

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

NIKA RADJENOVICH

Ljubljana 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje
Kondicijsko treniranje

POZNA REHABILITACIJA PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJI SPREDNJE KRIŽNE VEZI

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

Doc. dr. Edvin Dervišević, dr. med.

SOMENTOR

Dr. Polona Palma, dipl. fiziot. in prof. šp. vzg.

RECENZENT

Izr. prof. dr. Damir Karpljuk, prof. šp. vzg.

KONZULTANT

Asist. Vedran Hadžić, dr. med.

Avtorica dela

NIKA RADJENOVICH

Ljubljana 2010

*Diplomsko delo posvečam staršem,
ki sta mi ves čas stala ob strani in
me spodbujala na moji poti.*

ZAHVALA

Somentorici dr. Poloni Palma, za vse koristne nasvete in pomoč pri pisanju diplomskega dela.

Fantu Žigu za vse kar sva in bova doživela skupaj.

Vsem ostalim, ki so me spodbujali in mi stali ob strani.

Hvala vsakemu posebej in vsem skupaj.

Ključne besede: sprednja križna vez, rehabilitacija, moč, propriocepcija, mišični trening

POZNA REHABILITACIJA PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJI SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Nika Radjenovič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2010

Športno treniranje, Kondicijsko treniranje

Število strani: 57; število slik: 5; število tabel: 3; število grafov: 2; število virov: 36; število prilog: 2.

IZVLEČEK

V diplomskem delu je predstavljena pozna rehabilitacija po operativni rekonstrukciji sprednje križne vezi. Prav tako je predstavljena anatomija in biomehanika kolena za lažje in boljše razumevanje problema tovrstne poškodbe kolenskega sklepa, ki je v zadnjem času vse bolj v porastu. V nadaljevanju je poudarek predvsem na pozni rehabilitaciji po operativni rekonstrukciji SKV, kjer je največji problem mišična atrofija ter oslABLJENA propriocepcija. S tem namenom so predstavljene tudi smernice specifično usmerjenega mišičnega treninga, kjer je v ospredju trening moči in senzorično-motorična vadba. Na podlagi teh priporočil je v zaključku podrobno predstavljen program poteka pozne rehabilitacije, primer letne ciklizacije športnika in nabor najbolj primernih in učinkovitih vaj.

V svojem diplomskem delu sem želela osvetliti problem tipične poškodbe kolena in možnosti dobre rehabilitacije. Mislim, da je tematika aktualna in pomembna, saj naše zdravstvo kljub vsemu nima dovolj izdelanega programa, da bi lahko vrhunskega športnika ali športnika rekreativca pripeljalo nazaj v stanje pred poškodbo. Tu lahko najdemo mesto tudi trenerji, bodoči diplomanti Fakultete za šport s svojim bogatim znanjem s področja treninga.

Key words: anterior cruciate ligament, rehabilitation, strength, proprioception, muscle training

LATE REHABILITATION AFTER OPERATIVE RECONSTRUCTION OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

Nika Radjenovič

University of Ljubljana, Faculty of sport, 2010

Sport training, Physical training

Number of pages: 57; number of pictures: 5; number of tables: 3; graphs: 2; number of references: 36; enclosure: 2.

ABSTRACT

In my final paper I have decided to present late rehabilitation after an operative reconstruction of the anterior cruciate ligament. The anatomy and biomechanics of the knee have also been presented for an easier and better understanding of the problem, connected with such an injury of the knee joint, especially since such injuries have been increasing in numbers lately. The emphasis in this final paper is mostly on late rehabilitation after an operative reconstruction of the ACL, where the biggest problem is muscle atrophy and weakened proprioception. With this purpose, the guidelines to specific oriented muscle training have also been presented, especially where strength training and senso-motor training are the emphasis of the training. Based on these recommendations, a case of yearly athlete's periodization and a selection of most appropriate and effective exercises have been included.

In my final paper I wanted to research the problem of a typical knee injury and the chances of good rehabilitation. I think that the topic is current and important, because our healthcare does not have a well prepared program, which could return a professional athlete to the state he or she was in before an injury. In this area, a lot of jobs could go also to coaches, future graduates of the Faculty of sports with our rich knowledge from the field of training.

KAZALO

1.0 UVOD	7
1.1 ANATOMIJA KOLENSKEGA SKLEPA	8
1.1.1 KOSTNE STRUKTURE	8
1.1.2 EKSTRAARTIKULARNE STRUKTURE	9
1.1.3 INTRAARTIKULARNE STRUKTURE	9
1.2 BIOMEHANIKA KOLENSKEGA SKLEPA	10
1.2.1 AKTIVNI STABILIZATORJI KOLENSKEGA SKLEPA	10
1.2.2 PASIVNI STABILIZATORJI KOLENSKEGA SKLEPA	13
1.3 MEHANIZMI POŠKODOVANJA SKV	15
1.4 ZDRAVLJENJE POŠKODBE SKV	16
2.0 METODE DE LA	17
3.0 RAZPRAVA	18
3.1 SPECIFIČNO USMERJEN MIŠIČNI TRENING PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJI SKV	18
3.2 MOČ IN TRENING MOČI	20
3.3 PROPRIOCEPCIJA	27
3.3.1 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA	30
3.3.2 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA IN CIKLIZACIJA	33
3.4 FAZE REHABILITACIJE	35
3.5 KRITERIJI ZA VRNITEV ŠPORTNIKA V TEKMOVALNI RITEM PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJI SKV	39
3.5.1 UPORABA IZOKINETIČNEGA OCENJEVANJA V REHABILITACIJI	39
3.5.1.1 Analiza podatkov izokinetičnih meritev kolena	40
3.5.1.2 Kontraindikacije za izokinetične meritve	41
4.0 SKLEP	43
5.0 VIRI	44
6.0 PRILOGE	47

1.0 UVOD

Biti zdrav je v današnjem času še kako pomembno, saj je zdravje v prvi meri eksistencialnega pomena. Kako to doseči, kaj narediti in kako ga obdržati, pa so vprašanja, ki večini burijo duha. Tu pride do izraza predvsem gibanje in z njim povezan šport. Zato ni čudno, da v veljavo stopa rek: »Življenje je gibanje in gibanje je življenje« (Pavlovčič, 2002). Za nekatere je to dejansko življenjskega pomena, še posebej, če je šport tisti dejavnik, ki jim omogoča normalen obstoj. Tu seveda govorimo o vrhunskih športnikih, ki so neposredno odvisni od športa, posledično pa od svojega zdravja.

Množične prireditve, razvoj športne industrije in zavedanje, da je gibanje orodje za doseg zdravja pa velikokrat pripeljejo tudi do ekstremov in s tem do poškodb.

Z naraščanjem popularnosti vseh pojavnih oblik športa in športnega življenja, je v Sloveniji in po svetu naraslo število športnih poškodb, v zadnjem desetletju predvsem poškodb kolenskega sklepa (poškodbe meniskusov, vezi in hrustanca). Pretrgana sprednja križna vez je tudi v Sloveniji najpogostejša poškodba kolenskega sklepa pri športnikih (Zupanc in Šarabon, 2003).

Prav zato je poznavanje vsebin in nalog pozne rehabilitacije po poškodbi kolenskega sklepa, bolj natančno sprednje križne vezi, bistvenega pomena za hitro, predvsem pa varno vrnitev nazaj. Kolenski sklep je namreč zaradi svoje anatomske zgradbe, velike izpostavljenosti zunanjim silam in velikih funkcionalnih zahtev eden izmed najbolj pogosto poškodovanih sklepov. Prav zato je problem diplomskega dela vezan na kinezio-terapevtsko reševanje težav omenjenega sklepa. Namen dela je na osnovi pregleda obstoječe literature, zlasti bazičnih in aplikativnih znanj živčno-mehanskih osnov gibanja, osnov športnega treniranja in na podlagi lastnih izkušenj, predstaviti vsebine, sredstva in metode primerne za pozno fazo rehabilitacije po operativni rekonstrukciji sprednje križne vezi.

Vsekakor so športne poškodbe, zlasti tiste, ki nastajajo v vrhunskem športu, velik izziv za medicinsko stroko, saj vsak športnik želi čim hitrejšo okrevanje in vrnitev v tekmovalni ritem. Zavedati se moramo tudi tega, da z delom operaterja ni končano zdravljenje, ampak se to šele začne. S tem v mislih je edino smiselno, da za obravnavo in izdelavo športnikovega rehabilitacijskega programa dobro poznamo tudi anatomijo kolenskega sklepa, biomehaniko le-tega, epidemiologijo in mehanizme poškodb, načine zdravljenja poškodbe sprednje križne vezi, ter bistvene zakonitosti treninga, da lahko športniku omogočimo varno vrnitev v tekmovalni ritem. Širina potrebnega znanja je resnično velika, zato zahteva več kot enega človeka. Zdravnik, fizioterapevt in športni trener so torej ekipa, ki lahko zadosti kriterijem za izdelavo uspešnega rehabilitacijskega programa in možnost nadaljevanja športnikove tekmovalne kariere.

1.1 ANATOMIJA KOLENSKEGA SKLEPA

Kolenski sklep je največji in za mnoge najbolj komplicirano grajen sklep človekovega telesa. Za njegovo stabilnost je odgovoren ligamentarni aparat, ki ga pomembno podpira mišično-tetivni aparat. Gradbene strukture lahko razdelimo na tri dele: kostne strukture, ekstraartikularne strukture in intraartikularne strukture (Košak in Travnik, 2001).

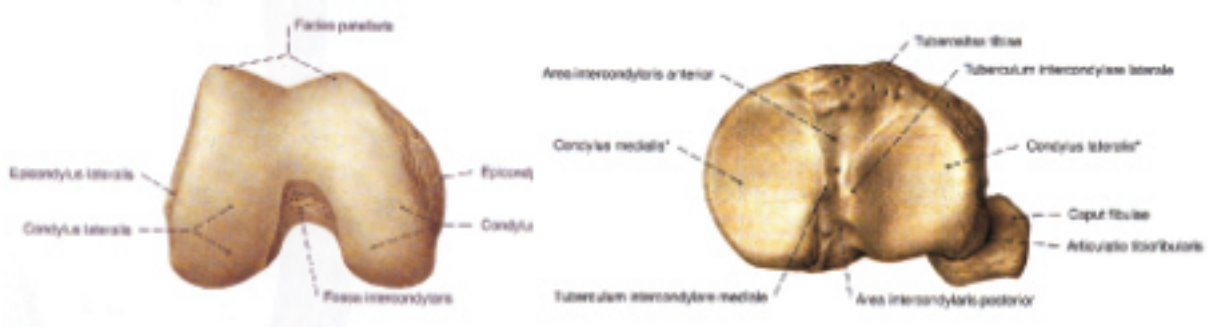
1.1.1 KOSTNE STRUKTURE

Koleno je sklep med kondili stegnenice, platojem golenice in pogačico. Njihove sklepne površine so oblikovane tako, da ne dajejo večje stabilnosti sklepu, zato je za stabilnost nujno potreben vezivni in mišično-tetivni aparat (Košak in Travnik, 2001).

Stegnenična kondila sta spredaj nekoliko sploščena, kar omogoča večjo obremenilno površino in boljši prenos sil na sklepno površino kolenskega sklepa. Spredaj med stegneničnima kondiloma je vdolbina, po kateri med gibanjem drsi pogačica (Zupanc in Šarabon, 2003).

Pogačica je trikotna sezamoidna kost, ki je širša na proksimalnem polu in je vložena v distalni del kite m. quadriceps. Medialno se nanjo pripenja vastus medialis, lateralno pa vastus lateralis. Distalno iz nje izhaja patelarna vez, ki se pripenja na golenico. Bistven pomen pogačice je v tem, da povečuje razdaljo od centra rotacije do kite m. quadriceps in s tem po načelu vzvodov tudi moč m. quadriceps (Košak in Travnik, 2001).

Plato golenice je sestavljeno iz dveh bolj ali manj ploščatih površin. Ločeni sta z interkondilarnim izrastkom, ki se deli v zadnji in sprednji del, sem pa se naraščata zadnja in sprednja križna vez ter meniskusa (Zupanc in Šarabon, 2003).



Slika 1. Stegnenica, golenica in mečnica.

Na sliki 1 so prikazane kostne strukture kolenskega sklepa (Putz in Pabst, 2001).

1.1.2 EKSTRAARTIKULARNE STRUKTURE

Najpomembnejše strukture zunaj kolenskega sklepa, ki omogočajo stabilnost pri gibanju so sinovialna ovojnica, stranske vezi in mišično-kitne strukture kolena, kamor prištevamo: m. quadriceps, m. gastrocnemius, m. semimembranosus, m. semitendinosus, m. gracilias, m. biceps femoris, m. popliteus in tractus iliotibialis (Zupanc, 2002).

Sklepna ovojnica kolenskega sklepa je široka in ohlapna, stegnenična epikondila ležita izven nje. Fibrozni sloj ovojnice pravzaprav nima lastnih niti, temveč jih dobi od vezi, ki jo ojačujejo. Sklepno ovojnico lahko razdelimo na medialni, lateralni in posteriorni del (Košak in Travnik, 2001). Prav zaradi teh lastnosti so za stabilnost kolena bistvenega pomena stranske vezi kot statični stabilizatorji in mišično-kitne strukture kot dinamični stabilizatorji.

