</sup>

Odluka o upućivanju ortopedu zavisi od zahteva pacijenta i njegovog nivoa aktivnosti. Mlađi i aktivniji pacijenti često biraju hirurški tretman umesto samo fizikalnog. Takođe treba uputiti pacijente sa epizodama popuštanja kolena i pratećom povredom meniskusa ili kolateralnog ligamenta.<sup>6</sup>

Pacijenti koji se podvrgnu operaciji moraju da se pridržavaju intenzivne fizikalne terapije. Većina programa rehabilitacije traje 10-12 nedelja.<sup>6</sup>

Programi rehabilitacije koji su primenjeni ubrzo nakon povrede ACL mogu da imaju značajne pozitivne efekte na oporavak od povrede. U drugoj studiji u kojoj je primenjen produženi program rehabilitacije (oko 6 meseci) bez operacije, pokazano je da sportisti koji su prvobitno imali loše performanse i slabe izgleda za vraćanje sportu nakon povrede, zbog loše funkcije kolena i nestabilnosti tokom testova, nakon primenjenog programa imali istu stopu vraćanja sportu kao i oni koji su prvobitno bili procenjeni kao sposobni za vraćanje sportu. Iako je evidentno da motorna funkcija nakon povrede ACL može da se rehabilituje, nije poznat optimalni program rehabilitacije koji bi samostalno, bez hirurške intervencije uspeo da vrati prethodnu funkciju kolena.<sup>12</sup>

Određen broj pacijenata sa povredom ACL može da se vrati na prethodni nivo aktivnosti čak i bez operacije. Ipak, ograničen je broj ispitanika koji bi bili kandidati za ovakav vid rehabilitacije. Može se pokušati sa fizikalnom terapijom kod pacijenata koji nemaju epizode popuštanja kolena, skoro potpuni obim pokreta naročito pri ekstenziji, minimalne ili odsutne povrede meniskusa, jak kvadriceps i dobre rezultate izvođenja testova stabilnosti kolena.<sup>6</sup>

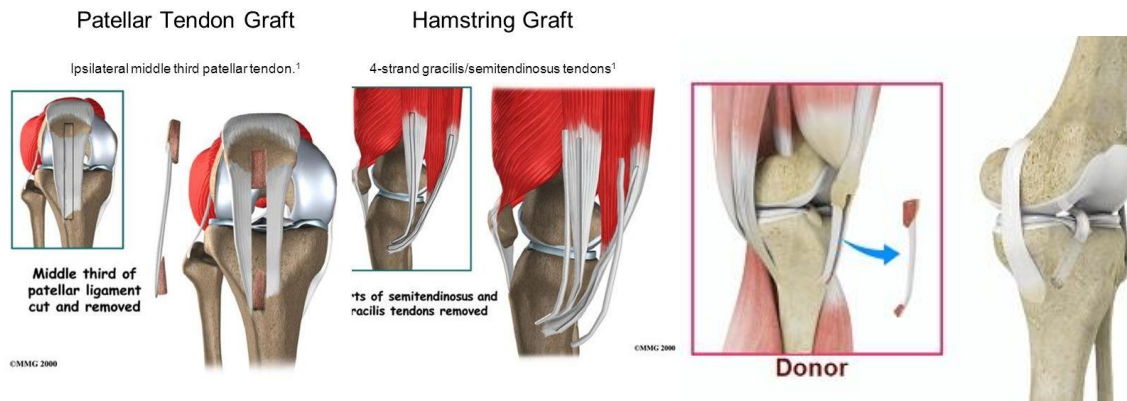
Uspeh konzervativnog tretmana povrede ACL znatno varira – u jednoj studiji, 72 pacijenta je praćeno 38 meseci nakon konzervativne terapije. Samo 31% pacijenata je prijavilo odlične ili dobre rezultate, a samo 5,5% je navelo da postižu iste rezultate u sportu kao pre povrede. U

drugoј studiji, 30 pacijenata je podvrgnuto hirurškom tretmanu nakon neuspele konzervativne terapije, 86% je i dalje imalo epizode popuštanja ali većina nije imala problem sa bolom ili oticanjem kolena.<sup>6</sup>

Kada je u pitanju hirurški tretman, popravka prednjeg ukrštenog ligamenta putem povezivanja krajeva pocepanog ligamenta pomoću hirurških sutura je jedna od najranijih tehnika lečenja. Početkom XX veka, Robson je opisao primarnu reparaciju ACL. Pokazano je da su rezultati primarne reparacije tokom prvih 5 godina nakon operacije, kod čak 90% pacijenata nezadovoljavajući. Pokazano je da ne postoji razlika u rezultatima između primarne reparacije i konzervativnog tretmana u randomizovanoj studiji. Mali potencijal (40% do 100%) samog ligamenta za regeneraciju, čak i uz pomoć hirurške procedure doveo je do potpunog napuštanja reparacije i univerzalnog prihvatanja rekonstrukcije kao najboljeg vida lečenja povreda ACL.<sup>5</sup>

