

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

PRIMENA TRENAŽNIH METODA U PROCESU REHABILITACIJE
SPORTISTA NAKON POVREDE PREDNJIH UKRŠTENIH LIGAMENATA

Završni rad

Kandidat:

Stefan Radojičić 09/2013

Beograd, 2017.

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

PRIMENA TRENAŽNIH METODA U PROCESU REHABILITACIJE
SPORTISTA NAKON POVREDE PREDNJIH UKRŠTENIH LIGAMENATA

Završni rad

Kandidat:
Stefan Radojičić 09/2013

Datum: _____

Ocena: _____

Mentor:
Red. prof. dr Vladimir Koprivica

Članovi komisije:
Van. prof. dr Marija Macura

Ass Marko Ćosić

Beograd, 2017.

SAŽETAK

Tema: Primena trenažnih metoda u procesu rehabilitacije sportista nakon povrede prednjih ukrštenih ligamenata

Sažetak:

Prednji ukršteni ligament predstavlja intrakapsularnu vezu i kao takav je jedan od najbitnijih ligamenata koji učestvuju u stabilnosti zgloba kolena, a koji svoj pripoj ima na kondilima butne kosti i golenjače, koje povezuje. Povrede ovog ligamenta, koje nastaju najčešće kao posledica nekontaktnih mehanizama, mogu dovesti do nestabilnosti kolena, povrede meniskusa i preuranjenih degenerativnih promena zglobnih površina. Za sportiste sa pokidanim prednjim ukrštenim ligamentom, značajni su preoperativni, a naročito postoperativni program rehabilitacije, gde je veoma bitno da pri prelasku u narednu fazu procesa rehabilitacije, budu u potpunosti ispunjeni uslovi/ciljevi prethodne faze.

Ključne reči: zglob kolena, mehanizmi povrede, proces rehabilitacije.

Title: Application of training methods in the process of rehabilitation of athletes after injury of anterior cruciate ligament.

Summary:

The front crossed ligament represents an intracapsular connection and as such is one of the most important ligaments involved in the stability of the knee joint, which has its attachment to the condylus of the femur and tibia, that it connects. Injuries of this ligament, which occur most often as a result of non-contact mechanisms, can lead to knee instability, meniscus injury and premature degenerative changes in joint surfaces. For athletes with damaged/broken anterior cruciate ligament, it is very important preoperative and especially post-operative rehabilitation program, where it is very important when moving to the next phase of the rehabilitation process, that conditions / goals of the previous phase are fully fulfilled.

Key words: knee joint, injury mechanisms, rehabilitation process.

SADRŽAJ

UVOD	5
ANATOMIJA I BIOMEHANIKA PREDNJIH UKRŠTENIH LIGAMENATA	5
MEHANIZAM POVREDE	6
DIJAGNOZA	6
Lachman-ov test	7
PROCES REHABILITACIJE	8
PRIMENA RAZLIČITIH METODA U PROCESU REHABILITACIJE	10
PROTOKOL REHABILITACIJE NAKON OPERACIJE PREDNJIH UKRŠTENIH LIGAMENATA (Prema Advanced Continuing Education Institute)	13
PREOPERATIVNA FAZA	13
I FAZA - NEPOSREDNA POSTOPERATIVNA FAZA (OD 1. DO 7. DANA)	13
Prvi postoperativni dan	14
Drugi i treći postoperativni dan	14
Postoperativni dani 4-7	15
II FAZA - RANA REHABILITACIONA FAZA (2. I 3. NEDELJA)	15
Druga nedelja:	16
Treća nedelja	17
III FAZA - FAZA PROGRESIVNOG POVEĆANJA SNAGE I FAZA NEUROMUSKULARNA FAZA (OD 4. DO 10. NEDELJE)	17
Četvrta nedelja	18
Šesta nedelja	19
Osma nedelja	19
Deseta nedelja	19
IV FAZA - FAZA NAPREDNIH AKTIVNOSTI (OD 11. DO 16. NEDELJE)	20
Nedelje 14.-16.	21
V FAZA - FAZA POVRATKA U SPORT (OD 17. DO 22. NEDELJE)	21
ZAKLJUČAK	23
LITERATURA	24

UVOD

ANATOMIJA I BIOMEHANIKA PREDNJIH UKRŠTENIH LIGAMENATA

Zglob kolena se sastoji od butne kosti (femur), golenjače i čašice (patellae-e) i primarno je zglob šarke, ali omogućava i malu količinu rotacija tokom pokreta fleksije i ekstenzije. Između zglobnih površina butne kosti (kondila) i golenjače (zglobne površine na kondilima) nalaze se fibrozno-hrskavični umeci koji se nazivaju meniskusi (medijalni/lateralni). Meniskusi deluju kao amortizeri između butne kosti i golenjače, štiteći zglobne površine. U jednu od četiri najbitnije veze između zgloba kolena koje povezuju femur i tibije jeste prednja ukrštena veza (Ligamentum Cruciatum Anterior - ACL). Prednji ukršteni ligament je smešten u sredini zgloba kolena zajedno sa zadnjim ukrštenim ligamentom (PCL). Prednji ukršteni ligament je kolageni ligament koji se pripaja na prednjem interkondilarnom polju gornjeg okrajka tibije i na zadnje-unutrašnjem delu spoljašnjeg kondila donjeg okrajka femura.