Za medialno stabilizacijo kolena torej skrbijo notranja stranska vez in medialna skupina fleksorjev kolena, kamor spadajo m. sartorius, m. gracilis, m. semitendinosus in m. semimembranosus.

Za lateralno stabilizacijo kolenskega sklepa pa je pomembna zunanja stranska vez in mišično-tetivni aparat, kamor spadajo iliotibialni traktus, m. popliteus in m. biceps femoris, katera ima zlasti pomembno vlogo pri stabilizaciji posterolateralnega kota kolena (Košak in Travnik, 2001).

1.1.3 INTRAARTIKULARNE STRUKTURE

Strukture znotraj kolenskega sklepa so notranji in zunanji meniskus, ter sprednja in zadnja križna vez. Notranji meniskus je čvrsto priraščen na sklepno ovojnico in na notranjo stransko vez, zunanji meniskus pa je priraščen le deloma in še to ohlapno. Meniskusi premoščajo asimetrijo, ki nastane na površini stegneničnih in goleničnih kondilov. Prav tako sodelujejo tudi pri »mazanju sklepa«, prerazporejanju pritiskov v sklepu, povečujejo stabilnost in povečujejo elastičnost sklepa. Na zadnji strani kolena je med sklepno ovojnico in zunanjim meniskusom kita m. popliteus. Zunanji meniskus je zato bistveno bolj gibljiv in redkeje poškodovan (Zupanc in Šarabon, 2003).

Med intraartikularne strukture spadata tudi sprednja in zadnja križna vez.

1.2 BIOMEHANIKA KOLENSKEGA SKLEPA

Kolenski sklep je tečajast sklep. Gibanje v njem je veliko bolj zapleteno, saj je poleg fleksije in ekstenzije prisotna tudi rotacija. Poleg tega je oblika kolenskega sklepa taka, da bolj malo prispeva k stabilnosti kolena. Temeljna biomehanska lastnost kolena je, da deluje v območju ohlapnosti in da mora biti istočasno stabilno. To omogočajo mišice kot aktivni stabilizatorji in pa vezi, ki predstavljajo pasivne stabilizatorje kolenskega sklepa, ki se upirajo prevelikim pomikom kolenskih struktur. Relativna ohlapnost kolenskega sklepa je posledica dejstva, da so poleg gibov v bočni ravnini (ekstenzija in fleksija), pri naravnih gibanjih kot je na primer hoja, vedno prisotne tudi rotacije v vodoravni ravnini (notranja in zunanja rotacija) ter addukcija in abdukcija v čelni ravnini. Pri hoji ali še bolj pri kompleksni športni vadbi so torej gibi v kolenu vedno kombinacija nešteti gibalnih pod-elementov. Med hojo znašata addukcija in abdukcija po 10° , notranja in zunanja rotacija pa 10° do 15° . Pri fleksiji kolena so rotacije obsežnejše, pri polni ekstenziji pa jih praktično ni (Zupanc in Šarabon, 2003).

V kolenskem sklepu so torej možne različne smeri gibanja, ki pa imajo vse svoj obseg giba (ang. range of motion - ROM):

EKSTENZIJA (iztegnitev) je možna do iztegnjenega položaja v kolenskem sklepu (0°), pasivna oziroma hiperekstenzija pa je možna do 5° . V zadnjih stopinjah ekstenzije v kolenskem sklepu zategovanje sprednje križne vezi rotira golenico navzven za 5° . Končna rotacija poveča stabilnost sklepa v ekstenziji (Hlebš, 2009).

FLEKSIJA (upogib) v kolenskem sklepu znaša pasivna 130° oziroma aktivna 150° - 160° (Hlebš, 2009).

ROTACIJA v kolenskem sklepu je odvisna predvsem od fleksije v kolenu. Pri fleksiji so obstranske vezi sproščene, zato je v sklepu možna večja rotacija. Zaradi poteka osi, ki gre bolj medialno, je notranja rotacija manjša od zunanje. Pri fleksiji kolena 90° znaša notranja rotacija 10° - 15° , zunanja pa 40° (Hlebš, 2009).

1.2.1 AKTIVNI STABILIZATORJI KOLENSKEGA SKLEPA

Kot sem že omenila so za stabilnost kolenskega sklepa odgovorni predvsem aktivni stabilizatorji kolena - mišice. Njihova funkcija je odvisna predvsem od lege, izvora in pripenjališča, zato je poznavanje le-tega bistveno za razumevanja njihove funkcije in delovanja.

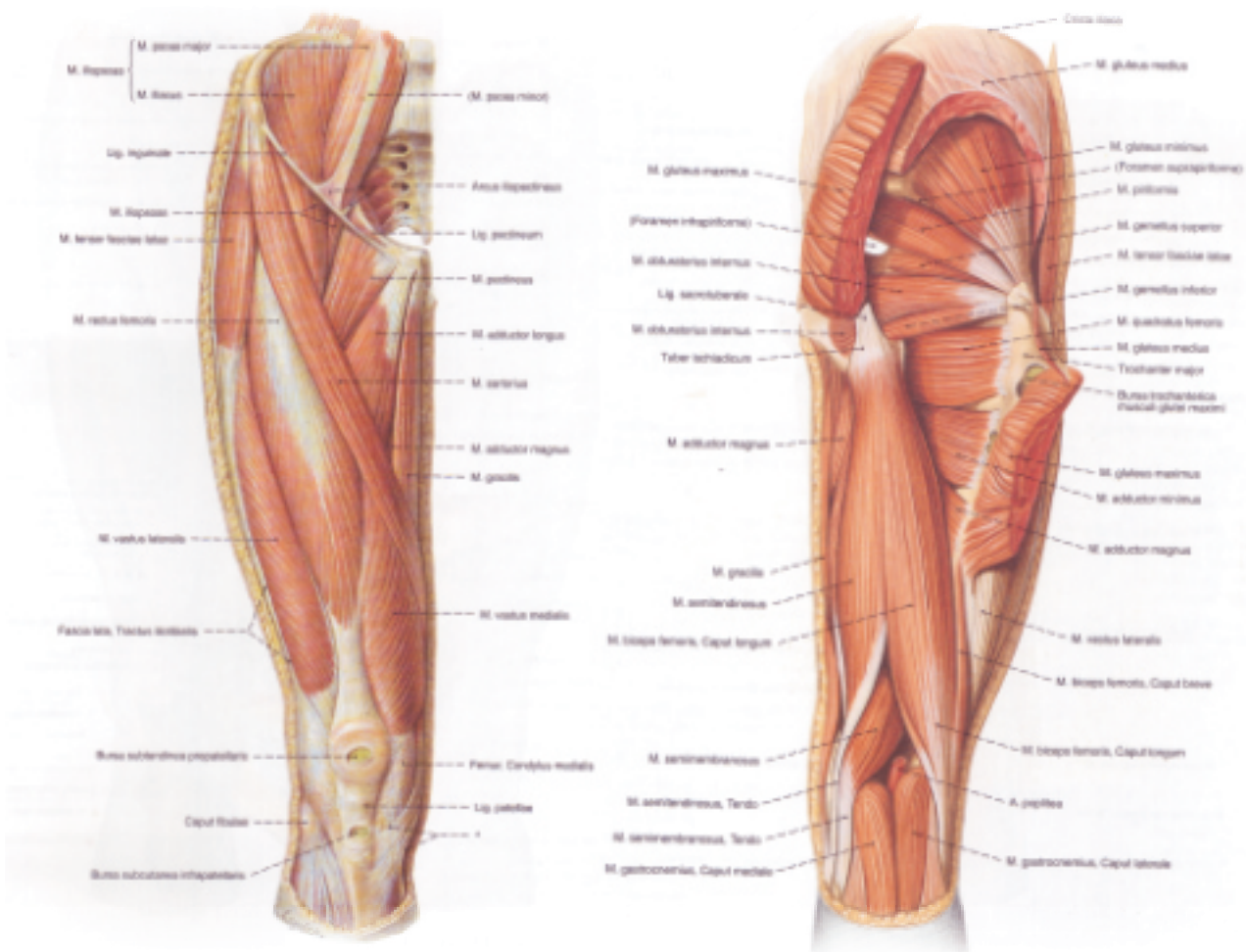
Tabela 1

Najpomembnejše mišice kolenskega sklepa (Hlebš, 2009)

MIŠICA	FUNKCIJA
m. quadriceps femoris m. rectus femoris m. vastus intermedialis m. vastus medialis m. vastus lateralis	Izvaja ekstenzijo kolenskega sklepa. Rectus femoris je dvosklepna mišica in sodeluje tudi pri fleksiji kolčnega sklepa pri flektiranem kolenu. Je dvakrat močnejša mišica od svojih antagonistov.
m. sartorius	Flektira, adducira in zunanje rotira kolčni sklep, ter flektira kolenski sklep. Pri flektiranem kolenu omogoča zunanjo rotacijo goleni; pri ekstenziranem pa stabilizira koleno.
m. gracilis	Dvosklepna mišica v kolčnem sklepu izvaja addukcijo in sodeluje pri fleksiji in zunanji rotaciji; v kolenskem sklepu pa izvaja fleksijo in sodeluje pri notranji rotaciji goleni pri flektiranem kolenu.
m. biceps femoris	Dvoglava in dvosklepna mišica. Dolga glava ekstenzira in zunanje rotira kolčni sklep, pri flektiranem kolenu ni aktivna. Obe glavi flektirata kolenski sklep, pri flektiranem kolenu pa rotirata golen navzven.
m. semitendinosus	Kolenski sklep flektira in notranje rotira golen. Če je koleno ekstenzirano in vezi napete pa notranje rotira kolčni sklep in s tem cel ud.
m. semimembranosus	Kolenski sklep flektira in notranje rotira golen, če je koleno flektirano. Pri ekstenziranem kolenu notranje rotira celoten spodnji ud.
tractus iliotibialis	Je čvrst vezivni trak, ki poteka po lateralni strani stegenice. Preprečuje addukcijo kolčnega sklepa in pomaga pri stabilizaciji kolena (ekstenziran položaj, stoja na eni nogi).
m. popliteus	Kolenski sklep flektira in notranje rotira. Kita mišice popliteus se veže na zunanji rob lateralnega meniskusa.

V tabeli 1 so opisane mišice, ki pripadajo kolenskemu sklepu oziroma omogočajo gibanja le-tega. Podrobneje je opisana tudi funkcija posamezne mišice.

Vsaka mišica ima svojo primarno nalogo, bolj bistvenega pomena pa je njihovo medsebojno delovanje – medmišična koordinacija in pa znotrajmišična koordinacija. Stegenske mišice zadnje strani so dvosklepne in zato zaradi svoje aktivne insuficience/popuščenja ne morejo izvesti gibov v popolnem obsegu v kolenskem in kolčnem sklepu sočasno. Njihova pasivna insuficienca pa preprečuje antagonističnim mišicam popoln obseg giba v obeh sklepih v nasprotni smeri. Prav zaradi omenjenega mišice zadnje strani omejujejo fleksijo v kolčnem sklepu od 90° naprej, če je kolenski sklep ekstenziran. Prav tako omejujejo ekstenzijo v kolenskem sklepu, če je kolčni sklep flektiran.



Slika 2. Mišice stegna (Putz in Pabst, 2001).

Na sliki 2 so prikazane mišice prednjega in zadnjega dela stegna.

1.2.2 PASIVNI STABILIZATORJI KOLENSKEGA SKLEPA

NOTRANJA IN ZUNANJA STRANSKA VEZ

Vezi sta glavni izven-sklepni statično stabilizirajoči strukturi kolena. Notranja stranska vez je trikotasta vezivna struktura, ki se narašča na notranji stegnenični epikondil in spodaj na notranji golenični kondil. Je glavni notranji stabilizator, a je zelo šibka, saj se že pri 7-8% podaljšanju pretrga. Zunanja stranska vez je glavni zunanji stabilizator kolena pri iztegnjenem kolenu, zgoraj se narašča na zunanji stegnenični epikondil, spodaj pa na glavico mečnice. K stabilizaciji kolena pripomorejo še kite dvosklepnih mišic, ki potekajo preko kolena, med njimi pa je kot laterarni stabilizator predvsem pomemben iliotibialni trakt, ki je čvrst tako v fleksiji kot ekstenziji kolena in mu s tem omogoča dodatno stabilnost (Podobnik, 2002).



Slika 3. Stranske vezi (Putz in Pabst, 2001).

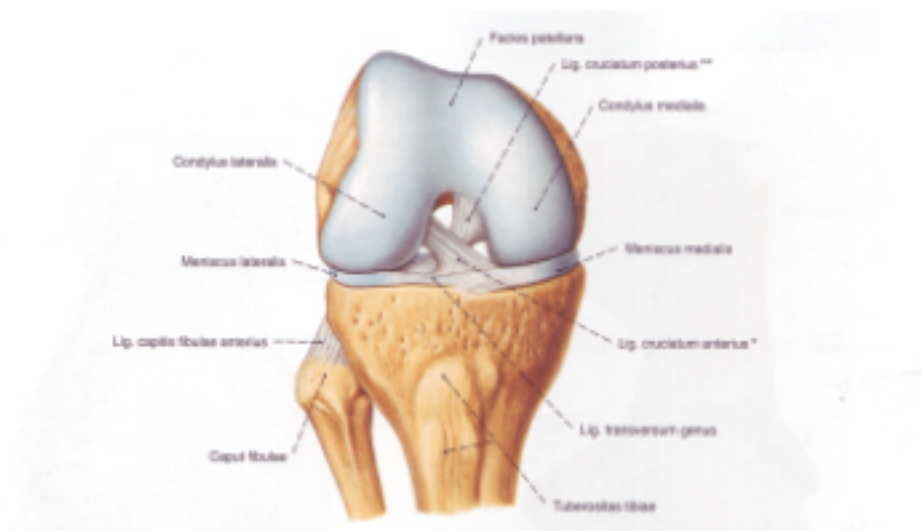
Na sliki 3 je prikazana organiziranost vlaken zunanje stranske vezi.