Kod rekonstrukcije ACL, hirurški se uklanja oštećeno tkivo ligamenta i zamenjuje alo ili auto graftom ili tetive m. semitendinosusa i m. semimembranosusa ili srednje trećine patelarne tetive. Iako je ovaj vid lečenja zlatni standard kod oporavka stabilnosti kolena, i dalje postoje značajna ograničenja. Rekonstrukcija ACL ne omogućava normalnu kinetiku zgloba kolena. Ovaj poremećaj mehanike je najviše posledica neanatomske insercije (pozicija i geometrija) i orijentacije ligamenta, gubitka senzorne funkcije (propriocepcija), degeneracija grafta i neuromišićnog deficita. Mnoge studije su pokazale značajnu translacionu i rotacionu nestabilnost rekonstruisanog kolena u poređenju sa zdravim kolenom, bez obzira na tip grafta. Dodatno, rekonstrukcija zahteva uzimanje tkiva iz kolena (autograft), što povećava degeneraciju tkiva. S druge strane, korišćenje alografta je povezano sa većim rizikom od odbacivanja tkiva kao i prenosom oboljenja. Najznačajnije je da i dalje postoji visok rizik od razvoja posttraumatskog osteoartritisa nakon hirurške rekonstrukcije. Verovatnoća pojave OA iznosi između 66 i 100%. Praćenjem 33 slučajeva nakon rekonstrukcije ACL, utvrđeno je da procedura nije uspela da uspori prevremenu pojavu OA nakon povrede.<sup>5</sup>

## ACL Repair Anatomy



Tokom poslednje decenije, velik trud je usmeren ka poboljšanju hirurške rekonstrukcije u pravcu preciznije anatomije, menjanjem pozicije ligamenta i uvođenjem koncepta anatomske rekonstrukcije duplim ligamentom. Poboljšanje rekonstrukcije ACL je dovelo do povećanja translacione i rotacione stabilnosti kolena, u odnosu na tradicionalnu neanatomsku rekonstrukciju jednim ligamentom. Međutim, još uvek nije postignut konsenzus po pitanju lečenja povrede ACL. Randomizovana studija sa 130 pacijenata, praćenih tokom najmanje 4 godine nakon rekonstrukcije, pokazala je da iako anatomska rekonstrukcija sa dva ligamenta povećava IKDC<sup>4</sup> skor, nije se pokazala bolja kada je u pitanju prevencija posttraumatskog OA u odnosu na tradicionalnu rekonstrukciju.<sup>5</sup>

Iako hirurška rekonstrukcija ima svoje prednosti, postoje i mnogi nedostaci, zbog čega je velika pažnja usmerena na bioinženjerstvo i alternativnu rekonstrukciju ACL. Razvoj regenerativnih metoda oporavka ACL zahteva dublje razumevanje zašto raniji vidovi lečenja nisu dovoljno zadovoljavajući. Tokom poslednje decenije, istraživanja su usmerena na razumevanje razloga nemogućnosti ACL da se regeneriše, što je u potpunoj suprotnosti sa velikim kapacitetom za oporavak koji poseduju ekstraartikularna vezivna tkiva kao što je medijalni kolateralni ligament. Navedeno je nekoliko faktora koji doprinose ovoj razlici u oporavku tkiva, uključujući nepovoljnu sredinu sinovijalne tečnosti, promene u odgovoru tkiva i metabolizmu ćelija posle povrede, deficiti u samim ćelijama, drugačija vaskularizacija i karakteristike podnošenja tereta.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> IKDC skor (International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form) – subjektivna skala procene simptoma, funkcije zgloba kolena i aktivnosti kod pacijenata sa poremećenom funkcijom kolena.

Kada je u pitanju poređenje uspeha konzervativne i hirurške terapije, jedna studija je uporedila ranu hiruršku intervenciju kombinovanu sa strukturisanom rehabilitacijom, i strukturisanu rehabilitaciju sa opcionalnom kasnijom hirurškom rekonstrukcijom kod 121 odrasle osobe, starosti između 18 i 35 godina. Nakon dve godine, nije bilo značajnih razlika po pitanju bola, drugih simptoma, sportskih performansi ili kvaliteta života. Manje od polovine pacijenata u grupi sa opcionalnom odloženom operacijom je izabralo da se podvrgne rekonstrukciji ACL-a nakon završene rehabilitacije.<sup>6</sup>

Mišićna slabost, smanjena dinamička pokretljivost zglobova, abnormalna neuromišićna kontrola i otežano vraćanje sportu su česte prepreke koje prate rekonstrukciju ACL, a koje perzistiraju i nakon rehabilitacije. Jedan od najznačajnijih pokazatelja vraćanja sportu nakon rekonstrukcije jeste simetrija kada je u pitanju snaga mišića povređene i nepovređene noge. Snaga kvadricepsa je značajan pokazatelj funkcije kolena i motorne kontrole kako nakon povrede tako i nakon rekonstrukcije ACL. Pre vraćanja sportu, mnogi stručnjaci preporučuju da snaga kvadricepsa i zadnje lože povređene noge u odnosu na zdravu bude barem 85%.<sup>12</sup>

## Prevenција povreda predjeg ukrštenog ligamenta kod fudbalera

### Primarna prevencija

Budući da postoje spoljašnji i unutrašnji ili ekstrinzički i intrinzički faktori rizika, možemo zaključiti da i prevencija treba da bude usmerena i na jedne i na druge.

Kada su u pitanju spoljašnji faktori, prevencija bi značila npr. veća ulaganja u sportske klubove kako bi tereni i oprema bili što bezbedniji.