Iako deluje kao pojedinačni ligament, sastoji se iz dva glavna snopa: prednje-medijalnog snopa, koji je krut pri fleksiji i zadnje-spoljašnjeg snopa, koji je krut pri pokretima ekstenzije. Najveće sile koje prednji ukršteni ligament podnosi su poslednjih 30° ekstenzije kolena, kao i prilikom hiperekstenzije zgloba kolena. Pored primarnog uticaja na kontrolu rotacije zgloba kolena i ograničavanja unutrašnje rotacije tibije, prednji ukršteni ligament ograničava i “varus i valgus” položaj u zglobu kolena. Glavni izvor snabdevanja prednjeg ukrštenog ligamenta krvlju potiče od neparne zglobne grane a. poplitea-e (a. genus media), dok je za inervaciju “zadužena” grana golenjačnog nerva (n. tibialis-a) - zadnji zglobni nerv. Pored statičke stabilnosti kolena, prednji ukršteni ligament pruža proprioceptivni biofeedback, za koji se smatra da doprinosi dinamičkoj kontroli. Studije su pokazale proprioceptivni deficit, čak i kod kolena koje je podvrgnuto operativnom zahvatu prednjeg ukrštenog ligamenta.

U prednjem ukrštenom ligamentu nalaze se “ugradjeni” nervni završeci i mehanoreceptori, zvani proprioceptori, koji šalju signale mozgu i centralnom nervnom sistemu o položaju zgloba kolena. Kada su ovi nervni završeci stimulisani, centralni nervni sistem aktivira mišiće oko kolena, sa ciljem da postave zglob u što stabilniju poziciju. Prema tome, opšta funkcija primarnog ukrštenog ligamenta je da omogućuje zglobu kolena stabilnost prilikom pokreta.

MEHANIZAM POVREDE

Govorimo o tri glavna uzročnika povrede prednjih ukrštenih ligamenata:

1. Direktne kontakti (30%);
2. Indirektni;
3. Ne-kontaktne (70%), prilikom neadekvatnog izvođenja pokreta.

Postoje dva tipična mehanizma ne-kontaktne povrede koja vode ka kidanju prednjeg ukrštenog ligamenta:

1. Primarni mehanizam se dešava kada dodje do iznenadnog pomeranja između butne kosti i golenjače. Ovakav slučaj se može javiti u situacijama kada osoba trči i pokuša da napravi brzo zaustavljanje i promenu pravca u isto vreme ili u situaciji kada želi da promeni pravac sa stopalom u položaju plantarne fleksije.
2. Drugi mehanizam je hiperekstenzija kolena koja izaziva oštećenje prednjeg ukrštenog ligamenta, uzrokovano preteranim istezanjem. Hiperekstenzija može nastati kao rezultat doskoka pri ekstenziranom kolenu ili u slučaju frontalnog udarca ekstenziranog kolena.

Smatra se da su žene i do 3 puta sklonije povredi prednjih ukrštenih ligamenata nego muškarci i to iz sledećih razloga:

- Manje veličine i drugačijeg oblika interkondilarnog žleba;
- Šire karlice;
- Veće labavosti ligamenata;
- Neuromuskularnih faktora.

DIJAGNOZA

Dijagnoza pokidanog prednjeg ukrštenog ligamenta često se sprovodi na osnovu opisa povrede i odmah nakon pojave efekata. Kako bi se dodatno opisao mehanizam, bitno je napomenuti da će 85% pacijenata osetiti pucanje u trenutku povrede i većina će imati vidljiv otok u trajanju od 2-3 sata nakon pojave povrede (nakon kidanja). Specifični klinički testovi i primena KT 1000/2000 mogu biti primenjeni kako bi se utvrdilo da li je koleno labavo, što može ukazivati na pokidan prednji ukršteni ligament. Magnetna rezonanca pruža sliku koja na najbolji način daje uvid u stanje ligamenta, odnosno da li je došlo do njegovog kidanja.

Lachman-ov test

Jedan od najčešće korišćenih testova za procenu stabilnosti prednjeg ukrštenog ligamenta jeste Lachman-ov test. Test podrazumeva da se ispitanik nalazi u supinatornom položaju (ležeći položaj na leđima), pri čemu se zglobov kolena postavlja u položaj fleksije od oko 15° i sa blagom spoljašnjom rotacijom. Nakon toga, stabilizujući femur jednom rukom i postavljajući drugu ruku iza proksimalnog dela golenjače (u nivou linije zgloba), izvodi se potiskivanje tibije prema napred.

Kod normalnog "odgovora" trebalo bi da postoji stabilno ograničenje prednjeg pokreta. Prednje pomeranje (depozicija) proksimalnog dela (kraja) tibije ispitanik oseća u svom palcu. Stepenn labavosti je definisan veličinom prednjeg pomeranja tibije.

Modifikacija ovog testa pokazala je vernije rezultate od klasičnog Lachman-ovog testa, i naziva se Drop Leg Lachman test (DLL test). Kod ovog testa ispitanik se nalazi takodje u supinatornom položaju. Donji ekstremiteti se nalaze u abduciranom položaju, tako da je koleno flektirano pod uglom od 25°. Ugao fleksije i rotacije održava se pridržavanjem stopala pacijenta između ispitivačevih nogu. Natkolenice su fiksirane na površini jednom rukom ispitivača, dok je slobodna ruka ispitivača pozicionirana sa dorzalne strane potkolenice (proksimalni deo golenjače) i izvodi se napred usmereno pomeranje.

Istraživanja su pokazala da je kod Drop Leg Lachman testa (DLL) došlo do ekscurzije koja je za oko 2 mm veća nego pri sprovođenju klasičnog Lachman-ovog testa.

Problemi koji se javljaju kod klasičnog Lachman-ovog testa odnose se na: težinu testiranja velikog uda, kontrolu fleksije i rotacije i nedostatak relaksacije kod pacijenta.