ZADNJA KRIŽNA VEZ

Zadnja križna vez je najmočnejša kolenska vez in preprečuje pomik golenice nazaj pri fleksiji in ekstenziji kolena. Zadnja križna vez se pripenja na notranji del medialnega stegneničnega kondila, poteka navzdol, nazaj in rahlo lateralno in se narašča izza interkondilarne eminence golenice. Sestavljena je iz dveh delov: anterolateralnega dela, ki preprečuje pomik tibije nazaj pri fleksiji od 60° do 90°, medtem ko posteromedialni del postane bolj napet v ekstenziji kolena in v tem delu giba preprečuje pomik goleni nazaj (Zupanc, 2002).

SPREDNJA KRIŽNA VEZ

Sprednja križna vez (SKV) leži intraartikularno, vendar ekstrasinovialno. Izhaja iz zadnjega, gornjega dela notranje strani lateralnega stegneničnega kondila, usmerjena je anteriorno navzdol in rahlo medialno. Narašča se na golenico, tik pred interkondilarno eminenco (Košak in Travnik, 2001). SKV je sestavljena iz dveh svežnjev, anteromedialnega in posterolateralnega, ki je po svoji zgradbi krajši. Prav ta zgradba ji daje poseben pomen in vlogo v njeni funkciji, biomehaniki. Med fleksijo je namreč napet anteromedialni trakt, posterolateralen pa ohlapien. Med ekstenzijo je ravno obratno. Gledano v celoti, pa je SKV stalno in enakomerno napeta struna, pravimo, da leži izometrično. Primarni funkciji SKV sta stabilizacija kolena in preprečevanje translacije golenice naprej zlasti pri popolnoma razbremenjenem kolenskem sklepu. SKV služi tudi kot sekundarni mehanizem za preprečevanje rotacije golenice navznoter in navzven in varusno/valgusnih angulacija (obremenitev, ki deluje v čelni ravnini navznoter in navzven) pri popolni ekstenziji. Vez je oživčena z živčnimi vlakni posteriornega tibialnega živca. Glavna funkcija teh živčnih vlaken naj bi bila proprioceptivna vloga, saj predstavlja SKV aferentni del loka za posturalne spremembe, ki se pojavljajo med gibanjem in obremenitvijo vezi (Hadžić in Dervišević, 2005). Po čvrstosti je SKV enaka notranji stranski vezi, je pa za polovico manj čvrsta od zadnje križne vezi, ki je najmočnejša vez v kolenu (Zupanc in Šarabon, 2003). Prav zaradi njene občutljivosti in izpostavljenosti je potrebno za ohranjanje nepoškodovane SKV imeti dobro razvito propriocepcijo, predvsem pa dobro razvit mišični aparat, ki s svojim delovanjem ščiti sprednjo križno vez. Tu je potrebno omeniti predvsem mišice na zadnji strani stegna, ki delujejo kot agonisti sprednji križni vezi in stabilizirajo koleno ob koaktivaciji z m. quadriceps.



Slika 4. Sprednja in zadnja križna vez (Putz in Pabst, 2001).

Na sliki 4 je prikazan potek sprednje in zadnje križne vezi kolenskega sklepa.

1.3 MEHANIZMI POŠKODOVANJA SKV

Glede na različne funkcije SKV obstajajo številni mehanizmi nastanka poškodbe, ki jih v grobem delimo na kontaktne in nekontaktne. Kontaktni mehanizmi poškodbe so značilni predvsem za skupinske športe, kjer prevladuje nogomet. Tu se največkrat zgodi, da pride do udarca nasprotnika s strani pri flektiranem kolenu. Bolj pogosti mehanizmi poškodbe pa so nekontaktni, predvsem zaustavljanje v fleksiji kolena, kjer je koleno v valgusu in zunanji rotaciji in pa mehanizem pri tako imenovani izolirani poškodbi SKV, ki nastane med zaustavljanjem pri iztegnjenem kolenu in notranji rotaciji. Prav tako je pogostost poškodbe večja pri gibanjih, kot so doskoki na iztegnjeno kolen in nenadne spremembe smeri gibanja v veliki hitrosti in obratih (Bračič in sod., 2009). Nenavaden mehanizem, ki pa je zelo pogost za alpsko smučanje, pa je hiperfleksija kolena, ko poskuša tekmovalec preprečiti padec nazaj (Zupanc, 2002).

Za lažjo predstavo mehanizmov poškodovanja sprednje križne vezi, jih bom predstavila na primeru alpskega smučanja (Hadžić, 2006):

- Poškodba zaradi valgusno rotacijskega delovanja na sklep, ko smučka zaostane in zapne ob količek ali močno udari ob tla.
- Poškodba zaradi padca nazaj oziroma močnega pomika centralnega težišča nazaj, pri čemer je vsa teža na zunanji smučki, katero zasuka navznoter in s tem povzroči notranjo rotacijo in poškodbo SKV.

Poškodba SKV je v večini primerov izolirana, a se vse pogosteje dogaja, da poleg te poškodbe prihaja tudi do drugih poškodb mehkih tkiv, ali pa celo drugih vezi v kolenskem sklepu. Med pogosto poškodovane strukture tako spadajo meniskusi, poškodba stika med sklepno ovojnico in notranjim meniskusom, poškodba notranje stranske vezi, kar ob sočasni poškodbi notranjega meniskusa imenujemo »unhappy traid«, ter poškodba zadnje križne vezi.

1.4 ZDRAVLJENJE POŠKODBE SKV

Spremembe, ki nastanejo ob in po poškodbi SKV privedejo do različnih sprememb in vplivov na kolenski sklep. Značilno za tovrstno poškodbo je nestabilno koleno, ki je posledica zmanjšanja jakosti mišic in oslabiljenega živčno-mišičnega nadzora. Poleg tega pride do večje možnosti poškodb ostalih struktur kolenskega sklepa, kot so meniskusi in do večje možnosti obrabe hrustanca.

Pri zdravljenju pa obstajata dve možnosti, in sicer konzervativno oziroma operativno zdravljenje poškodb SKV. Pri izbiri zdravljenja igrajo pomembno vlogo različni dejavniki, kot so starost, spol in aktivnost. Pri pretrganju SKV kolenskega sklepa skušamo z operativnim posegom doseči takšno stanje, ki naj bi bilo v anatomskem in funkcionalnem smislu čim bolj podobno stanju gibalnega sistema z normalno funkcijo. Namen operativne rekonstrukcije je preprečevanje sprememb biomehanike sklepa, poškodb sekundarnih struktur (omenjene poškodbe meniskusov, drugih vezi kolena in kolenskega hrustanca) in zgodnjih degeneracijskih sprememb sklepa (Mravlje in Hlebš, 2009).

Med metodami kirurškega zdravljenja prevladuje znotraj sklepna rekonstrukcija. Pri tovrstnem posegu je glavni problem izbira presadka (Herrington in sod., 2005; Sherman, 2004). Herrington in sod. (2005) so ugotovili, da sta bila v zadnjih letih najpogosteje uporabljena kot presadka patelarna vez (PV) in kombinacija m. semimembranosus in m. gracilias (SG). Navajajo, da kljub dejstvu, da je več desetletij veljal PV za presadek izbire, je uporaba presadka SG močno narasla zaradi strahu pred poškodbo ekstenzornega aparata kolena. Rosenberg in Deffner (1997) navajata večjo uspešnost presadka SG, predvsem zaradi hitrejšega okrevanja in manjših bolečin v kolenu. Veliko uspešnost se pripisuje tudi presadku PV, saj omogoča večjo stabilnost kolenskega sklepa in možnost hitrejši povrnitve na prejšnjo raven aktivnosti. Vendar so Savill in sod. (2004) ugotovili, da se pri uporabi presadka PV pojavi bolečina v sprednjem delu kolena (anterior knee pain). Med presadki, ki se jih uporablja za rekonstrukcijo SKV, pa je potrebno omeniti tudi kito m. quadriceps. Glavni doprinos izbire tega presadka je predvsem možnost izognitvi bolečine v sprednjem delu kolena (Hadžić in Dervišević, 2005).

2.0 METODE DELA

Diplomska naloga je monografskega tipa. Za preučevanje problema sem uporabila slovensko in tujo literaturo pridobljeno s pomočjo spletnega iskalnika Google, preko kooperativnega online bibliografskega sistema Cobiss ter s pomočjo iskalnika Pub Med. Ključne besede, ki sem jih uporabljala pri iskanju literature so bile: poškodba sprednje križne vezi, rekonstrukcija sprednje križne vezi, križna vez, poškodbe kolena, rehabilitacija po poškodbi kolena, rehabilitacija po poškodbi sprednje križne vezi, izokinetika.

Kriteriji za izbor literature so bili naslednji:

- starost članka največ 15 let,
- članki v slovenskem in angleškem jeziku,
- operativni poseg,
- objektivne in subjektivne ocene funkcije kolenskega sklepa (merljivi podatki),
- opisan specifično usmerjen mišični trening po operativni rekonstrukciji sprednje križne vezi.

Določen del diplomske naloge sloni tudi na mojih dosedanjih strokovnih izkušnjah s področja treniranja alpskega smučanja.

3.0 RAZPRAVA

3.1 SPECIFIČNO USMERJEN MIŠIČNI TRENING PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJI SKV

Cilj rehabilitacijskega programa je vsekakor vrnitev športnika na nivo pred poškodbo. Pri načrtovanju programa pa se moramo vseskozi držati predvsem dveh glavnih priporočil, to sta postopnost obremenjevanja in individualni pristop, da se izognemo morebitnim kasnejšim zapletom. Individualno prilagajanje glede na tehniko operativnega posega, starost poškodovanca in zahtevnost aktivnosti po rehabilitaciji posameznika so tako bistveni faktorji, katere moramo upoštevati pri obravnavi v času rehabilitacije. Predvsem je to bistveno, ko govorimo o športniku, za katerega ni dovolj, da ga usposobimo samo za vsakdanje zmerne telesne dejavnosti, temveč za skrajne obremenitve športnega treninga in tekmovanj. Rehabilitacija mora potekati kot skupinsko delo operaterja, fizioterapevta, trenerja in seveda športnika, čigar tako fizična kot psihična moč in stabilnost sta bistvenega pomena za končni uspeh.

Rehabilitacija se začne že pred samim operativnim posegom. Cilji predoperativne rehabilitacije so:

- zmanjšanje oteklina in bolečine,
- pridobitev popolnega obsega giba,
- povrnitev moči in stabilizacije kolenskega sklepa,
- psihična priprava na operacijo.

Po operativnem posegu rekonstrukcije sprednje križne vezi je operirano mesto zelo prizadeto. Vpliv posega je viden predvsem kot oteklina in bolečina v sklepu, zmanjšana gibljivost sklepa in zmanjšana moč ter oslABLJENA propriocepcija mišično-kitnega aparata. To so tudi bistvena področja, na katera se moramo v času postoperativne rehabilitacije osredotočiti. Ker vemo, da vsi ti procesi zahtevajo določen čas, moramo rehabilitacijo temu primerno porazdeliti glede na želene cilje v posameznem obdobju. V literaturi se pojavljajo najrazličnejše klasifikacije rehabilitacije gleda na časovni potek, a ne glede na to so vsem skupni določeni časovni okvirji in temu primerni rehabilitacijski oziroma vadbeni protokoli.

Jedro problematike zdravljenja in rehabilitacije po operativni rekonstrukciji SKV je mišična atrofija kolenskemu sklepu pripadajočih mišic, predvsem m. quadriceps. Atrofija nastopi zelo hitro, že v prvem tednu, vzrok pa je zmanjšana tenzija na enoto prečne površine mišice. V takih okoliščinah vsebuje mišica nižjo vrednost glikogena in ATP-ja,

med delom se energetske zaloge hitreje izčrpajo, zmanjša se tudi kapaciteta oksidacije maščobnih kislin in poraste nivo laktata. Poleg omenjenega se značilno zmanjša tudi nivo proteinske sinteze, zmanjša se količina mišičnih beljakovin in s tem kontraktilna sposobnost mišic. Tovrstni proces se v času neaktivnosti le še stopnjuje, selektivna atrofija poleg m. quadriceps prizadene tudi fleksorje kolena in s tem sili kolenski sklep v fleksijo, ekstenzija pa je s tem vse bolj omejena. Zavedati se moramo namreč, da je za nemoteno funkcijo kolena, kot je na primer hoja, bistvena zmožnost popolne ekstenzije (Kavšek, 2002). Poleg omenjenega je prizadeta tudi proprioceptivna funkcija kolenskega sklepa. Receptorji okoli sklepa imajo zmožnost ekscitacije in inhibicije in prav slednja je značilna za ekstenzorje kolenskega sklepa. Nastanek inhibicije ima vzrok pri aferentnih stimulusih receptorjev poškodovanega kolena, ki preprečujejo aktivacijo alfa-motonevronov v sprednjem rogu hrbtenjače. Govorimo tudi o inhibiciji hotne mišične aktivnosti ekstenzorjev sklepa. Ta nastopi ob poškodbi oziroma operaciji in lahko povzroča bolečino in edem (Kavšek, 2002). Poleg oslabiljenega pretoka stimulusov na alfa-motonevron, je oslabiljen tudi dotok na gama-motonevron, ki oživčuje mišično vreteno, to pa je bistveno za dobro propriocepcijo kolenskega sklepa (Antolič, Pompe in Stražar, 2001). Na tem področju je še marsikaj neraziskanega, dokazano pa je, da inhibicijo preprečujemo z zmanjševanjem bolečine (Kavšek, 2002). V ta namen se zato uporabljajo številne protibolečinske terapije.