Što se tiče unutrašnjih faktora, jedan od najznačajnijih vidova prevencije povreda jeste edukacija trenera, profesora fizičkog vaspitanja i samih sportista. Navedene osobe treba da poseduju znanje o faktorima rizika i na vreme prepoznaju koji sportisti imaju najveći rizik od povrede.

Dalje, znanje o pravilnim programima prevencije je od najvećeg značaja.

Sve veći je akcenat na preventivnim merama koje smanjuju incidencu i ozbiljnost sportskih povreda. Kompetitivni timski sportovi zahtevaju dinamsku stabilnost donjih ekstremiteta, kako bi izdržali zahteve naglih promena pravca, deceleracije i skakanja/doskoka. Program za prevenciju povreda i povećanje performansi (PEP) za prevenciju povreda ACL, sastoji se od zagrevanja, istezanja, jačanja i specifičnih vežbi agilnosti za dati sport, kako bi se smanjili defцитi snage i neuromišićne koordinacije kod stabilizacije zgloba kolena. Primarni cilj ovog programa je poboljšanje mehanizma za pripremu zgloba kod delovanja spoljašnjih sila i opterećenja radi stabilizacije kolena. Primećeno je smanjenje od 83% povreda ACL tokom prve godine nakon primene PEP programa i nešto manje smanjenje od 74% tokom druge godine. Dodatno, pliometrija donjeg ekstremiteta, dinamska ravnoteža i snaga, istezanje, svesnost o položaju i pokretima tela, kao i ciljana kontrola trupa su se pokazali kao značajne komponente u smanjenju rizika od povrede ACL. <sup>4</sup>

Jedna studija je istraživala je uspeh preventivnog programa kod preko 5000 fudbalerki, uzrasta od 14 do 18 godina u toku dve sezone. Prospektivna studija je koristila Program prevencije povreda i povećanja performansi. Sportistkinje u grupi sa primenjenom intervencijom su doživele 2 povrede ACL, u poređenju sa 32 povrede u kontrolnoj grupi, što predstavlja smanjenje od 88%. Rezultati su reprodukovani sledeće godine sa smanjenjem od 75%. <sup>6</sup>

Jedan od ciljeva ovakvih programa prevencije jeste smanjenje efekta zamora na neuromišićnu kontrolu, što može da dovede do lošeg pozicioniranja kolena i kuka. Neuromišićni i proprioceptivni treninzi imaju za cilj da poboljšaju refleksne odgovore mišića stabilizatora zgloba, budući da voljna mišićna kontrakcija nije dovoljno brza da bi se suprotstavila spoljašnjim silama koje deluju na koleno. <sup>6</sup>

Ranije je navedeno da zamor, odnosno produženje EMD vremena smanjuje brzinu reakcije mišića na stimulus, što znači da preventivni programi primenjeni samo na početku treninga mogu da imaju diskutabilne rezultate.

Jedna studija pokazuje da kada postoji zamor, sportistkinje pokazuju dominantnu akciju skočnog zgloba prilikom doskoka, sa većim osloncem na mišiće stabilizatore skočnog zgloba nego na mišiće stabilizatore kolena. Ova promena sa dominacije kolena pre zamora na dominaciju članka nakon zamora, javlja se zbog manjeg zamora mišića članka. Premeštanje na manje zamorenu

muskulaturu se smatra kompenzatornim mehanizmom radi održavanja stabilnosti noge prilikom zamora. Pokazano je međutim da kod fudbalerki ne postoji ova promena, bez obzira na uzrast, zrelost i iskustvo u sportu. Manjak kompenzatorne aktivnosti kod fudbalerki, ukazuje da se fudbalerke nakon zamora i dalje oslanjaju na mišiće sa smanjenom neuromišićnom sposobnošću, što povećava rizik od povrede.<sup>8</sup>

Pokazano je da EMD ostaje produžen 96h posle zamora, uprkos činjenici da se produkcija sile vraća na nivo pre zamora posle samo 48h. Ovo je važan podatak, budući da neuromišićni mehanizmi i dalje ostaju kompromitovani čak i kada je mišićna komponenta u potpunosti oporavljena.<sup>8</sup>

Vazno je napomenuti da su neuromišićni mehanizmi kompromitovani kada postoji zamor, što znaci da preventivni programi treba da budu implementirani na sredini i pri kraju treninga, ne samo na početku tokom zagrevanja.<sup>8</sup>

Proprioceptivni trening specifičan za dati sport je primenjen u različitim sportovima kao što su košarka, skijanje i rukomet, sa pozitivnim rezultatima u smislu prevencije povreda ACL. Meta analiza ACL usmerenih programa prevencije otkrila je da su se najbolje pokazale vežbe pliometrije (ponavljani brzi pokreti ciljane mišićne grupe), vežbe jačine kao i vežbe ravnoteže, kombinovane sa stalnim povratnim informacijama o pravilnom položaju tela.<sup>6</sup>

## Sekundarna prevencija

Sekundarna prevencija podrazumeva programe rehabilitacije i vežbe koje se primenjuju nakon povrede prednjeg ukrštenog ligamenta, sa ciljem što boljeg oporavka ali i sprečavanja ponovne povrede.