Prednosti Drop Leg Lachman testa (DLL) nad klasičnim Lachman-ovim testom:

- lakši je za izvođenje;
- lako i efikasno pridržavanje teških donjih ekstremiteta i
- omogućava veći senzitivitet.

Slika 1. Drop Leg Lachman Test (DLL Test)

Feagin i Cooke takodje predlažu još jednu modifikaciju Lachman-ovog testa čija je glavna karakteristika pronacioni položaj (ležeći položaj na trbuhu). Prema njima, ovaj položaj omogućava veću osetljivost.¹

Potrebno je napomenuti da najverniju dijagnozu kod pacijenata sa povredom prednjeg ukrštenog ligamenta daje magnetna rezonanca.

¹ James Andrews, Gary Harrelson, Kevin Wilk (2012.) Physical rehabilitation of the injured athlete, 4th edition

PROCES REHABILITACIJE

Povrede koje uključuju prednji ukršteni ligament nastavljaju da budu veoma česta pojava u sportu. Iako proces rehabilitacije ove povrede još uvek varira, danas postoji veća saglasnost u poredjenju sa ranijim periodima, naročito u ranoj fazi rehabilitacije. Vremenski okvir bilo kog protokola rehabilitacije, trebalo bi da bude adaptiran različitim situacijama, progresijama, koje su definisane preko kriterijuma (smernica), umesto samo vremena trajanja određene faze.

Bez obzira da li je sportista odlučio da bude podvrgnut operativnoj proceduri ili konzervativnoj proceduri, intervencija koja odmah prati povredu prednjeg ukrštenog ligamenta je ista.

Prvi cilj jeste kontrola hemartroze (traumatska povreda, koja nastaje usled rupture krvnih sudova koje snabdevaju zglobov kolena krvlju) i opštih zapaljenskih procesa. Sportista bi trebalo da nosi štike i da bude upućen u vezi bezbolnih parcijalnih težina u vezi tradicionalnih anti-inflamatornih (anti-zapaljenskih) programa korišćenjem leda, u vezi kompresija...

Steznik nije neophodan, osim ako i druge, povezane ligamentarne povrede nisu prisutne.

Vežbe pokreta (opsega pokreta- range of motion), trebalo bi da započnu odmah, sa akcentom na pasivno istezanje, kako bi se delovalo preventivno na širenje ožiljaka u interkondilarnom useku. Puna ekstenzija takodje doprinosi jačanju m. quadriceps femoris-a, što je veoma bitno nakon povrede prednjeg ukrštenog ligamenta.

Friden i saradnici (Friden et al) navode da do opadanja snage m.quadriceps femoris-a nakon povrede prednjeg ukrštenog ligamenta, dolazi zbog nedostatka aferentnog priliva od prednjeg ukrštenog ligamenta povredjenog kolena.²

Takodje se smatra da do nedostatka u voljnoj kontrakciji m.quadriceps femoris-a nakon povrede prednjeg ukrštenog ligamenta može doći zbog refleksne inhibicije mišića. Vežbe sa opterećenjem su sve prisutnije kako bol nestaje, otok u predelu zgloba opada (nestaje), kontrola m.quadriceps femoris-a raste i kako se postigne puna aktivna ekstenzija u zglobov kolena. Sve dok se ovi ciljevi ne postignu, ne prelazi se na složene vežbe sa opterećenjem.

Veoma je bitna i primena vežbi otvorenog i zatvorenog kinetičkog lanca.

Osnovne karakteristike vežbi otvorenog kinetičkog lanca su:

- izvođenje bez oslonca;
- pokret se izvodi u jednom zglobov;
- distalni segmenti su slobodni;
- otpor se uglavnom primenjuje na distalne segmente.³

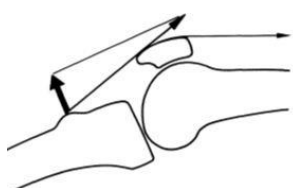
² James Andrews, Gary Harrelson, Kevin Wilk (2012.) Physical rehabilitation of the injured athlete, 4th edition

Karakteristike vežbi zatvorenog kinetičkog lanca:

- dejstvo sile gravitacije (opterećenje postoji – u vidu sopstvenog tela);
- pokret se obavlja u više zglobova;
- distalni segmenti su fiksirani za podlogu;
- otpor može biti primenjen i proksimalno i distalno.

Budući da je m. quadriceps femoris antagonist prednjeg ukrštenog ligamenta, biomehanički faktor napetosti m. quadriceps femoris-a ima ključan uticaj na sve faze rehabilitacije.

Pokret fleksije od 0° - 45°

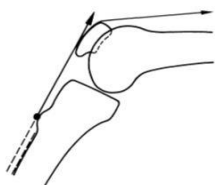


U ovom opsegu, čašica (patellae) je ispred hrapavog ispupčenja golenjače (tuberositas tibiae), a trakcija m. quadriceps femoris-a duž čašice stvara napred usmerenu silu. (Slika 2.)

Slika 2.

Pokret fleksije od 50° - 70°

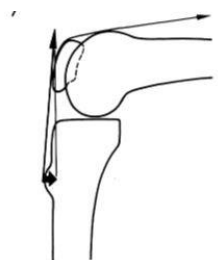
Čašica i hrapavo ispupčenje na golenjači se nalaze u istoj ravni sa prednjom ivicom golenjače (Slika 3).



Slika 3.

Pokret fleksije od 90°

Čašica je iza hrapavog ispupčenja na golenjači. (Slika 4.)



Slika 4.