Omenjene spremljajoče spremembe mišično – tetivnega aparata, ki nastanejo po tovrstni poškodbi oziroma rekonstrukciji, zahtevajo specifično obravnavo oziroma specifično usmerjen trening. Predvsem je tu govora o treningu moči in o senzorično-motorični vadbi. Povečanje mišične moči oziroma hipertrofija mišic in ponovna vzpostavitev propriocepcije mišično – tetivnega aparata oziroma dinamične sklepne stabilizacije, sta ključni področji treninga oziroma pozne rehabilitacije.

3.2 MOČ IN TRENING MOČI

Moč kot motorična sposobnost je v športu zelo pomembna, saj vemo, da je v večji ali manjši meri prisotna v sleherni športni aktivnosti oziroma gibalni akciji. Izraznost moči se med športniki zelo razlikuje. Odvisna je od stopnje treniranosti, vrste športne panoge in njenih zahtev po moči, tekmovalnega staža, deloma pa tudi od dednosti.

Moč kot motorična sposobnost omogoča učinkovito izkoriščanje sile mišic za delovanje proti zunanjim silam (Pistotnik, 1999), kot fizikalna količina pa je definirana kot produkt sile (mišične) in hitrosti (mišičnega naprežanja). Njena struktura je kompleksna in odvisna od vidika obravnave. Literatura deli mišično moč v glavnem po manifestacijskem (statična, dinamična, odrivna...) ali topološkem kriteriju (noge in medenični obroč, roke in ramenski obroč, trup), oziroma z vidika silovitosti mišičnega krčenja (največja moč, hitra moč, vzdržljivost v moči) (Šarabon, 2007). Če zavzamemo takšen odnos do delitve gibalnih sposobnosti, smo praviloma podobno naravnani tudi pri izboru sredstev za njihov razvoj. Bolj smiseln je funkcionalni pristop, ki izhaja iz osnovnih mehanizmov neke manifestacije. Tako bo na primer vadba moči slonela na sredstvih za izboljšanje aktivacije, medmišične koordinacije in povečanje mišične mase, funkcionalna anatomija pa bo temelj izbora vaj.

Mišična sila je sila, ki jo mišica razvije s svojim naprežanjem (Pistotnik, 1999). Največja mišična sila posameznika je odvisna od več dejavnikov, in sicer mišičnih, med katere sodi prečni presek mišice in razmerje v strukturi mišičnih vlaken (hitra in počasna mišična vlakna), ter živčnih, ki se nanašajo na mehanizme mišične aktivacije (znotrajmišična in medmišična koordinacija). S fiziološkega vidika sta torej za razlike v izraznosti moči odgovorna predvsem dva dejavnika (Zatsiorsky, 1995):

- Sposobnost mišice za razvoj največje sile ali t. i. **periferni (mišični) dejavniki**.
- Uravnavanje mišične aktivnosti s strani centralnega živčnega sistema ali t. i. **centralni (živčni) dejavniki**. V tem sklopu ločimo dve vrsti živčne koordinacije mišic:
 - znotrajmišična koordinacija in
 - medmišična koordinacija.

Periferni (mišični) dejavniki

Sila, s katero mišica deluje na kosti in preko kosti na okolje, je posledica vzpostavljanja prečnih mostičev, torej delovanja in drsenja aktinskih in miozinskih niti v sarkomeri, kar se posledično odraža na celotni mišici v obliki krčenja. To je največja sila, ki jo

sarkomera, kot osnovna funkcionalna enota proizvede, odvisno od skupnega števila prečnih mostičev, ki se lahko povežejo z aktinskimi niti. Skupno število prečnih mostičev pa je produkt (Zatsiorsky, 1995):

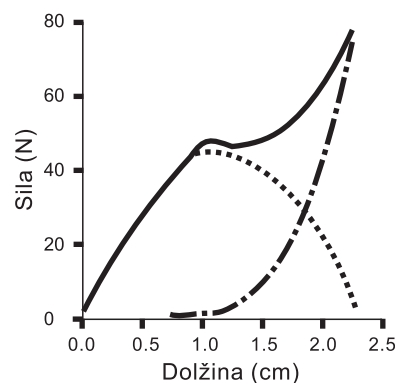
- števila aktinskih in miozinskih niti oziroma prečnega preseka mišičnih vlaken in
- števila miozinskih glavic, ki se lahko povežejo z aktinskimi nitmi oziroma dolžine sarkomere.

Poleg omenjenega pa na mišično silo vpliva še mišična dinamika in mišična arhitektura (Geržević, 2004). Slednjega predstavlja trikomponentni model mišice, katerega bistveni elementi so: kontraktilni elementi (odgovorni za razvijanje aktivne sile), vzporedni elastični elementi (vezivno tkivo, mišične ovojnice..., ki nudijo pasivni upor raztezanju mišice), ter zaporedni elastični elementi, ki so vključeni v zaporedno verigo s kontraktilnimi elementi in sodelujejo pri prenašanju sile (kite, aponevroze, Z ploščice, aktinske in miozinske niti ter prečni mostiči).

Pod izrazom mišična dinamika razumemo naslednja pojma:

- Odnos sila – dolžina

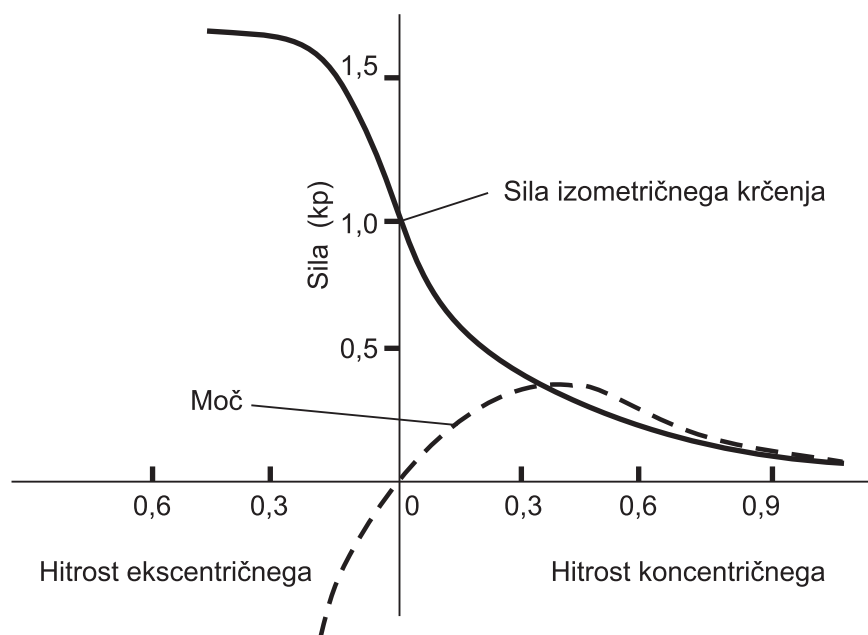
S spreminjanjem dolžine mišice se število vezivnih mest na aktinu za vezavo prečnih mostičev, spreminja. Iz tega sledi, da se sila oziroma napetost znotraj sarkomer spreminja kot posledica stopnje prekrivanja aktinskih in miozinskih niti (Enoka, 2001). Pri optimalni dolžini sarkomere je prekrivanje največje, zato je tudi sila največja. Enak princip velja tudi na nivoju mišice, vendar je sila, ki jo mišica proizvede, odvisna še od pasivnih tkiv (mišičnih ovojnic) in citoskeleta (skeletne mišične celice iz strukturnih beljakovin), ki delujejo podobno kot togi, elastični povoj. To je lepo prikazano na grafu 1. Tu je potrebno še omeniti, da so prav pasivni elementi odgovorni za varovanje mišice pred poškodbami, saj se pri velikih raztegih na ta način zmanjša možnost pretrganja. Ker pa imamo v telesu sklepe preko katerih potekajo mišice in le-tako učinkujejo na breme, je potrebno odnos sila – dolžina preoblikovati v navor – kot v sklepu (Enoka, 2001).



Graf 1. Prispevek aktivnih in pasivnih elementov k skupni sili mišice pri spremembi njene dolžine (Enoka, 2001).

- Odnos sila – hitrost spreminjanja dolžine mišice

Ta odnos govori, da se sila oziroma navor spreminjata zaradi hitrosti krajšanja mišice. Kadar je zunanje breme ali odpor majhen, se lahko mišica krajša z večjo hitrostjo in obratno. Poleg tega je verjetnost, da bodo miozinske glavice ujele aktivno mesto na aktinu pri večji hitrosti manjša (Enoka, 2001). Ta odnos je lepo prikazal Hill s t.i. Hillovo krivuljo (Astrand in Rodahl, 1986). Iz te krivulje prikazane na grafu 2 je lepo razviden navor pri posameznem načinu krčenja: koncentrično krčenje, izometrično krčenje in ekscentrično krčenje, ki tudi doseže največje vrednosti navora. Razlogov za slednje je več, med njih spada tudi refleks na nateg, togost na kratki razdalji in viskoznost (Geržević, 2004).



Graf 2. Hillova krivulja (odnos sila - hitrost) (Astrand & Rodahl, 1986).

Centralni (živčni) dejavniki

Centralni živčni sistem (CŽS) igra zelo pomembno vlogo pri uravnavanju mišične aktivnosti. Tako je mišična sila odvisna tudi od stopnje zavestne aktivacije posameznih mišičnih vlaken ali t.i. znotrajmišične koordinacije. Poleg tega je pomembno tudi usklajeno delovanje več mišic oziroma mišičnih skupin. Aktivaciji in usklajevanju delovanja različnih mišičnih skupin pravimo tudi medmišična koordinacija (Zatsiorsky, 1995).

V okviru znotrajmišične koordinacije CŽS nadzoruje aktivnost mišic in s tem mišično silo s pomočjo treh mehanizmov (Zatsiorsky, 1995):

- **Rekrutacija:** stopnjevanje sile s pomočjo vključevanja in izključevanja motoričnih enot. Večje kot je število aktivnih motoričnih enot, večja je sila. Pri vključevanju in izključevanju motoričnih enot obstaja natančno določeno zaporedje. Tako je zadnja aktivirana motorična enota, prva izključena. Pri tem se motorične enote vključujejo po velikosti le-teh, kar imenujemo Hennemanov princip, kar pomeni, da se prve vključijo počasne in majhne motorične enote, nato hitre, oksidativne in nazadnje velike in hitre, glikolitične motorične enote. Ta princip stoji na dejstvu, da imajo manjši motonevroni nižji prag vzdražnosti, v primerjavi z večjimi. Potrebno pa je poudariti, da se rekrutacija lahko tudi obrne, in sicer pri ekscentričnih kontrakcijah, eksplozivnih gibih, hitrem tresenju okončin in električni stimulaciji (Enoka, 2001).
- **Frekvenčna modulacija:** spreminjanje frekvence proženja akcijskih potencialov posameznih motoričnih enot. Ko se hitrost oziroma frekvenca proženja impulzov poveča pride do t.i. popolnega tetanusa (gladke kontrakcije) in sila se poveča (Enoka, 2001).
- **Sinhronizacija:** hkratno vključevanje motoričnih enot. Če se proženje akcijskih potencialov ene motorične enote popolnoma ujema z drugo, pomeni, da sta motorični enoti sinhronizirani. Stopnja sinhronizacije pa je spremenljiva in odvisna od obremenitve in naloge, motoričnih enot in mišic, ter od športne aktivnosti. Sinhronizacija se pretežno pojavlja pri hitrih, eksplozivnih in dinamičnih gibih, kjer je potreba po aktivaciji največjega števila motoričnih enot zelo pomembna (Gerževič, 2004).