Od mnogih sportista se očekuje da se vrate sportu nakon rekonstrukcije i rehabilitacije povređenog ligamenta, ali uspeh procedura varira između 43% i 93%. Nažalost, za one koji se vrate prethodnom nivou aktivnosti, rizik od sekundarne povrede može da bude od 6% do čak 30%, a može da bude povezan sa nekoliko faktora, uključujući hiruršku tehniku, uzrast, nivo aktivnosti, pol, vreme od operacije i biomehaničku adaptaciju u toku dinamičkih pokreta.<sup>12</sup>

Allen i sar. su u svom istraživanju ispitali da li fudbalerke imaju veći rizik od sekundarne povrede ACL u poređenju sa drugim sportistkinjama i sa fudbalerima. Otkriveno je da se fudbalerke koje su podvrgnute ACL rekonstrukciji (ACLR) imale povećan rizik od povrede grafta ali i kontralateralne ACL povrede u poređenju sa sportistkinjama koje nisu igrale fudbal. Faktori rizika za rupturu grafta su bili uzrast i vraćanje sportu nakon povrede. Skoro polovina ipsilateralnih ruptura desila se u prvih 12 meseci nakon povratka sportu, dok su se povrede kontralateralnog ligamenta dešavale kasnije. 28% svih igrača i 34% fudbalera koji su se vratili sportu su imali sekundarnu povredu ACL (kako grafta tako i kontralateralnog ACL), u poređenju sa 9% igrača koji se nisu vratili igri nakon povrede.<sup>13</sup>

Programi neuromišićnog treninga se sve više koriste u kliničkoj praksi za rehabilitaciju donjeg ekstremiteta. Nekoliko programa je odobreno za pacijente sa povredom i nakon rekonstrukcije ACL kao i za prevenciju povreda. Cilj neuromišićnog treninga je da se poboljša mogućnost generisanja brzih i optimalnih obrazaca aktivacije mišića, poveća dinamska stabilnost zglobova i ponovo nauče pokreti i veštine potrebni za svakodnevne i sportske aktivnosti. Nakon rekonstrukcije ACL, važno je bilo uzeti u obzir zarastanje grafta i opterećenje ACL u toku vežbi proprioceptije i neuromišićne kontrole. Program rehabilitacije sastoji se od vežbi ravnoteže, vežbi za dinamičku stabilnost zglobova, pliometrijskih vežbi, vežbi agilnosti i vežbi specifičnih za sport. Program se primenjuje 3 puta nedeljno tokom 6 meseci.<sup>14</sup>

Neuromišićni trening je uključen u kliničku praksu kada su u pitanju kako gornji, tako i donji ekstremiteti. Neuromišićni trening se definiše kao trening koji je usmeren na povećanje nesvesnih mišićnih odgovora stimulacijom aferentnih neurona i moždanih centara odgovornih za dinamičku kontrolu zglobova. Nakon povrede ACL, biomehanika zgloba je znatno izmenjena, ali neuromišićni trening može da poboljša kontrolu abnormalnih pokreta u zglobu u toku aktivnosti, indukovanjem kompenzatornih promena u obrascima aktivacije mišića.<sup>14</sup>

Aberantni neuromišićni i biomehanički obrasci pokreta prisutni su i do dve godine nakon rekonstrukcije ACL, što može da objasni visoku učestalost sekundarnih povreda. Deficit neuromišićne kontrole obe noge nakon rekonstrukcije ACL je direktno odgovoran za rizik od sekundarne povrede. Moguće je da ovaj deficit nije posledica inicijalne povrede kolena i posledične operacije, već rezultat neodgovarajućih obrazaca pokreta sportiste i pre same

povrede. Stoga je identifikacija i ciljani tretman aberantnih pokreta nakon rekonstrukcije ključan ne samo za maksimalni oporavak već i za prevenciju sekundarnih povreda. Iako neuromišićni trening može da smanji učestalost primarne povrede ACL za 43,8% do 73,4%, efikasnost istih programa za prevenciju sekundarnih povreda nije još istražen.<sup>12</sup>

Nakon rekonstrukcije povređenog ACL, vraćanje simetrije kada je u pitanju snaga mišića, ne znači i simetriju u motornoj kontroli između povređene i kontralateralne noge. Ovaj koncept prisutan je i kod nepovređenih sportistkinja koje pokazuju visokorizične biomehaničke odlike, čak i pored značajne simetrije u pogledu snage mišića. Dobra neuromišićna kontrola se postiže ravnotežom snage, mobilnosti, kinestezije, efikasne mehanike zgloba i visoko adaptabilnog motornog nervnog sistema. Kod sportista koji ne ispunjavaju funkcionalne kriterijume za vraćanje sportu, pokazana je značajna funkcionalna asimetrija kolena i kukova u poređenju sa sportistima koji jesu ispunili ove kriterijume. Kod aktivnosti koje uključuju skok i doskok, pokazana je asimetrija u produkciji i kontroli smanjenja mišićne snage, kao i funkcionalnim osobinama kako kolena tako i kuka, čak i do 4 godine nakon rekonstrukcije ACL. Značajno je da motorni deficit obe noge nakon unilateralne rekonstrukcije, drastično povećava rizik od sekundarne povrede ACL.