PRIMENA RAZLIČITIH METODA U PROCESU REHABILITACIJE

Ko – kontrakcija

Ko – kontrakcija označava istovremenu kontrakciju fleksora kolena (mišića zadnje lože buta) i ekstenzora (m. quadriceps femoris-a), za kontrolisano mišićno „vođenje“ zgloba u biomehanički pogodan ugao od 60°.

„Duck standing“ (Pačiji stav)

U početnom položaju za ovu vežbu, koleno je u fleksiji pod uglom od 60°, uz ko – kontrakciju mišića zadnje lože buta i m. quadriceps femoris-a, kuk je u fleksiji pod uglom od 90°, leđa prava, a centar težišta tela je iznad kolena, dok je težina tela prenet na stopalo koje je ispred.

Najpre se zauzima definisan položaj pri čemu se pacijent pridržava sa strane (rukama), a zatim bez pomoći, oslanjajući se čitavom težinom na stopalo. Opterećenje koje se stvara ovim položajem/vežbom je pogodno za:

- Propriocepciju u zglobu;
- Mišićnu inervaciju;
- Metaboličke procese koji neutrališu osteoporozu čašice;
- Ishranu hrskavica;
- Jačanje svih tetiva i ligamenata.



Slika 5. „Pačiji stav“

„Duck walking“ (Pačiji hod)

Startna pozicija je ista kao za pačiji stav. Cilj je da se iz ovog stava pređe u lokomociju (kretanje). To dovodi do povećanih zahteva na mišićnu stabilizaciju zgloba tokom prenosa i zaustavljanja telesne mase.

Neuromuskularni koordinacijski trening

Kod ovog treninga, cilj je trenirati interakciju nervnog sistema (prijem, prenos i obradu motoričkih impulsa) i mišića (reaktivna kontrakcija), i to u okviru specifičnog, planiranog motornog niza, tako da kretanje može biti izvedeno ekonomično, sa najmanjim mogućim utroškom energije.

Odlazući mišićni napor, koordinacija je ključna za trening snage, brzine i izdržljivosti.

Statički i dinamički mišićni trening

Statički mišićni napor leži u izometrijskoj mišićnoj kontrakciji i služi da očuva datu poziciju tela ili ekstremiteta. Statički trening prvenstveno poboljšava intramuskularnu koordinaciju, u kojoj su visoki zahtevi stavljeni na preciznu inervaciju i regrutaciju pojedinačnih mišićnih vlakana. Kada pacijent može da izvede maksimalnu statičku kontrakciju bez bola, može napredovati u 2. fazu mišićne rehabilitacije, koja uključuje dinamičke koncentrične kontrakcije.

Dinamički mišićni napor može biti koncentričan i ekscentričan.

- Koncentričan (pozitivni) mišićni napor „leži“ na izotoničnoj mišićnoj napetosti, gde se mišić skraćuje kako se njegova napetost povećava. Sila koja je potrošena tokom izvođenja ovakvog pokreta je veća od otpora koji treba prevazići. Ovakav vrsta treninga prvenstveno poboljšava intermuskularnu koordinaciju.
- Ekscentričan (negativni) mišićni napor – kod ovakvog tipa vežbi, mišić se izdužuje kako postepeno popušta pod opterećenjem. To omogućava veće napore od onih u statičkom i koncentričnom treningu. S' toga, ekscentrična kontrakcije uvek treba da budu bezbolne, jer bol označava preopterećenost mišićnog tkiva.

U ranoj fazi rehabilitacije, akcenat je na treningu inervacije i koordinacije (ukidanje pokreta). Otpor u ovim vežbama uvek treba da bude u skladu sa pacijentovim neuromuskularnim mogućnostima. I statički i dinamički trenažni aspekti pacijentovog stava i hoda koriste telesnu težinu pacijenta kao otpor. U zavisnosti od nivoa mišićne kontrole, otpor može biti smanjen (dozvoljavajući oslonac rukama) ili može biti povećan (različiti načini povećanja opterećenja).

Kako proces rehabilitacije napreduje, koncentrični i ekscentrični dinamički trening uz korišćenje elastične trake omogućava postepeno povećanje otpora (slika 6.), koje je u skladu sa individualnim neuromuskularnim kapacitetom pacijenta. Sila istezanja trake postavlja ozbiljn zahteve na koordinaciju, snagu i izdržljivost specifičnih mišićnih grupa, koja pruža efektivan trenažni stimulus i u kasnijim fazama procesa rehabilitacije.



Slika 6. Primena elastične trake u povećanju otpora

Izokinetički trening

Za izokinetičke kontrakcije, oprema se koristi da održava konstantnu, unapred određenu brzinu, tokom izvođenje određenih vežbi. Mehanički otpor se u potpunosti prilagođava bilo kojoj sili koja je primenjena. Za svaki položaj zgloba, koncentrično kontrakujući mišići (agonisti i antagonisti) mogu razviti odgovarajuću maksimalnu napetost na jedinstvenoj brzini kontrakcije.

Tradicionalni rehabilitacioni protokoli ne razvijaju zadovoljavajuće – snagu donjih ekstremiteta, koja će omogućiti zaštitu kolena i unaprediti izvođenje pokreta/kretanja. Za „višesmerne“ sportove, sportisti moraju u dovoljnoj meri razviti njihova brza mišićna vlakna (vlakna tipa II), koja su odgovorn za visoko intenzivno stvaranje sile, stabilizaciju i redukciju sile.

Povrede zgloba kolena (naročito prednjih ukrštenih ligamenata), negativno utiču na neuromuskularnu kontrolu donjih ekstremiteta, a naročito na tip II mišićnih vlakana. Visoko intenzivni, sport - specifični trening se obično sprovodi nakon 5 – 6 meseci od operativnog zahvata i obično uključuje sprinteve, izvođenje tehnikih veština koje u karakteristične za datu sportsku granu i druge pliometrijske vežbe.