Ker je moč motorična sposobnost, ki ima široko območje možnega napredka, so rezultati treningov posameznikov zelo različni. Nekateri zelo napredujejo, spet drugi nekoliko manj. Ker so po rekonstrukciji sprednje križe vezi najbolj na udaru prav mišice stegna in njihova moč, je to področje kateremu moramo posvetiti še posebej veliko pozornosti. Atrofija omenjenih mišic je po operativnem posegu neizogibna, zato je to pomembno področje našega delovanja oziroma treninga. Vzrok za pojav hitre atrofije po operativnem posegu je prerezanje aferentnih živcev, ki oživčujejo sklepno kapsulo. Izliv v sklep lahko inhibira alfa-motonevrone preko stimulacije aferentnih senzibilnih živčnih končičev v sklepni ovojnici. Vse to bolj vpliva na m. quadriceps, ker so sprednje kapsularne niti praktično prepredene z delom m. quadriceps oziroma njene kite, patelarnim ligamentom in retinakulom (Kavšek, 2002). Ker je m. quadriceps sestavljena iz štirih glav, se le-te različno obnašajo med samim gibanjem in so s tem tudi različno prizadete po operativni rekonstrukciji sprednje križne vezi. Tako je ena najbolj prizadetih m. vastus medialis, ki je mišica z izjemno pomembno vlogo v kolenu in je ob izostanku popolne ekstenzije pod največjim vplivom atrofije (Zupanc in Šarabon 2003).

Nadomestitev takšnega zmanjšanja mišične mase je v času rehabilitacije zelo težka naloga in zahteva intenziven trening moči. Tovrsten trening izzove živčne in mišične spremembe. Na začetku treninga moči pride do hitrega napredka, ki ga ne moremo pripisati hipertrofiji mišičnih vlaken, ampak je v večji meri posledica živčnih dejavnikov, kot je povečana rekrutacija motoričnih enot in pa povečanje frekvence proženja živčnih impulzov ali frekvenčna modulacija (Enoka, 2001). To lahko opišemo tudi kot znotrajmišična koordinacija. Poleg omenjenega pa k povečanju sposobnosti (moči) pripomore tudi motorično učenje, kar imenujemo medmišična koordinacija. To so v svoji raziskavi pokazali tudi Karanikas in sod. (2009), ki so skozi različna obdobja po operaciji sprednje križne vezi (od 6 do 24 mesecev) opazovali spremembe v hoji, teku in moči. Ugotovili so, da spremembe motoričnih nalog in moči sledijo različnim prilagoditvenim vzorcem, saj je prišlo do izboljšanja oziroma do popolne povrnitve optimalne kinematike hoje in teka, kljub še vedno prisotnemu deficitu v moči v primerjavi z nepoškodovano nogo.

Spremembe na nivoju živčevja se zgodijo zelo hitro, že v prvih tednih, po tem je napredek vezan na mišično aktivacijo, ki kaže svoje učinke nekje po štirih tednih treninga, temu pa po tem sledi hipertrofija, ki je nadaljnja odgovorna za izboljšanje moči. Prav slednja je tudi dejavnik, ki omogoča izboljšanje moči skozi daljše obdobje in izzove številne fiziološke učinke na organizem (Jakše, 2009).

Fiziološke prilagoditve, ki se zgodijo kot odziv na trening, so posledica učinkovitega izbora vaj in metod treninga. Odziv organizma na isti trening pa se od posameznika do posameznika razlikuje. Razlike obstajajo glede na spol, saj Koščak (2002) navaja podatek, da so ženske bolj nagnjene k atrofiji mišic kot moški, starost in treniranost posameznika pa so seveda v določeni meri tudi genetsko pogojene. Kljub temu pa po določenem času lahko pride do platoja oziroma isti dražljaj ne povzroči več napredka. Jakše (2009) omenja, da se to zgodi že po 12 tednih treninga za moč. V teh primerih obstajata dve rešitvi, in sicer sprememba vaj, bolj učinkovito pa je spremeniti obremenitev na sistem. To dosežemo s povečanjem intenzivnosti oziroma količine vadbe.

V rehabilitaciji po operativni rekonstrukciji sprednje križne vezi ima glede na prizadeto območje glavno vlogo za dolgoročni uspeh hipertrofija. Prav zato morajo biti vsebine treningov in metode izbrane tako, da so mišične skupine ter sklepne in ob-sklepne strukture izpostavljene postopno vedno večjim silam. To pomeni, da začnemo z izometričnim mišičnim naprežanjem, sledi koncentrično, nato ekscentrično in na koncu ekscentrično – koncentrično mišično naprežanje. Vse skupaj pa je seveda individualno pogojeno, zato je trenutna izbira glavne metode odvisna od specifičnih deficitov posameznika (Zupanc in Šarabon, 2003).

Na učinkovitost vadbe za moč torej vplivajo številni faktorji in vadbena načela. Glavni dejavniki so:

- tip mišičnega krčenja,
- velikost bremena (ang. repetition maximum - RM),
- količina (ponovitve in serije oziroma trajanje, če gre za izometrično obremenjevanje),
- izbira vaj in vrstni red le – teh,
- čas odmora in pogostost.

Tabela 2
Metode ponovljenih submaksimalnih kontrakcij (Jakše, 2009)

	standardna metoda 1	standardna metoda 2	bodybuilding ekstenzivna	bodybuilding intenzivna	izokinetična metoda	izometrična metoda	ekscentrična metoda
kontrakcija							
- konc.	X	X	X	X	X		
- izom.						X	
- eksc.					X		X
tempo							
- eksplo.							
- tekoče	X	X	X	X	X	X	X
breme(%)	80	70, 80, 85, 90	60 do 70	85 do 95	približno 70	100	100 do 130
ponovitve	8 do 12	12, 10, 7, 5	15 do 20	5 do 8	15	10	8 do 12
serije	3 do 5	1., 2., 3., 4.	3 do 5	3 do 5	3	3 do 5	3 do 5
trajanje						10 do 12s	
odmor(min)	1 do 1,5	1 do 1,5	1 do 1,5	1 do 1,5	3	3	1 do 1,5

Legenda: konc. - koncentrična, izom. - izometrična, eksc. - ekscentrična, eksplo. - eksplozivna

V tabeli 2 so opisane metode submaksimalnih mišičnih kontrakcij in njihove značilnosti: vrsta kontrakcij, tempo izvajanja, breme, ponovitve, število serij oziroma trajanje ter odmor.

Prav izbira metod in vaj ima velik vpliv na hitrost in stopnjo napredka v moči. V raziskavi so Šiler in sod. (2010) poskušali prikazati učinkovitost različnih vaj in podati priporočila za razvoj moči m. quadriceps, upoštevajoč biomehanične lastnosti kolenskega sklepa ter čas od operacije. Primerjali so šest vaj, in sicer: enonožni potisk v nožni preši, počep pod drogom enonožno, počep pod drogom sonožno, počep na polvalju, dviganje in spuščanje iztegnjene noge in izometrično vadbo. Vaje so bile razdeljene v dve skupini: vaje v zaprti kinetični verigi in vaje v odprti kinetični verigi. Ugotovili so, da posamezne vaje različno vplivajo na aktivacijo posameznih glav m. quadriceps in da je za doseg največje aktivacije pomemben tudi kot v kolenskem sklepu, in sicer 90°. Rezultati so torej pokazali sledeče:

- Za vastus medialis: najbolj učinkovita vaja je počep pod drogom enonožno, sledita počep pod drogom sonožno in izometrična vadba, na tretjem mestu pa je nožna preša in polvalj.
- Za rectus femoris: najbolj učinkovita je izometrična vadba, sledi počep pod drogom sonožno in enonožno.
- Za vastus lateralis: najbolj učinkovita je izometrična vadba, sledita počep pod drogom enonožno in sonožno, ter nožna preša.
- Pri vaji dviganje in spuščanje iztegnjene noge so avtorji ugotovili nizko korelacijo s hipertrofijo, zato ta vaja za krepitev m. quadriceps femoris ni najbolj učinkovita. Ne smemo pa je izločiti iz rehabilitacijskega programa, saj ima druge pozitivne učinke: vpliv na medmišično koordinacijo, vpliv na vzdržljivost, izboljšanje kinestetičnega občutka, stabilnost poškodovanega sklepa in ponovno osvajanje gibalnih vzorcev.

Vaje torej lahko izvajamo tako v zaprti kot odprti kinetični verigi. Vaje zaprte kinetične verige so tiste, kjer je distalni del segmenta fiksiran in je upor lahko dodan distalno ali proksimalno. Primer take vaje je počep (Fitzgerald, 1997). Vaje odprte kinetične verige pa so tiste, kjer je distalni del segmenta prost in je nanj dodan upor. Primer vaje je ekstenzija v kolenu narejena v sedečem položaju z uporom na distalnem delu (Fitzgerald, 1997).

Po pričakovanju je bila večja aktivnost posameznih glav m. quadriceps ravno pri zaprti kinetični verigi, ki poleg tega povzroča tudi manjšo antero-posteriorno translacijo tibije. Zato so te vaje v rehabilitaciji kolena primernejše. Poleg tega pa vaje zaprte kinetične verige tudi bolj posnemajo dejansko gibanje in so s tega vidika smiselnejše (Fitzgerald, 1997).

Katero metodo razvoja moči bomo izbrali in katere vaje, pa je odvisno od posameznika oziroma stanja, v katerem se posameznik nahaja (čas od operacije, izbira presadka, treniranost...). Predvsem pa ne smemo pozabiti na postopnost obremenjevanja in varnost.

3.3 PROPRIOCEPCIJA

Propriocepcija je v ožjem pomenu besede opredeljena kot sposobnost organizma za zavestno in podzavestno prepoznavanje položajev delov lastnega telesa v prostoru (Enoka, 2001). Proprioceptivni sistem posreduje organizmu predvsem informacije o drži in gibanju telesa. Poleg tega je sistem odgovoren tudi za zaznavanje sprememb smeri ter hitrosti gibanja, kar imenujemo tudi kinestezija. S propriocepcijo človek zazna aktivno gibanje, ki je posledica kontrakcij mišic, ki jih aktiviramo ali deaktiviramo z voljo in tudi pasivno gibanje, ki ni pod vplivom naše volje, temveč je posledica zunanjih sil (Antolič, Pompe in Stražar, 2001). Poleg prepoznavanja dražljajev in sprememb od zunaj ali iz telesa, pa moramo te spremembe znati tudi ovrednotiti in se na njih odzvati. Tu pride v ospredje povezava senzoričnega in motoričnega nivoja, oziroma povezava živčnega in mišičnega sistema, zato to imenujemo tudi živčno-mišična kontrola gibanja. Ta vključuje tako proprioceptivne zaznave, ki potekajo od receptorjev do živčnih centrov v hrbtenjači oziroma do višjih centrov centralnega živčnega sistema, kot tudi motorične odzive, katerih pot se nadaljuje do efektorjev, v našem primeru mišic. Skupek vsega tega je torej kompleksen odziv, ki poteka od receptorjev po živčnih poteh do živčnih centrov in od tam naprej do efektorjev, mišic.

Za zaščito sklepov ob nepričakovani hitri siloviti mehanski motnji je torej pomembna predvsem refleksna propriocepcija. Zavestni gibi so namreč največkrat prepočasni, da bi preprečili poškodbo, saj so njihove živčne poti veliko daljše od refleksnih in zato tudi počasnejše (potreben je daljši čas za odziv). V tako opredeljen pojem propriocepcije so vključeni različni senzorični sistemi mišic, kit in kože, ob tem pa sta pomembna tudi vid in organ za ravnotežje (Šarabon, 2010).

Dosedanje histološke raziskave kolenskega sklepa so pokazale, da so v njem mehanoreceptorji, ki imajo vlogo proprioceptorjev. Našli so jih v sprednji in zadnji križni vezi, kolateralnih vezeh, sklepni kapsuli, sinuvijalni ovojnici, meniskusih in celo v maščobnem tkivu pod pogačico (Guillquist, 1996; Antolič, Pompe in Stražar, 2001). Razdelili so jih v 4 tipe:

- Receptorji, ki so vzdraženi v mirovanju in med gibanjem ter posredujejo informacije o smeri, hitrosti in amplitudi gibanja. Imajo nizek prag vzdražnosti in se počasi prilagajajo na določen položaj sklepa.
- Receptorji, ki imajo nizek prag vzdražnosti in se hitro prilagajajo na položaj sklepa. Posredujejo informacije o pospeških in pojemkih med gibanjem.
- Receptorji, ki imajo visok prag vzdražnosti in se ne prilagajajo na položaj sklepa. Vzdražijo se pri sunkovitih gibih in z delovanjem preko refleksnih lokov varujejo koleno pred poškodbo.

- Prosti živčni končiči, ki posredujejo predvsem bolečinske dražljaje.

Največja gostota vseh omenjenih receptorjev je na prijemališčih sprednje križne vezi (predvsem na golenici), kjer je vez tudi v stiku s sinuvijalno ovojnico, zato je tudi največ raziskav propriocepcije kolenskega sklepa narejenih prav v povezavi s pretrganjem sprednje križne vezi. Po operaciji se namreč propriocepcija poškodovanega uda značilno poslabša in tudi po rekonstrukciji ostaja poslabšana (Antolič, Pompe in Stražar, 2001).

Ker so po operativnem posegu kolenskega sklepa poleg sklepnih struktur posredno poškodovane/prizadete tudi mišice okoli sklepa, je potrebno posvetiti posebno pozornost tudi njim oziroma njihovi vlogi. Receptor, ki se nahaja v mišicah in je najpomembnejši za propriocepcijo, se imenuje mišično vreteno. Vzdraži se pri spremembah v hitrosti in velikosti dolžine mišičnega vretena. Ta senzor je osnova refleksa na raztezanje, hkrati pa je povezan s kontrolo vzdražnosti živčnega sistema, kot nekakšen ojačevalec ali dušilec. To pomeni, da če bo vreteno močno vzdraženo, bo pošiljalo veliko signalov, kar pomeni, da se bo mišica močno aktivirala. Iz tega izhaja, da je njegova vloga pomembna pri eksplozivnih, reaktivnih gibanjih, prav tako pa ima pomembno funkcijo tudi pri natančnih gibanjih ter pri sproščanju in maksimalnem mišičnem naprežanju (Strojnik in Šarabon, 2010).