Ciljani neuromišićni trening i ponovno učenje imaju najveći efekat na neuromišićne komponente sekundarne povrede. Neuromišićna disfunkcija postoji pre povrede, nakon povrede i nakon rekonstrukcije kod pacijenata sa istorijom povrede ACL. Postoje dokazi da se nakon rekonstrukcije povećava opterećenje nepovredjene noge u toku sportskih aktivnosti, što delom može da objasni povećanu incidencu sekundarne povrede kontralateralne noge. Uticaj nepravilne pozicije i kontrole trupa na rizik od povrede ACL još nije empirijski testiran, ali može da bude faktor rizika budući da je povećanje abdukcije kolena direktna posledica pozicije trupa u toku nekih pokreta. Pokazano je dakle da neuromišićni deficiti donjeg ekstremiteta zajedno sa poremećajem položaja trupa mogu da budu važni promenljivi faktori rizika za sekundarnu povredu ACL. Merenje simetrije jacinice misica nije dovoljno da bi se procenila sposobnost vraćanja sportu kao ni rizik od sekundarne povrede.

## Neuromišićni trening – procena i program rehabilitacije<sup>12</sup>

Di Stasi i sar. su u svojoj studiji o neuromišićnom treningu usmerenom na prevenciju sekundarnih povreda ACL, predložili standardizovani model utvrđivanja neuromišićnih deficita kao i specifičan program vežbi koji je usmeren na konkretne motorne deficite kod pojedinaca.

Trenutni standardi za postoperativnu rehabilitaciju uključuju vežbe i neuromišićni trening koji imaju za cilj vraćanje potpunog obima pokreta koji je postojao pre povrede, bez prisustva bola. Ciljana rehabilitacija koja je usmerena na konkretne neuromišićne deficite specifične za pacijenta je više efektivna ali metode procene ovih deficita nisu dovoljno standardizovane. Predloženi program u kasnoj fazi rehabilitacije ovde opisan, podrazumeva progresivno zahtevnije zadatke, što znaci da bi trebalo koristiti objektivne kriterijume za započinjanje ovog programa. Za izvođenje ovih testova neophodno je da svi pacijenti imaju pun obim pokreta bez bola koji je isti kao i na nepovrđenoj nozi, minimalan otok kolena, najmanje 70% simetrije snage i mogućnost skakanja u mestu bez bola ili oklevanja.

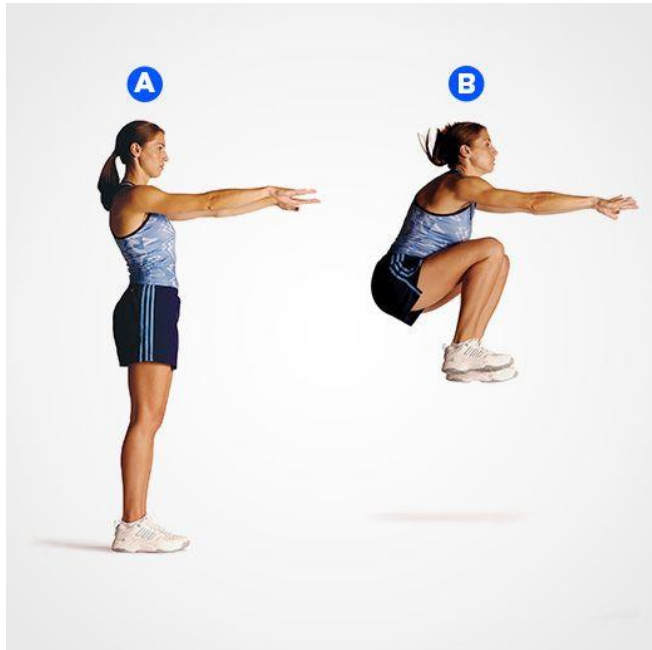
Vreme proteklo nakon operacije nije dovoljan pokazatelj sposobnosti vraćanja sportu, niti određuje brzinu progresije tokom rehabilitacije. Baterija testova koja uključuje merenje snage, dinamičke funkcije kolena i subjektivnu procenu funkcije kolena treba da se koristi više puta u toku kasne faze rehabilitacije kako bi se procenilo napredovanje i sposobnost vraćanja sportskim aktivnostima.

Smanjena snaga kvadricepsa nakon rekonstrukcije ACL je u vezi sa smanjenim obimom pokreta u kolenu tokom hoda, smanjenom simetrijom u toku skoka na jednoj nozi i subjektivnog osećaja smanjene funkcije povredene noge.

Funkcija kolena merena na osnovu skakanja na jednoj nozi 6 meseci nakon operacije je odličan pokazatelj dobre funkcije kolena godinu dana nakon ACLR.



Skok sa savijenim kolenima (tuck jump) je još jedan dinamički test skakanja koji se poboljšava sa neuromišićnim treningom i takođe je vezan za smanjenje pokreta u zglobu u frontalnoj ravni. Postoji 10 kriterijuma za uspešan skok, bodovi se smanjuju kada postoji asimetrija u pokretima, povećano kretanje trupa, kukova i kolena u frontalnoj ravni i pogoršanje tehnike.



Oba testa ispituju simetriju i kvalitet pokreta, što oslikava moguće neuromišićne deficite koji mogu da budu prisutni na oba ekstremiteta, bez obzira da li je prisutna simetrija ili ne. Ovi testovi kratko traju, ne zahtevaju veliki prostor i potrebne su samo dve kamere postavljene u dva

pravca. Kombinacija procene snage, testova skoka i subjektivne procene funkcije, uz kliničke testove za procenu kvaliteta pokreta, može da ustanovi neuromišićne deficite kako trupa tako i udova i tako poboljša performanse u sportu i smanji rizik od ponovne povrede ACL.