PROTOKOL REHABILITACIJE NAKON OPERACIJE PREDNJIH UKRŠTENIH LIGAMENATA (Prema Advanced Continuing Education Institute)

PREOPERATIVNA FAZA

Ciljevi:

- Smanjiti upalu, otok i bol;
- Obnoviti normalan opseg pokreta (naročito ekstenziju kolena);
- Obnoviti voljnu mišićnu aktivaciju;
- Zaštititi koleno od daljih povreda-naročito meniskus;
- Obezbediti obrazovanje pacijenta u cilju njegove pripreme za operaciju;
- Elastični zavoj ili steznik za koleno za redukciju otoka;
- Vežbe sa sopstvenim opterećenjem (sa ili bez štaka);

Vežbe:

- Plantarna i dorzalna fleksija u skočnom zglobu (mobilnost skočnog zgloba);
 - Pasivna ekstenzija do 0°;
 - Pasivna fleksija do tolerancije;
 - Podizanje prave noge (fleksija, ekstenzija, abdukcija);
 - Vežbe za jačanje m. quadriceps femoris-a;
 - Vežbe zatvorenog kinetičkog lanca: polučučnjevi, iskoraci...
-
- Elektrostimulacija kvadricepsa tokom izvođenja voljnih vežbi za kvadriceps (4-6 sati dnevno);
 - Proprioceptivni trening: vežbe hodanja unazad, vežbe balansa, eliminisati nekorišćenje m. quadriceps femoris-a pri hodu;
 - Krioterapija / elevacija - primenjivati led 20 min/h, podizati nogu sa potpuno opruženim kolonom (koleno mora biti iznad srca);
 - Edukacija pacijenta: uvid u postoperativni program rehabilitacije, uvid u instrukcioni video, odabrati odgovarajući datum za operaciju;

I FAZA - NEPOSREDNA POSTOPERATIVNA FAZA (OD 1. DO 7. DANA)

Ciljevi faze:

- Obnoviti punu pasivnu ekstenziju kolena;
- Umanjiti zglobni otok i bol;
- Obnoviti čašičnu pokretljivost;
- Postepeno poboljšavati fleksiju kolena;
- Uspostaviti kontrolu kvadricepsa;

Prvi postoperativni dan

- Imobilizaciona proteza se primenjuje kod fiksiranog kolena u punoj ekstenziji tokom kretanja i spavanja (popuštanje proteze pri sedenju);
- Dve štake, vežbe do tolerancije opterećenja;

Vežbe:

- Mobilnost skočnog zgloba;
 - Pritisak do potpune pasivne ekstenzije kolena;
 - Aktivna i pasivna fleksija kolena;
 - Podizanje prave noge (fleksija, ekstenzija, abdukcija);
 - Setovi vežbi za jačanje m. quadriceps femoris-a;
 - Istezanje zadnje lože buta;
 - Vežbe zatvorenog kinetičkog lanca: polučučnjevi, vežbe opterećenja;
-
- Mišićna aktivacija- tokom aktivnih mišićnih vežbi (4-6 sati dnevno);
 - Kontinuiran mišićni pokret, po potrebi od 0° do 45° (po uputstvu lekara);
 - Led i elevacija- primena leda 20 min/h i podizanje noge sa punom ekstenzijom;

Drugi i treći postoperativni dan

- Imobilizaciona proteza zaključana na 0° ekstenzije kod kretanja i otključana kod sedenja;
- Vežbe sa sopstvenim opterećenjem- sa dve štake, do tolerancije;
- Opseg pokreta-izvoditi vežbe opsega pokreta bez štaka 4-6 puta dnevno;

Vežbe:

- Višeglovna izometrija na 90° i 60° (ekstenzija);
- Ekstenzija 90°-40°;
- Pritisak do ekstenzije koja bi trebalo da ide barem od 0° do blage hiperekstenzije;
- Pokretljivost čašice;
- Pokretljivost skočnog zgloba (plantarna i dorzalna fleksija);
- Podizanje opružene noge (fleksija, ekstenzija, abdukcija);
- Polučučnjevi i vežbe sa sopstvenim opterećenjem;

- Vežbe za jačanje kvadricepsa;
- Mišićna stimulacija-elektrostimulacija kvadricepsa (6 sati dnevno);
- Kontinuirani pasivni pokret- od 0°-90°, po potrebi;
- Primenjivati led 20 min/h i podizanje potpuno ekstenzirane noge;

Postoperativni dani 4-7

- Imobilizaciona proteza zaključana na 0° ekstenzije pri kretanju i otključana pri sedenju
- Vežbe sa sopstvenim opterećenjem sa dve štake;
- Opseg pokreta-izvoditi vežbe bez štaka 4-6 puta dnevno, fleksija kolena do 90° (5. dan) i oko 100° (7. dan);

Vežbe:

- Višeglovnna izometrija pri 90° i 60° ekstenzije;
- Ekstenzija 90°-40°;
- Pritisak do ekstenzije (puna ekstenzija 0°-5°/7° hiperekstenzije);
- Pokretljivost čašice (5-8 puta dnevno);
- Pokretljivost skočnog zgloba (dorzalna i plantarna fleksija);
- Podizanje opružene noge (fleksija, ekstenzija, abdukcija);
- Polučučnjevi i promena opterećenja sa noge na nogu;
- Nordijsko pregibanje u stojećem položaju;
- Vežbe za jačanje m. quadriceps femoris-a;
- Propriocepcija i vežbe ravnoteže;
- Neuromuskularni trening / Propriocepcija - aktivna i pasivna repozicija zgloba (pri otvorenom kinetičkom lancu) na 90° i 60°; zatvoreni kinetički lanac (čučnjevi, promena opterećenja sa repozicijom);
- Elektrostimulacija (6 sati dnevno);
- Kontinuirani pasivni pokret 0°-90°;
- Primena leda 20min/h i podizanje potpuno opružene noge;