Poleg vpliva na sklepne strukture in mišice kolenskega sklepa, pa ima operativna rekonstrukcija vpliv tudi na pripadajoče kite. Receptor, ki se nahaja v kitah se imenuje Golgijev kitni organ, ki se vzdraži ob spremembah sil v kiti. Te spremembe morajo biti zadosti velike, da je vzdraženje dovolj močno, da aktivira Golgijev kitni organ. Ob dovolj veliki sili se torej receptor vzdraži in povzroči sproščanje mišice z namenom, da ne pride, zaradi prevelikih sil, do poškodbe mišice (Strojnik in Šarabon, 2010). To je prisotno predvsem pri velikih silah, ko pride do popuščanja mišice z namenom varovanja pred natrganjem.

V povezavi z omenjenimi proprioceptorji pa so številni živčni mehanizmi mišične aktivacije, ki povečajo ali zmanjšajo delovanje posamezne mišice ali pa sinhronizirajo delovanje dveh mišic, ki sta na nasprotni strani sklepa (Strojnik in Šarabon, 2010):

- refleks na nateg,
- kitni refleks,
- recipročna inhibicija,
- rekurentna inhibicija,
- predsinaptična inhibicija,

- alfa in gama koaktivacija,
- koaktivacija mišic.

Po poškodbi kolena zelo hitro nastane tako imenovana artrogena mišična oslabelost. To je posledica mišične atrofije in zmanjšane maksimalne prostovoljne aktivacije mišice, ki nastane na primer zaradi bolečine ali otekline. Pri poškodovanem kolenu prihajajo v centralni živčni sistem (CŽS) spremenjeni dražljaji in manj eferentnih impulzov iz CŽS doseže alfa in gama motorične nevrone v hrbtenjači. Posledica tega je manjša vzdraženost alfa motoričnih nevronov, kar ima za posledico manjšo aktivacijo m. quadriceps; manj vzdraženi gama nevroni pa povzročijo manjšo vzdraženost mišičnih vreten, kar povzroči slabšo proprioceptivno zaznavo (Antolič, Pompe in Stražar, 2001). Zato je namen rehabilitacije povečati nivo aktivacije alfa in gama motoričnih nevronov. S tem izboljšamo nivo maksimalne prostovoljne aktivacije mišic (vadba za moč) ter izboljšamo proprioceptijo.

3.3.1 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA

Propriocepcija je torej sposobnost, ki igra pomembno vlogo tako v vsakdanjem življenju kot tudi v življenju vrhunskega športnika. Za razvoj te sposobnosti pa je seveda potrebna vadba, ki se v današnji literaturi vse bolj pogosto imenuje senzorično-motorična vadba (SMV). Še ne dolgo nazaj je bila proprioceptivna vadba oziroma trening izraz pod katerim smo razumeli trening za razvoj propriocepcije, a se je to poimenovanje spremenilo zaradi preozke obravnave problema. Proprioceptivna vadba namreč obravnava zgolj senzorični del, torej zaznave dražljajev, ne pa tudi motorični odziv na njih. SMV torej omogoča motoričen odziv na senzorične dražljaje pridobljene iz okolice oziroma iz telesa samega.

SMV se uporablja zlasti v rehabilitacijskih programih in v športu. V športu so možnosti njene uporabe izjemno široke, a pogosto premalo izrabljene. Danes se vadba vse pogosteje uporablja predvsem kot sredstvo preventive pred poškodbami (skočni, kolenski in ramenski sklep) ter za izboljšanje kakovosti kontrole gibanja nasploh.

Vsebine tovrstne vadbe so zelo učinkovite, varne, energetsko nezahtevne, hkrati pa imajo velikokrat prisotno tudi zabavno komponento. Med sredstva za tovrstno vadbo štejemo najrazličnejše ravnotežne deske, blazine, valje, oziroma neravne in nestabilne površine, ki povzročajo dinamično nestabilne položaje ciljnih sklepov. Tudi pri tej sposobnosti gre za visoko povezanost z ostalimi motoričnimi sposobnostmi, kot so agilnost in koordinacija. Z najrazličnejšimi sredstvi torej izzovemo motnje na lokomotorni sistem, kar v samem organizmu povzroči številne odzive in želene učinke (Šarabon, 2010):

- povečanje mišične aktivacije,
- skrajšanje odzivnih časov refleksa na raztezanje,
- izboljšanje medmišične koordinacije,
- izboljšanje drže in ravnotežja,
- izboljšanje zavedanja telesa v prostoru in
- posledično zmanjšanje dovzetnosti za nastanek poškodb.

Torej želimo s SMV izboljšati propriocepcijo, da lahko aktiviramo mišice bolj učinkovito ter s tem naredimo sklep bolj tog v okoliščinah, kjer nastopajo motnje. Vadba »nauči« agoniste in antagoniste giba učinkovite stabilizacije sklepnega kompleksa in tako veliko prispeva predvsem k preprečevanju poškodb (Palma, 2005).

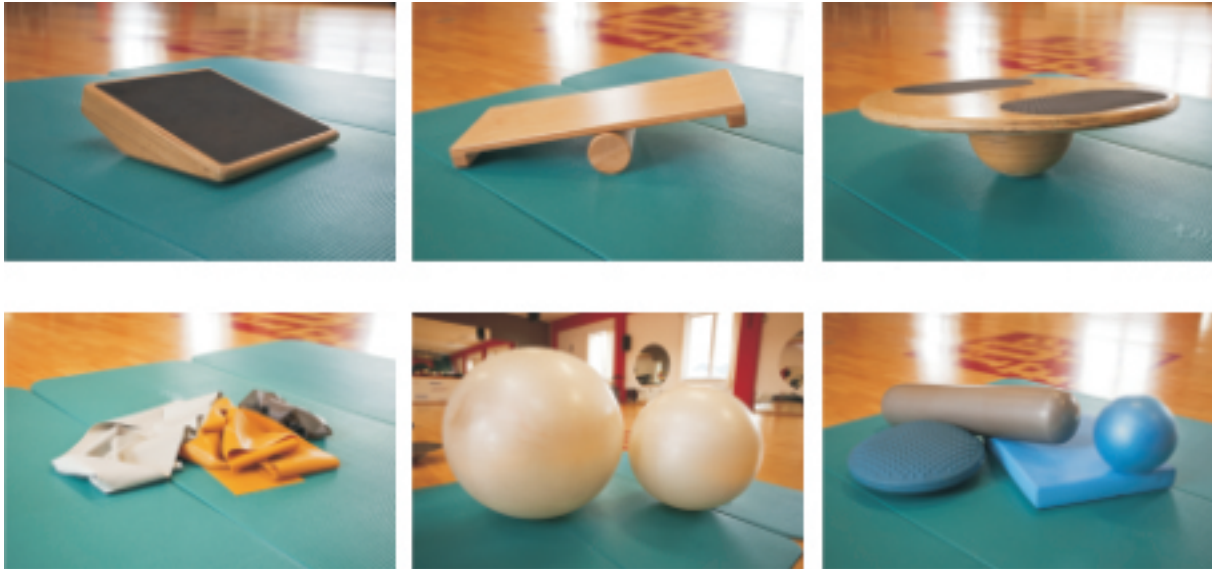
Tudi pri tovrstni vadbi moramo zadostiti osnovnima vadbenima principoma:

- Stalnost vadbe: za povečevanje ali ohranjanje proprioceptivne sposobnosti mora biti vadba prisotna v vseh vadbenih obdobjih oziroma ne smemo vaditi »na zalogo«, kar pomeni redno tedensko prisotnost vadbe.
- Postopnost vadbe:
 - »Od lažjega k težjemu!«
 - »Od preprostega h kompleksnemu!«
 - »Od osvojenega k novemu!«

Slednje lahko storimo z najrazličnejšimi modifikacijami posameznih vaj in uporabo najrazličnejših rekvizitov. Pomembno je namreč, da vajo, ko jo enkrat osvojimo, poskušamo otežiti, kar lahko storimo z enim od spodaj naštetih načinov (Strojnik in Šarabon, 2010):

- Izvedba vaje na obeh nogah ali samo eni nogi (enako velja za roke). Nekatera sredstva nam nudijo obe možnosti.
- Izvedba z odprtimi ali zaprtimi očmi. Izključitev vida znatno oteži izvedbo. Podobno je s pogledom gor ali dol.
- Izvedba s predhodno motnjo ravnotežnega organa, kar je zelo pogost pojav oziroma zahteva v športu (padci, prevali, obrati in takojšnje nadaljevanje, hitre spremembe smeri z dobro kontrolo telesa).
- Izvajanje z dodatnimi nalogami (mečemo ali lovimo različno težke in velike žoge oziroma druge predmete – v vse smeri; dodatna naloga z drugo nogo, npr. vodenje žoge okoli deske; vključevanje vaj za moč in delo z dodatnimi bremenami za iste oziroma druge mišične skupine...).
- Izvedba na različnih podpornih površinah s katerimi povečamo velikost navora in hitrost prirastka navora ob izgubi ravnotežja: večja/manjša, trda/mehka, višja/nizja, ožja/širša deska, kombinacije, ki določajo stabilnost, gibljivost podporne ploskve.
- Izvedba z vključevanjem dodatne zunanje sile kot motnje (partner – thera band trakovi, vsiljena masa, zaustavljanje ali pospeševanje na vozičku, skoki na in z deske...).
- Izvedba z višjim ali nižjim centralnim težiščem telesa. Stabilnost telesa je v obratno sorazmernem odnosu z višino centralnega težišča (izvajanje počepov, borilne igre na deski...).
- Izolacija sklepov: za dodatno bolj ciljno razvijanje stabilizacije posameznega sklepa lahko delovanje ostalih sklepov zmanjšamo. To lahko dosežemo z raznimi opornicami za kolena, gležnje, lahko so to tudi smučarski čevlji... S tovrstno

vadbo lahko bolje simuliramo tudi dejanske okoliščine, v katerih se posamezni sklepi nahajajo - alpsko smučanje, kjer je gleženj v večji meri fiksni in se vse spremembe v ravnotežnem položaju dogajajo preko kolena, kolkov in deloma zgornjega dela telesa (Gollhofer in sod., 2000; Palma, 2005).



Slika 5. Pripomočki (foto: Rok Tržan).

Slika 5 prikazuje pripomočke za izvedbo SMV.

Vaje lahko delimo tudi glede na lokacijo in glede na način vzpostavljanja ravnotežja oziroma gibanja v sklepu.

Topološka delitev:

- vaje za gleženj (tu gibanje poteka v dveh oseh, zato lahko izbiramo vaje za posamezno os ali za obe osi hkrati, temu primerno pa se aktivirajo seveda pripadajoče mišice),
- vaje za koleno (gibanje v kolenu poteka le v eni osi: ekstenzija/fleksija, zato je potrebno izvajati predvsem vaje, ki izzovejo tovrstno gibanje. Za večji učinek na koleno lahko tudi fiksiramo gleženj in s tem prenesemo večji del vzpostavljanja ravnotežja na koleno),
- vaje za ramenski obroč (tu poteka gibanje v vseh oseh, pri tem sodeluje ogromno število mišic in zato so močne mišice, zlasti pa njihovo usklajeno delovanje, pomembne za varnost in rezultat),
- vaje za trup (povezane s stabilizacijo medenice).

Delitev glede na gibanje v sklepu (Strojnik in Šarabon, 2010):

- Vaje, ki povzročajo rotacijo sklepov: povzročajo velike amplitude v sklepu, a majhne spremembe težišča, zato delujejo bolj lokalno oziroma bodo v večji meri vplivale na mišice okoli sklepa.
- Vaje, ki povzročajo translacijo sklepov: povzročajo večje premike v težiščih posameznih delov telesa ter manjše spremembe amplitude v sklepih, zato delujejo bolj na centralne mehanizme kontrole ravnotežja.
- Vaje, ki povzročajo hkrati rotacijo in translacijo sklepov.

Da izzovemo zelene učinke senzorično-motorične vadbe, pa moramo v prvi meri zadostiti naslednjim kriterijem:

- Vadba mora biti varna in tekoča.
- Vadba mora povzročati nenadne in nenehne premike sklepa z majhnimi amplitudami.
- Pri vadbi mora biti sistem izzvan, kar pomeni, da je bistvo, da ravnotežje ves časvzpostavljamo. Cilj vadbe je, da z neprestanim povzročanjem nestabilnosti sistema pridobimo zeleno stabilnost na višjem nivoju oziroma izboljšamo kontrolo gibanja.
- Vadba omogoča premike sklepa v vseh smereh oziroma ravninah, ki so za sklep značilne.
- Intenzivnost mora, kakor tudi pri vsaki drugi vadbi, naraščati postopoma.
- Prilagajanje zahtevnosti individualnim potrebam.
- Vedno se koncentriramo, da bomo ravnotežje lovili predvsem s sklepom, čigar stabilnost želimo izboljšati, ostale sklepe, ki prevzemajo korigiranje drže (kompenzacijski gibi rok in trupa), pa skušamo čim bolj izključiti.
- Obseg giba v katerem vadimo je potrebno prilagoditi glede na stanje, ki ga določa poškodba ali sposobnost pravilne izvedbe. V skrajnih položajih delujejo mišice v neugodnih položajih, kar razvije relativno majhno moč ter skrajno raztezanje. V skrajnih legah je večji inhibitorni vpliv proprioceptorjev, ki se nahajajo v sklepnih ovojnicah in vezeh (Rošker, 2010).