Predložen je model neuromišićnog treninga u kasnoj fazi rehabilitacije, koji je usmeren na sve promenljive faktore rizika kao i preostale abnormalne pokrete koji su postojali pre i nakon operacije. Programi koji su se pokazali efikasni u smanjenju rizika od primarne povrede koriste 3D trening sa progresivnim povećanjem brzine i težine izvođenja, sa naglaskom na pravilnu tehniku skoka i doskoka i tehnike održavanja ravnoteže. Budući da je asimetrija među nogama jedan od značajnih faktora, ovaj program rehabilitacije uključuje bilateralni trening koji ima za cilj smanjenje motornih deficita obe noge. Neuromišićno učenje trupa je takođe značajno, a cilj je zadovoljavajuća kontrola i simetrija prilikom pokreta. Npr., veći nagib grudnog koša i rotacija trupa prema opterećenoj nozi dovodi do veće abdukcije kolena, stoga kontrolisani pokreti trupa prema opterećenoj nozi mogu da poboljšaju kontrolu kod ovih rizičnih pokreta.

Vežbe koje su usmerene na opterećenje kuka prilikom unutrašnje rotacije kod doskoka

Loša motorna funkcija zadnjih i lateralnih mišića kuka može da utiče na proizvodnju optimalnih pokreta u kuku koji će obezbediti kontrolu zgloba prilikom doskoka. Stoga, vežbe koje zahtevaju velike pokrete ekstenzije i spoljašnje rotacije kuka, uz velike uglove fleksije kuka i izbegavanje pomeranja noge van sagitalne ravnine, bi trebalo da dovedu do velikih kontrakcija ciljnih mišića, tj ekstenzora kuka, abduktora i spoljašnjih rotatora.

Aktivnosti na jednoj nozi zahtevaju adekvatnu kontrolu trupa i same noge kako bi se smanjili nepotrebni pokreti u frontalnoj i poprečnoj ravni. Cilj anteriornih i lateralnih progresivnih vežbi na jednoj nozi jeste da se poveća snaga mišića fleksora tokom kontrolisanih pokreta. . Cilj velike fleksije kolena i kuka tokom iskoraka jeste povećane sile i snage proksimalne muskulature kako bi se sprečili nepotrebni pokreti u kuku van ravnine. Skok sa savijenim kolenima, odnosno doskok, oponaša položaj ekstenzije za koji je poznato da dovodi koleno u valgus i tako opterećuje ACL kod sportista sa motornim deficitima. Kako sportista usavršava tehniku, povećava se opterećenje pomoću pliometrijskih pokreta.



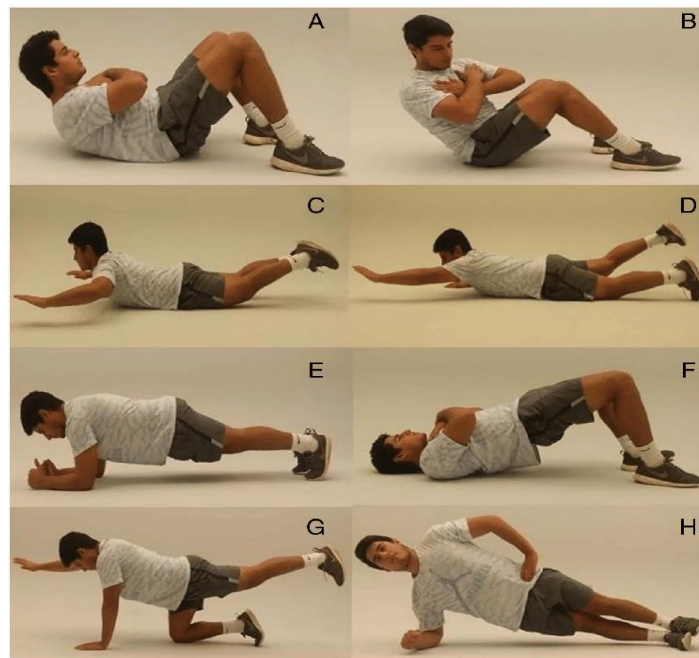
Vežbe koje su usmerene na smanjenje pokreta kolena u frontalnoj ravni tokom doskoka.

Anteriorne i lateralne vežbe na jednoj nozi sa progresijom, kao i lateralni skokovi, zahtevaju kontrolu u frontalnoj ravni kako bi tehnika bila pravilna. Iskorak sa progresijom zahteva veliku kontrolu proksimalnih mišića zbog male baze oslonca, a proizvodi velike sile zbog velikih pokreta u sagitalnoj ravni, naročito kod velike fleksije kolena prednje noge. Smanjena kontrola kod prednjeg i lateralnog iskoraka se manifestuje putem prekomernih pokreta u frontalnoj ravni. Dominantni ligament, kvadriceps, noga i strana trupa su povezani sa nestabilnošću kolena i mogu da se procene putem skoka sa podizanjem kolena. Pravilna forma tokom ovog skoka ukazuje na bolju motornu kontrolu.

Sportisti kojima su pružane povratne informacije tokom skoka sa podizanjem kolena su pokazali bolju kontrolu i kod pliometrijskog skoka, što govori o prenosu motornih strategija, koji može da ima direktan uticaj na smanjenje rizika od povrede ACL. Biofidbek i instrukcije tokom izvođenja ovih vežbi može da smanji prekomerne pokrete i kod pacijenata nakon rekonstrukcije ACL.