II FAZA - RANA REHABILITACIONA FAZA (2. I 3. NEDELJA)

Kriterijumi za prelazak u drugu fazu:

- ✓ kontrola kvadricepsa (sposobnost da se dobro izvode setovi vežbi za jačanje m. quadriceps femoris-a i podizanja opružene noge (fleksija, ekstenzija, abdukcija));
- ✓ puna pasivna ekstenzija kolena;
- ✓ pasivni opseg pokreta 0°-90°;
- ✓ dobra pokretljivost čašice;
- ✓ minimalan zglobni otok;
- ✓ nezavisno kretanje (bez pomagala).

Ciljevi:

- postići punu pasivnu ekstenziju kolena (od 0° do 5°-7° hiperkestenzije);
- postepeno povećavati fleksiju kolena;
- smanjiti otok i bol;
- pokazati mišićnu aktivaciju i kontrolu;
- obnoviti proprioceptivnu / neuromuskularnu kontrolu;
- normalizovati čašičnu pokretljivost.

Druga nedelja:

- nastavlja se sa nošenjem zaključane proteze prilikom kretanja i spavanja;
 - kod opterećenja je cilj da se prekine sa nošenjem štaka između 10. i 14. dana nakon operacije;
 - kod vežbi opsega pokreta-izvode se samo-istezanje 4-5 puta dnevno, sa naglaskom na postizanje potpunog pasivnog opsega pokreta (PROM);
 - obnoviti simetričnu ekstenziju pacijenta.
- KT 2000 TEST (antero-posteriorni test isključivo)

Vežbe:

- mišićna stimulacija nadograđena na vežbe za jačanje m. quadriceps femoris-a;
- izometrijske vežbe za m. quadriceps femoris;
- podizanje potpuno opružene noge (četiri ravni: fleksija, ekstenzija, abdukcija, adukcija);
- Leg press (0°-60°);
- ekstenzija kolena (90°-40°);
- polučučanj (0°-40°);
- promena mesta opterećenja;
- prednji i bočni iskoraci;
- nordijsko pregibanje u stojećem položaju;
- bicikl (ako opseg pokreta dozvoljava);
- proprioceptivni trening;
- pritisak do ekstenzije;
- pasivni opseg pokreta 0°-100°;
- pokretljivost čašice;
- vežbe za nepovredjenu nogu;
- progresivni program ekstenzije pri otporu.

Proprioceptivni / neuromuskularni trening:

- aktivna / pasivna repozicija zglobova 90°, 60°, 30° (otvoreni kinetički lanac);
 - zglobna repozicija tokom čučnjeva / iskoraka (zatvoreni kinetički lanac);
 - započeti sa čučnjevima na nestabilnoj površini.
- Primena leda, kompresije i elevacije.

Treća nedelja

Proteza:

- prekinuti sa nošenjem zaključane (fiksirane) proteze;
- što se tiče opsega pokreta, trebalo bi da iznosi 0°-100°/105°;
- obnoviti simetričnu ekstenziju kod pacijenta.

Vežbe:

- nastaviti sa svim vežbama iz 2. nedelje;
- pasivni opseg pokreta 0°-105°;
- primena bicikla za stimulus opsega pokreta i za izdržljivost;
- hodanje u bazenu;
- ekscentrični program za m. quadriceps femoris 40°-100°;
- lateralni iskoraci;
- silaženje niz stepenice koracima unapred;
- bočni prelasci preko predmeta;
- stepper mašina;
- napredne proprioceptivne vežbe;
- nastaviti sa aktivnim i pasivnim vežbama repozicije (otvoren i zatvoren kinetički lanac).

III FAZA - FAZA PROGRESIVNOG POVEĆANJA SNAGE I NEUROMUSKULARNA FAZA (OD 4. DO 10. NEDELJE)

Kriterijumi za prelazak u treću fazu:

- ✓ aktivni opseg pokreta 0°-115°;
- ✓ snaga m. quadriceps femoris-a veća od 60% od kontralateralne strane;
- ✓ nepromenjen KT test bilateralnih vrednosti (+1 ili manje);

- ✓ minimalna naduvenost zgloba (otok);
- ✓ odsutnost patelofemoralnog bola.

Ciljevi:

- obnoviti pun opseg pokreta (5° - 0° do 125°);
 - poboljšati snagu donjih ekstremiteta;
 - poboljšati propriocepciju, ravnotežu i neuromuskularnu kontrolu;
 - poboljšati mišićnu izdržljivost;
 - obnoviti "pouzdanost" uda;
 - ne koristi se proteza ili imobilizacija, a za kontrolu otoka se može koristiti steznik;
 - opseg pokreta sa naglaskom na postizanje 0° pasivne ekstenzije (4-5 puta dnevno korišćenjem druge noge da bi se obezbedio opseg pokreta);
 - pasivni opseg pokreta 0° - 125° u 4. nedelji.
- KT 2000 test- 4. nedelja

Četvrta nedelja

Vežbe:

- napredni izometrijski program povećanja snage;
- Leg press 0° - 100° ;
- ekstenzija kolena 90° - 40° ;
- nordijsko pregibanje;
- abdukcija i adukcija u zglobu kuka;
- fleksija i ekstenzija u zglobu kuka;
- lateralni prelasci preko predmeta;
- lateralni iskoraci;
- lateralno penjanje;
- frontalni koraci pri silaženju;
- čučnjevi uz zid;
- vertikalni čučnjevi;
- dohvatiti pete i prste iz stojećeg položaja;
- Biodex stability system (ravnoteža, čučnjevi...);
- proprioceptivne vežbe;
- bicikl;
- stepper;
- program u bazenu (trčanje unazad, vežbe podizanja nogu...).