3.3.2 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA IN CIKLIZACIJA

Načrtovanje športne vadbe se začne z jasno definicijo vadbenega cilja. Tem ciljem je nato prilagojena vadba. Na ta način zmanjšamo naključnost izbire vadbenih sredstev, metod in njihovih količin, omogočimo nadzor nad procesom ter povečamo možnost

zavestnega in usmerjenega spreminjanja športnikovih sposobnosti in značilnosti v želeno smer (Ušaj, 1997).

Pomembno vprašanje pri načrtovanju vadbene enote je, kako razporediti tipe vadbe znotraj vadbene enote, ki med drugim vsebuje SMV. Enako seveda velja tudi pri umeščanju SMV znotraj ostale strukturne enote priprave športnika, torej v mikrocikel, mezocikel in makrocikel. Znano je, da vsak tip vadbe s svojimi značilnostmi vodi do akutnih sprememb v telesu športnika. Nekatere od teh sprememb na ostale tipe vadbe nimajo učinka, nekatere imajo pozitivne učinke, nekatere pa celo negativne. Zato je pomembno, da glede na ostale tipe vadbe znotraj vadbene enote SMV umestimo tako, da ne bo imela negativnih vplivov pri naslednjih vadbenih tipih, hkrati pa da ostali tipi vadbe ne bodo imeli negativnega vpliva na izvedbo in posledice SMV (Pelicon, 2006). Tako je na primer Ličen (2003) ugotovila, da SMV ni smiselno uporabljati kot ogrevanje ali neposredno pred treningom aktivacije oziroma treningom, ki temelji na visokih zahtevah živčnega sistema, saj jih le-ta inhibira. To vključuje tako eksplozivna gibanja, gibanja z velikimi silami, koordinacijo, kot tudi ekscentrično-koncentrično mišično naprežanje zaradi manjše občutljivosti mišičnega vretena in s tem refleksa na raztezanje. Ti inhibitorni učinki trajajo vsaj še 10 – 15 minut po prenehanju SMV.

Tabela 3

Pregled raziskav s področja SMV v povezavi s ciklizacijo (Pelicon, 2006)

	Balogun 1992	Hoffman & Payne 1995	Heitkump 2001	Gruber 2001	Palma 2005
št. tednov vadbe	6	10	4 do 6	4	6
vadbene enote/teden	3	3	2 do 3	4	3
vadbene enote skupaj	18	30	12	16	18
št. serij		1	4	4	1
št. ponovitev v seriji		5	5	4	6
trajanje ponovitev		40s	20s	20s	35-55s

V tabeli 3 so prikazani rezultati raziskav narejenih na področju ciklizacije SMV.

SMV lahko pomembno prispeva h kvaliteti rehabilitacijske in preventivne vadbe. Pri oblikovanju rehabilitacijskega oziroma preventivnega programa je potrebno upoštevati specifične poškodbe in naravo športa, ter temu primerno prilagoditi vadbene vsebine. Z zgoraj opisanimi načini stopnjevanja vadbe, uporabe in modifikacijo različnih vaj, lahko dosežemo bistvene spremembe na lokomotornem sistemu in s tem doprinesemo k večji učinkovitosti gibanja. To je bistvenega pomena tako v vsakdanjem življenju, še posebej pa v vrhunskem športu, kjer je zmanjšanje nevarnosti za nastanek poškodb cilj vsakega vrhunškega športnika oziroma trenerja.

3.4 FAZE REHABILITACIJE

V rehabilitacijskih programih naj bo predvsem vodilo izogibanje vajam, ki povzročajo bolečino in pa varno izvajanje na vsaki stopnji rehabilitacijskega programa izvajajo varno. Ob odsotnosti bolečine oziroma v obsegu gibaj kjer bolečina ni prisotna, uporabljamo metode, ki so znane za razvoj posameznih motoričnih sposobnosti v športni praksi.

REHABILITACIJSKI PROGRAM po operativni rekonstrukciji sprednje križne vezi (Wilk in sod., 1999)

1. FAZA = PREDOPERATIVNA

Cilji:

- Zmanjšati vnetje, oteklino in bolečino.
- Povrniti normalen obseg giba, predvsem ekstenzijo kolena.
- Povrniti hotno mišično aktivacijo.
- Pripraviti in podučiti pacienta o operativnem posegu.

Obremenjevanje:

- Kolikor lahko prenese posameznik, lahko so v pomoč bergle.

Mišična stimulacija:

- Uporaba mišične stimulacije (m. quadriceps) med vajami hotne aktivacije.

Krioterapija/elevacija:

- Hlajenje prizadetega območja in dvignjen prizadet del telesa nad višino srca.

Izobraževanje pacienta:

- Opis pooperativnega rehabilitacijskega programa.
- Pogovor o izbiri nadomestnega presadka.

2. FAZA = POOPERATIVNA (1 – 7 dni)

Cilji:

- Zmanjšati oteklino sklepa in bolečino.
- Povrniti patelarno mobilnost.
- Povrniti polno pasivno ekstenzijo kolena.
- Postopno izboljšati fleksijo kolena.
- Ponovno vzpostaviti kontrolo quadricepsa.

dan 1

- Možnost uporabe bergel, predvsem z vidika varnosti presadka.
- Obremenjevanje poškodovanega uda do bolečin.
- Pasivno razgibavanje do stopnje, katero še lahko toleriramo oziroma po navodilih operaterja (0°- 50°).

dan 2 - 3

- Razgibavanje (omejitev pri fleksiji, da s pretiranim krčenjem ne pride do raztegnitve ali pretrganja presadka) – od 0° do 90°.

dan 4 – 7

- Izvajanje vaj za izboljšanje obsega giba; cilj je doseči 100° fleksije.

3. FAZA = ZGODNJA REHABILITACIJA (2. – 4. teden)

Cilji:

- Ohranjanje polne pasivne ekstenzije.
- Postopno povečevanje fleksije kolena.
- Zmanjševanje otekline in bolečine.
- Mišični trening.
- Povrnitev propriocepcije.
- Patelarna mobilnost.

Kriteriji (za prehod v 3. fazo rehabilitacije)

- Kontrola m. quadriceps (sposobnost dobre aktivacije).
- Polna pasivna ekstenzija kolena.
- Pasivni obseg giba: 0° - 90°.
- Dobra patelarna mobilnost.
- Minimalni izliv v sklepu.

4. FAZA = VMESNA (4. – 10. teden)

Cilji:

- Povrniti polni obseg giba: 0° - 125°.
- Izboljšati moč spodnjih okončin.
- Obnoviti propriocepcijo.
- Izboljšati mišično vzdržljivost.
- Povrniti zaupanje v ud.
- Povrniti funkcijo uda.

Kriteriji (za prehod v 4. fazo rehabilitacije)

- Aktivni obseg giba: 0° - 115°.
- Moč m. quadriceps poškodovane noge znaša 60% zdrave noge (izometrični test pri 60° fleksije kolena).
- Minimalni ali ničelni izliv v sklepu.
- Odsotnost patelofemoralne bolečine.

5. FAZA = NAPREDNO AKTIVNA (10. – 16. teden)

Cilji:

- Normaliziranje moči spodnjih ekstremitet.
- Povečanje mišične moči in vzdržljivosti.
- Izboljšanje propriocepcije.
- Izvajanje določenih športno-specifičnih vaj.

Kriteriji (za prehod v 5. fazo rehabilitacije)

- Aktivni obseg giba 0° - 125° ali več.
- Moč m. quadriceps poškodovane noge znaša 70% nepoškodovane.
- Razmerje: fleksorji/ekstensorji kolena = 70 – 75%.
- Odsotnost bolečine in izliva v sklepu.
- Zadovoljiv klinični pregled.
- Zadovoljive vrednosti izokinetičnega testiranja:
 - Ekstensorji kolena bilateralna primerjava = 75%.
 - Fleksorji kolena so bilateralno enaki.
 - Razmerje fleksorji/ekstensorji kolena = 66 – 75%.
- Hop test = 80% nepoškodovane noge.

6. FAZA = VRNITEV V ŠPORT/AKTIVNOST (16. – 22. teden)

Cilji:

- Postopna vrnitev v šport.
- Doseganje maksimalne moči in vzdržljivosti (v povprečju se moč do vrednosti 95% nepoškodovane noge povrne v enem letu).
- Normaliziranje propriocepcije.
- Postopno uvajanje v specifični trening.

Kriteriji (za prehod v 6. fazo rehabilitacije)

- Popolni obseg giba.
- Izokinetična testiranja morajo zadostiti kriterijem:
 - Bilateralna primerjava ekstenzorjev kolena = 80% ali več.
 - Fleksorji kolena so bilateralno enaki.
 - Razmerje fleksorji/ekstenzorji kolena = 70% ali več.
- Proprioceptivna primerjava – ni razlik.
- Zadovoljivi rezultati kliničnega pregleda.
- Obvezno izokinetično in funkcionalno testiranje pred vrnitvijo v šport (normalni trenažni proces in na tekmovališča).

3.5 KRITERIJI ZA VRNITEV ŠPORTNIKA V TEKMOVALNI RITEM PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJI SKV

Skrbno analizirani rezultati rehabilitacijskega programa, omejitve pri delu in vrsta ter intenzivnost športa s katerim se posameznik ukvarja, so vodilo za vključevanje nazaj v redni proces športnega treniranja. Predvsem je pomembna ocena funkcije kolenskega sklepa po rekonstrukciji SKV, ki temelji na dinamičnih in statičnih meritvah mišične moči, meritvah stabilnosti, ohlapnosti in obsega gibljivosti sklepa. Med njih vsekakor spadajo izokinetična testiranja, ki so v zadnjem času pridobila na veljavi in pomembnosti, predvsem na račun dobro izdelanega sistema meritev, podprtega s številnimi študijami.

Med kriterije, ki omogočajo športniku varno vrnitev v tekmovalni režim so (Zupanc, 2002):

- Dosežen poln obseg giba.
- Stabilno koleno.
- Primerljiva mišična moč z nepoškodovano nogo (uporaba izokinetičnih meritev).

3.5.1 UPORABA IZOKINETIČNEGA OCENJEVANJA V REHABILITACIJI

Izokinetično testiranje je sodobna in po vsem svetu uveljavljena standardna metoda za ocenjevanje mišične jakosti in moči dinamičnih stabilizatorjev kolena (ko govorimo o rehabilitaciji kolenskega sklepa). Testiranje pacienta omogoča časovno spremljanje poteka kliničnega zdravljenja in rehabilitacije pacienta ter omogoča objektivno spremljanje izboljšanja mišičnih zmogljivosti poškodovanega dela ter nadaljnji napredek v rehabilitacijskem procesu vse do popolne, predvsem pa varne vrnitve k vsakodnevnim aktivnostim (Dervišević in Hadžić, 2009).

Mišična jakost je sposobnost mišice, da proizvaja silo ali navor, in je tesno povezana z mišično močjo, ki je opravljeno mišično delo v enoti časa. Ta dva parametra sta bistvena pri obravnavi stanja gibalnega sistema v času rehabilitacije, saj se ob poškodbah bistveno spremenita. Ocena mišične jakosti in moči je zato ključnega pomena za spremljanje pacienta, načrtovanje programov vadbe za moč v rehabilitaciji kot tudi za oceno uspešnosti le-teh. Za ocenjevanje dinamične mišične jakosti se že vrsto let uporabljajo izokinetični dinamometri (Dervišević in Hadžić, 2009).

Pri izokinetičnih meritvah gre za meritve mišične jakosti v pogojih odprte kinetične

verige, pri čemer merjenec izvaja fleksijo in ekstenzijo kolena (koncentrično ali ekscentrično), tako da premika nastavek pri konstantni vnaprej izbrani hitrosti. Pri tem senzor dinamometra zapisuje vrednosti, ki predstavljajo navor mišice (zmnožek dolžine nastavka – ročice in mišične sile). Osnovni parameter, ki ga dobimo pri izokinetičnih meritvah je navor, izražen v Nm (Newton-meter). Za objektivno, normativno primerjavo posameznih meritev je bistvenega pomena, da dobljene podatke prevedemo na telesno maso merjenca (Nm/kg telesne mase).

Poleg merjenja maksimalnega navora se v veliko primerih izkažejo pomembne tudi meritve mišične moči oziroma dela, ki ga je mišica sposobna opraviti v določenem času. Možno je namreč, da imata dve mišici enako jakost, vendar precej različno mišično moč. Do razlik med jakostjo in močjo prihaja predvsem pri obravnavi mišičnih poškodb ali motnjah aktiviranja mišic, kar je značilno tudi za poškodbe kolena, kot je pretrganje sprednje križne vezi in njena kasnejša rekonstrukcija.