Adekvatna snaga trupa i kuka može takođe da utiče na mehaniku noge u toku dinamičkih vežbi. Trening trupa tokom lateralne fleksije, pronacije i klečanja može da poboljša propriocepciju trupa i smanji prekomerne pokrete trupa koji mogu da povećaju rizik od povrede ACL. Jačanje zadnje lože buta takođe poboljšava kontrolu pokreta noge u frontalnoj ravni tokom dinamičkih pokreta. Mali odnos snage hemstringa i kvadricepsa je karakteristika mladih sportistkinja koje su pod većim rizikom od povrede ACL. Jačanje zadnje lože buta kao i glutealih mišića pomoću progresivnih vežbi sa opterećenjem može da smanji rizik i od sekundarne povrede ACL. Podaci ukazuju da su za smanjenje rizika kako od primarne tako i od sekundarne povrede ACL potrebne i pliometrijske vežbe i vežbe dinamičke stabilizacije.



Vežbe koje su usmerene na asimetriju pokreta kolena u sagitalnoj ravni tokom doskoka

Smanjen ugao fleksije kolena tokom dinamičkih vežbi je moguć mehanizam povrede ACL. Asimetrija sile rotacije kolena u sagitalnoj ravni je i karakteristika kod sportista nakon povrede i nakon operacije i prediktor je ponovne povrede ACL. Vežbe koje povećavaju bolju i više simetričnu fleksiju kolena a koje takođe kontrolišu i frontalne i transverzalne pokrete noge i trupa mogu da poboljšaju mehaniku kolena tokom doskoka i tako smanje rizik od ponovne povrede. Povećana fleksija trupa povećava moment fleksije kuka i kolena, smanjuje vertikalnu silu reakcije podloge što na kraju povećava silu ekstenzije kolena a smanjuje silu ekstenzije kuka. Pospešivanje uspravnog položaja trupa, može da bude bolje u smislu sport specifičnih zadataka, ali može da spreči prenos opterećenje sa kolena na ipsilateralni članak i kuk. Izazov predstavlja korišćenje vežbi koje će preizvesti funkcionalni uspravni položaj trupa ali takođe i povećati simetriju ekstenzije kolena nakon inicijalnog kontakta sa podlogom.

Vežbe kao što su iskorak i iskorak sa progresijom su način za uspostavljanje velikih obrtnih sila u rekonstruisanom kolenu i takođe mogu da poboljšaju simetriju snage nogu, uz držanje uspravnog položaja trupa.

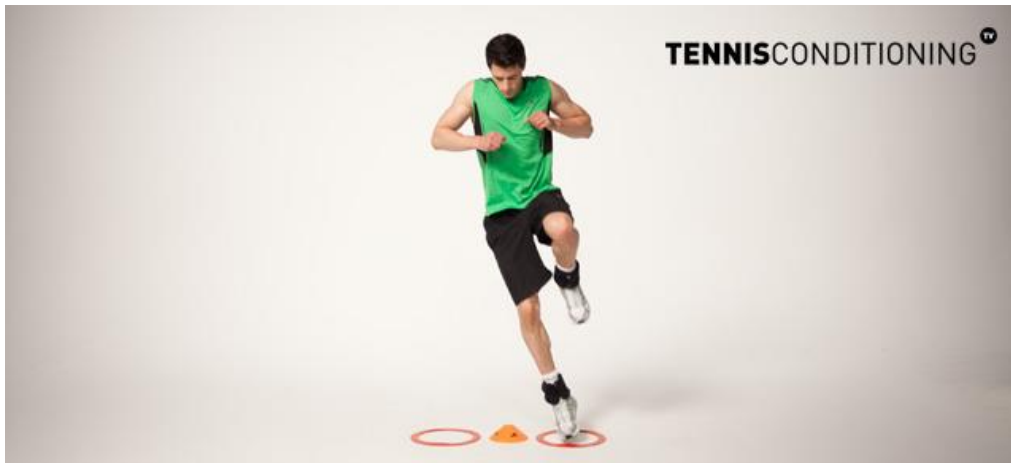


Slično, čučanj skok zahteva držanje duboke fleksije kolena ali i povećava snagu zadnje lože buta kao i muskulature kuka. Kombinacija blage fleksije trupa, sa pratećom fleksijom kuka i kolena i mekim doskokom bi trebalo da pozitivno utiče na sve promenljive faktore rizika za ponovnu povredu ACL.



Vežbe koje su usmerene na deficite posturalne stabilnosti

Posturalna nestabilnost koja je faktor rizika za ponovnu povredu ACL može da se ustanovi tokom vežbi ravnoteže i može da se poboljša uz pomoć neuromišićnog treninga. Vežbe na jednoj nozi, kao sto su prednji i lateralni skokovi zahtevaju produženo držanje položaja, uz kontrolu opterećenja i pozicije noge i održavanje ravnoteže. Konkretno, prekomerni pokreti trupa koji utiču na promenu centra ravnoteže mogu da optereće koleno. Posturalna stabilnost može da se poboljša pomoću vežbi za ravnotežu, dinamičkog jačanja trupa i neuromišićnog treninga trupa kod pronacije i klečanja.