Proprioceptivne / neuromuskularne vežbe:

- čučnjevi na nestabilnoj površini;
- aktivna i pasivna repozicija (otvoren kinetički lanac);
- repozicija na nestabilnoj površini (zatvoren kinetički lanac).

Šesta nedelja

- KT test

Vežbe:

- nastavljaju se vežbe iz 4.nedelje;
- trčanje u bazenu (napred) i vežbe agilnosti;
- ravnoteža na nestabilnoj površini;
- balans uz bacanje lopte;
- čučnjevi.

Osma nedelja

- KT test

Vežbe:

- iste vežbe kao od 4.-6. nedelje;
- Leg press jednom nogom 0°-100° i 40°-100°;
- pliometrijsko izvodjenje leg press-a;
- trening u otežanim uslovima(partner);
- izokinetičke vežbe (90°-40°, 120°-240°/sek);
- programi hodanja;
- bicikl za izdržljivost;
- stepper za izdržljivost;
- Biodex stability system;
- trening na nestabilnoj površini.

Deseta nedelja

- KT test;
- Izokinetički test-koncentrična ekstenzija / fleksija kolena na 180° i 300° / sek.

Vežbe:

- iste vežbe kao u 6. i 8. nedelji;
- pliometrijske vežbe;
- vežbe istezanja;
- napredne vežbe poboljšanja snage i neuromuskularni trening.

IV FAZA - FAZA NAPREDNIH AKTIVNOSTI (OD 11. DO 16. NEDELJE)

Kriterijum za prelazak u četvrtu fazu:

- ✓ Aktivni opseg pokreta 0°-125° ili veći;
- ✓ Snaga m. quadriceps femoris-a 75% od kontralateralne strane;
- ✓ Bez promena u KT vrednostima;
- ✓ Izostanak bola i otoka;
- ✓ Zadovoljavajući nalaz na kliničkom pregledu;
- ✓ Zadovoljavajući rezultati na izokinetičkom testu (vrednosti na 180°);
- ✓ Bilateralno poredjenje m.quadriceps femoris-a - 75%;
- ✓ Zadnja loža bilateralno jednaka;
- ✓ Odnos zadnje lože i m. quadriceps femoris-a 66%-75%;
- ✓ "Hop" test (80% od kontralateralne noge).

Ciljevi:

- Normalizovati snagu donjih ekstremiteta;
- Razviti mišićnu snagu i izdržljivost;
- Razviti neuromuskularnu kontrolu;
- Izvoditi odabrane sport-specifične vežbe.

Vežbe:

- Program trčanja (10.-12 .nedelje);
 - Izvođenje neke od "lakših" (manje napornih) sportskih grana (golf);
 - Vežbe jačanja:
 - Leg press;
 - Čučnjevi uz zid;
 - Abdukcija/adukcija u zglobu kuka;
 - Nordijsko pregibanje;
 - Dohvatiti prste/pete iz stojećeg položaja;
 - Dohvatiti prste/pete iz sedećeg položaja;
 - Silaženje niz stepenice;
 - Lateralno penjanje uz stepenice;
 - Lateralno prelaženje prepreke;
 - Bočni iskoraci.
- Neuromuskularni trening
- Lateralni iskoraci;

- Vežbe na nestabilnoj površini;

Nedelje 14.-16.

- Napredni program;
- Vežbe jačanja;
- Vežbe lateralne agilnosti;
- Trčanje unazad.

V FAZA - FAZA POVRATKA U SPORT (OD 17. DO 22. NEDELJE)

Kriterijumi za ulazak u petu fazu:

- ✓ Pun opseg pokreta;
- ✓ Izokinetički test koji ispunjava kriterijume;
- ✓ Bilateralno poredjenje m. quadriceps femoris-a (80% i veće);
- ✓ Bilateralno poredjenje zadnje lože (110% i veće);
- ✓ Odnos zadnje lože i m. quadriceps femoris-a (70% i veće);
- ✓ Proprioceptivni test (100% kontralateralne noge);
- ✓ Zadovoljavajući nalazi na kliničkom pregledu.

Ciljevi:

- Postepeno vraćanje u sportsku granu / trenažni proces;
- Postići maksimalnu snagu i izdržljivost;
- Normalizovati neuromuskularnu kontrolu;
- Trening naprednih veština.

- Sprovođenje testova pre povratka:
 - KT 2000;
 - Izokinetički;
 - Funkcionalni test.

Vežbe:

- Vežbe jačanja;
- Vežbe neuromuskularne kontrole;
- Pliometrijske vežbe;
- Napredni program trčanja i agilnosti;
- Napredni sport-specifični trening.

Testovi koji se sprovode u ovoj fazi:

- Skok sa jedne noge – pacijent se nalazi iza vertikalne linije, podiže jednu (povređenu) nogu i najpre izvodi 2 skoka duž linije, prvi sa 50% svojih mogućnosti, drugi sa 70%, a potom treći izvodi sa 90-95% i taj skok se meri. Ista procedura se sprovodi i pri skoku sa povređene noge;
- Tri vezana skoka – ponovo zdrava noga prva započinje i izvodi 3 skoka unapred, duž linije, a krajnja dužina se meri i potom sprovodi ista procedura povređenom nogom. Potrebno je da se u prva 2 skoka ostvari što kraći kontakt sa podlogom, a zatim da se krajnji položaj zadrži 2-3 sekunde. Insistirati na ravnoteži i stabilnosti;
- Tri lateralna skoka – zdrava noga izvodi skokove i to najpre lateralno od prave linije, zatim medijalno i ponovo lateralno, sa zadržkom od 2-3 sekunde u krajnjem položaju. Isto izvodi i povređena noga.

Primeri vežbi:

- Vežbe za podizanje telesne temperature, aktivnosti centralnog nervnog sistema, podizanje mentalne budnosti:
 - niski skip napred;
 - niski skip nazad;
 - niski skip bočno;
 - “karioka” sa kratkim, brzim okretima;
 - “karioka” sa akcentom na spoljašnju rotaciju kukova.
- Vežbe doskoka i neuromotorne kontrole
 - izvesti skok nakon čučnja; u toku leta napraviti okret za 90°, doskočiti na uzvišenje i zadržati poziciju u doskoku oko 2 sekunde;
 - izvesti brzo nisko gaženje 3-4 sekunde, a potom izvesti iskorak napred. Praviti varijacije u iskoraku (napred, bočni.);
 - pacijent se nalazi u stojećem položaju na jednoj nozi, a zatim koristeći zamah rukama i slobodne noge, izvodi varijacije skokova (napred, nazad, bočno, sa rotacijom..) i doskače mekano na obe noge, vršeći fleksiju u zglobu kuka, kolena i skočnom zglobu;
 - izvesti džoging u kretanju napred, a zatim se nakon nekoliko koraka zaustaviti na jednom stopalu i zadržati položaj 2-3 sekunde.
 - vežbe lateralnih preskoka preko prepreke (naizmenični preskoci levom/desnom, sa među-osloncem na prepreku, sunožni preskoci.)
- Funkcionalne vežbe i vežbe jačanja:
 - izvođenje čučnja na jednoj nozi;
 - “mrtvo vučenje” na jednoj nozi – izvodi se na nozi koja je ekstenzirana (ali bez hiperekstenzije), pri čemu se u rukama nalazi određeni teret (npr. medicinka). Prilikom fleksije u zglobu kuka, medicinkom ostvariti kontakt sa

- podlogom i vratiti se u početni položaj. Bitno je da se kolena i leđe nalaze u pravilnom (bezbednom) položaju;
- izvođenje iskoraka pod različitim uglovima;
 - jedna noga se postavlja na uzvišenje (step klupa), a potom – prenoseći težinu na stopalo iskoračne noge, izvesti eksplozivno podizanje, oslanjajući se samo na iskoračnu nogu (iskoristiti zamah rukama i slobodne noge).

ZAKLJUČAK

Kao jedan od najbitnijih stabilizatora zgloba kolena, prednji ukršteni ligament, može se smatrati isto tako i za ligament čije su povrede relativno česte u određenim sportskim granama i u većini slučajeva praćene operativnim pristupom.

Procesi oporavka i rehabilitacije su dosta varijabilni, pa se ne može sa sigurnošću govoriti o tačnom vremenskom periodu potrebnom za oporavak ili za uključivanje sportiste u trenažne ili takmičarske aktivnosti. S' toga se može reći da ove procese i programe treba individualno prilagoditi svakom pacijentu.

Kada se govori o glavnim ciljevima koji se tiču celokupnog procesa rehabilitacije, oni bi se odnosili na sledeće:

- Sticanje dobre funkcionalne stabilnosti;
- Obnavljanje mišićne snage;
- Postizanje što boljeg funkcionalnog nivoa;
- Smanjenje rizika od ponovnog povređivanja.

Takođe, tokom čitavog procesa rehabilitacije sportiste i sprovođenja vežbi, bitna su 3 faktora:

1. Rano postizanje ekstenzije kolena koja je jednaka ekstenziji suprotne noge;
2. Rano započinjanje sa vežbama sa sopstvenim opterećenjem;
3. Sprovođenje vežbi otvorenog i zatvorenog kinetičkog lanca.

Na kraju se može reći da bi buduća istraživanja trebalo da budu usmerena na predviđanje toga ko će imati benefit od hirurškog zahvata, na definisanje testova koji će najbolje predvideti dobre ishode, kao i na definisanje vremenski preciznijih programa/protokola koji se tiču procesa rehabilitacije.

LITERATURA

1. Andrews, J., Harrelson, G. & Wilk, K. (2012). Physical rehabilitation of the injured athlete. Philadelphia: Elsevier Saunders.
2. Lewindon, D & Joyce, D. (2016). Sports Injury Prevention and Rehabilitation. Abingdon: Routledge.
3. Jakob, R.P. & Staubli, H.U. (1992.). The Knee and the Cruciate ligaments. Berlin: Springer Verlag.
4. Laskowski, E.R. (2014.). ACL injury and Rehabilitation. Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports, 2(1), 35-40.
5. Campbell, K.A. & Hero, M.S. (2016.). Anterior Cruciate Ligament Injury and reconstruction: from perioperative management to rehabilitation and return to play. Operative techniques in sports medicine, 24(1), 35-44.

6. UW Health. (2017). Rehabilitation Guide: Anterior cruciate ligament reconstruction.
Preuzeto:10.septembra,2017.,sa
<http://www.uwhealth.org/files/uwhealth/docs/sportsmed/ACL-Protocol.pdf>