Kako sportista napraduje kroz svaku fazu protokola, naglasak je na proizvodnji i kontroli snage i dodavanju zadataka specifičnih za određeni sport. Krajnje faze treninga obuhvataju vežbe za dinamičku stabilizaciju noge i poboljšanje posturalne stabilnosti na jednoj nozi.

Ovi podaci su važni za sportiste u odluci da li i kada da se vrate fudbalu i ukazuje na važnost preventivnih programa kako za primarne tako i za sekundarne povrede.

## Zaključak

Prednji ukršteni ligament je struktura koja daje stabilnost zglobu kolena, ali nažalost i struktura koja najčešće biva povređena u samom zglobu. Pokazano je da su povrede ovog ligamenta najčešće kod sportova koji zahtevaju nagle promene brzine i pravca kretanja, promene položaja tela kao i česte skokove/doskoke. Fudbal je jedan od sportova u kom se najčešće javljaju povrede ovog ligamenta. Značajno je da fudbalerke imaju mnogo veći rizik od povrede, kako zbog spoljašnjih, tako i zbog unutrašnjih faktora rizika. Dugo je vladalo mišljenje da je valgus opterećenje glavni mehanizam povrede ligamenta, međutim novija saznanja pokazuju da je ipak smicanje golenjače put napred primarni mehanizam opterećenja prednjeg ukrštenog ligamenta. Kada je u pitanju lečenje, izbor između konzervativnog i hirurškog lečenja zavisi od različitih faktora, najviše od starosti pacijenta i nivoa sportske aktivnosti kojom se bavi. Nakon sprovedenog lečenja, potrebna je duga i intenzivna rehabilitacija koja podrazumeva i procedure koje će sprečiti ponovne povrede ligamenta. Iako lečenje ima relativno dobar uspeh, treba imati u vidu da je primarna prevencija ipak najvažnija. Sve veća pažnja se usmerava na formiranje programa prevencije koji, pored toga što su delotvorni moraju da budu i efektivni i zanimljivi sportistima, kako bi ih se isti što više pridržavali. Fudbal je najpopularniji sport na svetu, zbog čega bi trebalo uložiti velike napore da se adekvatno obuču treneri i sami sportisti, kako bi se u što većoj meri sprečila pojava povreda, ne samo u višim nego i u nižim ligama.

## Literatura

---

- <sup>1</sup> Krmptić-Nemanić J. (1979). Anatomija čovjeka: Lokomotorni susav, živčani sustav i osjetila (2. izdanje). Zagreb: Jugoslavenska medicinska naklada.
- <sup>2</sup> Sučević N. (2020). Ligamenti kolena – povrede, vrste i funkcije ligamenata kolena. Preuzeto 06.07.2022. sa <https://sucevic.rs/blog/koleno/ligamenti-kolena/>
- <sup>3</sup> Waldén M, Hägglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Jan;19(1):3-10.
- <sup>4</sup> Quisquater L, Bollars P, Vanlommel L, Claes S, Corten K, Bellemans J. The incidence of knee and anterior cruciate ligament injuries over one decade in the Belgian Soccer League. *Acta Orthop Belg.* 2013 Oct;79(5):541-6.
- <sup>5</sup> Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res.* 2014 Feb 4;3(2):20-31.
- <sup>6</sup> Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician.* 2010 Oct 15;82(8):917-22.
- <sup>7</sup> Dai, Boyi & Mao, Dewei & Garrett, William & Yu, Bing. (2014). Anterior cruciate ligament injuries in soccer: Loading mechanisms, risk factors, and prevention programs. *Journal of Sport and Health Science.* 3. 299-306. 10.1016/j.jshs.2014.06.002.
- <sup>8</sup> De Ste Croix MB, Priestley AM, Lloyd RS, Oliver JL. ACL injury risk in elite female youth soccer: Changes in neuromuscular control of the knee following soccer-specific fatigue. *Scand J Med Sci Sports.* 2015 Oct;25(5):e531-8.
- <sup>9</sup> Fizioterapeut Portal o fizikalnoj terapiji i rehabilitaciji. (2017). Lachmann test. Preuzeto 07.07.2022. <https://www.fizioterapeut.hr/medicinski-rjecnik/lachmann-test/>
- <sup>10</sup> Fizioterapeut Portal o fizikalnoj terapiji i rehabilitaciji. (2020). Test prednje ladice. Preuzeto 07.07.2022. <https://www.fizioterapeut.hr/medicinski-rjecnik/test-prednje-ladice/>
- <sup>11</sup> Physiopedia. (2017). Pivot shift test. Preuzeto 07.07.2022. [https://www.physio-pedia.com/Pivot\\_Shift](https://www.physio-pedia.com/Pivot_Shift)
- <sup>12</sup> Di Stasi S, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training to target deficits associated with second anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013 Nov;43(11):777-792, A1-11.

---

<sup>13</sup> Allen MM, Pareek A, Krych AJ, Hewett TE, Levy BA, Stuart MJ, Dahm DL. Are Female Soccer Players at an Increased Risk of Second Anterior Cruciate Ligament Injury Compared With Their Athletic Peers? *Am J Sports Med.* 2016 Oct;44(10):2492-2498.

<sup>14</sup> Risberg MA, Mørk M, Jenssen HK, Holm I. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001 Nov;31(11):620-31.