3.5.1.1 Analiza podatkov izokinetičnih meritev kolena

Obravnava maksimalnega navora oziroma normaliziranega maksimalnega navora m. quadriceps in mišic zadnjega dela stegna je en parameter, ki nam da določen vpogled v profil mišične jakosti merjenca. Po podatkih, ki jih navajata Dervišević in Hadžić (2009), je pričakovana vrednost jakosti m. quadriceps pri 60°/s med 2,7 in 3,2 Nm/kg telesne mase, mišic zadnjega dela stegna pa 1,6 in 2,0 Nm/kg telesne mase.

S stališča medicinske stroke in seveda rehabilitacije je zanimiva obojestranska primerjava jakosti mišičnih skupin med levim in desnim spodnjim udom, saj pri poškodbah pričakujemo primanjkljaj na poškodovani strani. Ti primanjkljaji znašajo pri zdravih ljudeh pod 10%, kar je več je že dejavnik tveganja za poškodbe oziroma gledano s strani rehabilitacije, pri primanjkljaju nad 30% se odsvetuje tek.

Drug pomemben vidik analize dobljenih podatkov izokinetičnih meritev pa je računanje razmerij med mišicami, ki nam dajo pomembne podatke o mišičnem ravnovesju in sklepni stabilizaciji, kar je pomembno tako v fazi rehabilitacije kot v času preventive pred morebitnim nastankom poškodb. Dokaj običajna ugotovitev je izredno slaba koncentrična jakost mišic zadnjega dela stegna v primerjavi z izredno dobrimi vrednostmi m. quadriceps, kar je predvsem pogosto v športih, kjer je m. quadriceps tako imenovani »prime mover« - vertikalni skoki... (odbojka...). To predstavlja veliko tveganje nastanka poškodb in eno bistvenih pomanjkljivosti v fazi trenažnega procesa.

Najbolj pogosto računamo tri razmerja (Bračič in sod., 2009):

- KONVENCIONALNO RAZMERJE (HQR razmerje = H_{conc}/Q_{conc})

Razmerje med maksimalnim koncentričnim navorom hamstringov (H_{conc}) in maksimalnim koncentričnim navorom m. quadriceps (Q_{conc}). To razmerje uporabljamo za določanje funkcionalne sposobnosti mišic kolenskega sklepa, saj je dokazano, da je razmerje HQR odvisno od hitrosti izvajanja kontrakcij: pri nizki hitrosti ($60^\circ/s$) je normalno razmerje HQR okoli 0,60 (maksimalni navor mišic zadnjega dela stegna je okoli 60% maksimalnega navora m. quadriceps), pri srednjih in višjih hitrostih ($180^\circ/s$, $240^\circ/s$) pa so vrednosti okoli 1,00 ali več.

- FUNKCIONALNO DINAMIČNO RAZMERJE (DFR razmerje = $Hecc/Q_{conc}$)

Razmerje med maksimalnim ekscentričnim navorom hamstringov ($Hecc$) in maksimalnim koncentričnim navorom m. quadriceps (Q_{conc}): pri koaktivaciji v kolenskem sklepu delujejo mišice zadnjega dela stegna ekscentrično, m. quadriceps pa koncentrično. To razmerje je v zadnjih letih vse bolj v uporabi, saj naj bi odražalo realne odnose teh mišičnih skupin pri stabilizaciji kolenskega sklepa in naj bi bilo boljši napovedni dejavnik možnosti poškodb kot klasično razmerje HQR.

- ZNOTRAJ-MIŠIČNA RAZMERJA

Poleg računanja razmerij med mišicami lahko računamo tudi razmerja iste mišične skupine: primerjava ekscentričnih in koncentričnih navorov. Ko izvedemo meritev m. quadriceps pri isti kotni hitrosti koncentrično in ekscentrično, mora biti razmerje ECC/CON večje od 1,00. To potrjuje teorijo o odnosu sila-hitrost, ki ga opisuje Hillov graf. Če pri tem še povečamo hitrost merjenja, se bo tudi razmerje še povečalo, saj ekscentrični navor s hitrostjo raste.

3.5.1.2 Kontraindikacije za izokinetične meritve

Izvajanje izokinetičnih meritev v času rehabilitacije ima tudi določene omejitve, ki izhajajo iz stanja operiranega uda. Zato se v primerih, navedenih v nadaljevanju, zaradi varnosti presadka, meritev ne poslužujemo:

- močno omejena amplituda gibanja v sklepu,
- hude bolečine v sklepu,
- večji izliv (efuzija ali sinovitis),
- akutne ali sveže poškodbe mehkih tkiv in seveda zlomi,
- pacienti s srčnim popuščanjem.

Prav zaradi omenjenih razlogov so meritve po operativni rekonstrukciji SKV možne šele po treh do štirih mesecih po operaciji, saj s tem zagotovimo primerno vraščenost vsadka in s tem zmanjšamo možnost ponovnih poškodb.

Kljub mnogim pozitivnim in uporabnim učinkom izokinetičnega testiranja, pa le-ta ne more v celoti pokazati stanja mišic. Podrobnejše lastnosti mišic lahko izmerimo le s pomočjo drugih meritvenih postopkov, kot so, če govorimo o moči, tenziometrija in tenziomiografija.

4.0 SKLEP

V diplomskem delu je bila predstavljena tipična poškodba kolenskega sklepa, in sicer pretrganje sprednje križne vezi. Za boljše razumevanje kasneje opisane rehabilitacije omenjene poškodbe je bila predstavljena anatomija kolenskega sklepa, kjer so bile podrobneje opisane kostne strukture kolenskega sklepa ter ekstraartikularne in intraartikularne strukture. Prav med slednje spada sprednja križna vez, ki je glavno področje naše obravnave. Prav tako pomembno področje je biomehanika kolenskega sklepa, kjer je razumevanje delovanja aktivnih in pasivnih stabilizatorjev kolenskega sklepa odločilno pri nadaljnji obravnavi te poškodbe. Poleg omenjenega pa je bil v diplomskem delu poudarek tudi na tipičnih mehanizmih poškodovanja SKV, ki so številni in jih v grobem delimo na kontaktne in nekontaktne.

S poznavanjem zgoraj omenjenih področij je tako veliko lažje oblikovati dober rehabilitacijski program po operativni rekonstrukciji SKV, ki je tudi problem diplomskega dela. V tem delu je bil podrobneje predstavljen specifično usmerjen mišični trening, ki sloni na treningu moči in senzorično-motorični vadbi. Ti dve področji treninga lahko v največji meri pripomoreta k izboljšanju prizadetih sposobnosti, in sicer moči (atrofije) in proprioceptije. Prav na tem področju lahko iščemo načine in postopke za izboljšave končnih rezultatov medicinsko-kineziološke obravnave poškodovanega športnika.

S pregledom literature, ki se danes pojavlja na temo poškodbe sprednje križne vezi in možnosti njene sanacije in seveda prevencije, sem skušala pokazati smernice, katere bi nas morale voditi pri obravnavi tovrstnega problema.

5. 0 VIRI

Åstrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. New York: McGraw-Hill.

Antolič, V., Pompe, B. in Stražar, K. (2001). Propriocepcija v kolenskem sklepu. V *Zbornik izbranih predavanj simpozija o poškodbah in okvarah kolena* (str. 18-23). Celje: Splošna in učna bolnica Celje.

Bračič, M., Hadžić, V., Erčulj, F. (2009). Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkašicah. *Šport*, 57(1-2), 83-87.

Dervišević, E. in Hadžić V. (2009). Izokinetično ocenjevanje kolena. *Rehabilitacija*, VIII (1), 48-56.

Enoka, R. M. (2001). *Neuromechanics of human movement*. USA: Human Kinetics.

Fitzgerald, G. K. (1997). Open versus closed kinetic chain exercise: Issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Phys Ther*, 77, 1747-1754.

Geržević, M. (2004). *Primerjava metod merjenja nivoja mišične aktivacije*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Gillquist, J. (1996). Knee ligaments and proprioception. *Acta Orthop Scand*, 67(6), 533-535.

Gollhofer, A., Gruber, M., Alt, W., & Lahrer, H. (2000). Functional adaptation following proprioceptive training for ankle and knee stabilization. V Abstract of the second congress »Skiing and science« (st. 88-89). St. Christoph am Arlberg, Austria.

Hadžić, V. (2006). *Športne poškodbe v smučarskih športih*. Neobjavljeno delo.

Hadžić, V. in Dervišević, E. (2005). Biomehanika kolena po poškodbi in rekonstrukciji sprednje križne vezi. *Šport*, 53(2), 16-24.

Herrington, L., Wrapson, C., Matthews, M., & Matthews, H. (2005). Anterior cruciate ligament reconstruction, hamstrins versus bone-patella tendon-bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery. *Knee*, 2(1), 41-50.

Hlebš, S. (2009). Funkcionalna anatomija gibalnega sistema. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta. Za interno uporabo.

Jakše, K. (2009). *Vpliv treninga mišične mase na košarkarsko gibanje*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Karanikas, K., Arampatzis, A. & Brüggemann, G.-P. (2009). Motor task and muscle strenght followed different adaptation patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 45(1), 37-45.

Kavšček, N. (2002). Rehabilitacija poškodovanega kolena. V V. Pavlovčič, V. Vengust (ur.), *Koleno* (str. 57-60). Celje: Zdravstveni dom Celje.

Košak, R. in Travnik, R. (2001). Anatomija in stabilnost kolenskega sklepa. V *Zbornik izbranih predavanj simpozija o poškodbah in okvarah kolena* (str. 8-17). Celje: Splošna in učna bolnica Celje.

Ličen, J. (2003). *Vpliv proprioceptivne vadbe na nivo mišične aktivacije*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Mravlje, N. in Hlebš, S. (2009). Ocenjevanje uspešnosti rehabilitacije in sodelovanje med izvajalci rehabilitacije po rekonstrukciji sprednje križne vezi. *Rehabilitacija*, VIII (1), 23-29.

Palma, P. (2005). *Vpliv števila stopenj prostosti pri proprioceptivni vadbi na posamezen sklep*. Doktorska naloga, Ljubljana: Fakulteta za šport.

Pavlovčič, V. (2002). Poškodbe pri športu. V *20. ortopedski dnevi, Ljubljana, 15.-16. november 2002* (str. 3). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Pelicon, M. (2006). *Značilnosti senzorično-motorične vadbe*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Pistotnik, B. (1999). *Osbove gibanja (osnove gibalne izobrazbe): gibalne sposobnosti in osnovna sredstva za njihov razvoj v športni praksi*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Podobnik, J. (2002). Akutne poškodbe bočnih vezi. V V. Pavlovčič, V. Vengust (ur.), *Koleno* (str. 22-26). Celje: Zdravstveni dom Celje.

Putz, R., & Pabst, R. (Eds.). (2001). *Sobotta: Atlas of Human Anatomy*. Munich: Urban & Fischer.

Rosenberg, T. D., Deffner, K. T. (1997). Reconstruction: semitendinosus tendon is the graft of choice. *Orthopedics*, 20(5), 396-398.

Rošker, J. (2010). *Osnove funkcionalne sklepne stabilizacije*. Neobjavljeno delo.

Savill, L., Hernandez-Sendin, M. I., Puig, P. L., & Trouve, P. (2004). Pain after anterior cruciate ligament reconstruction: detail and treatment. *Ann readapt Med Phys* 47(6), 299-308.

Sherman, O. H., & Banffy, M. B. (2004). Anterior cruciate reconstruction: which graft is best? *Arthroscopy* 20(9), 974-980.

Strojnik, V. in Šarabon, N. *Proprioceptivna vadba v rokometu*. Pridobljeno 12. 03. 2010, iz www.tone-si.com/clanki/trenerRokometSLO.pdf

Šarabon, N. *Proprioceptivni trening in šport*. Pridobljeno 12. 03. 2010, iz www.tone-si.com/clanki/proteusSLO.pdf

Šarabon, N. (2007). Vadba moči. V B. Škof (ur.). *Šport po meri otrok in mladostnikov – Pedagoško-psihološki in biološki vidiki kondicijske vadbe mladih* (str. 260-277). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Šiler, R., Rošker, J. in Koprivnik, N. (2010). *Priporočila za razvoj moči štiriglave stegenske mišice v rehabilitaciji poškodb kolena*. Neobjavljeno delo.

Ušaj, A. (1997). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Wilk, K. E. (1999). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction in the female athlete. *Journal of athletic training*, 34(2), 177-193.

Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and practise of strenght training*. Champaigna. Human kinetics.

Zupanc, O. in Šarabon, N. (2003). Poškodbe prednje križne vezi. *Šport*, 51(4), 29-37.

Zupanc, O. (2002). Poškodbe križnih vezi. V V. Pavlovčič, V. Vengust (ur.), *Koleno* (str. 27-34). Celje: Zdravstveni dom Celje.

6.0 PRILOGE

PRILOGA 1: CIKLIZACIJA

Primer ciklizacije po operativni rekonstrukciji SKV (alpsko smučanje).

OBDOBJA

OBDOBJE	DATUM od/do	TEDNI	FAZA
13.1. 17.1. hospitalizacija			
Zgodnje po-operativno obdobje	18.1. 21.1.	1. 5.	
Uvajalno obdobje	22.2. 4.4.	6. 11.	Do 3. meseca po operaciji
1. pripravljalo obdobje	5.4. 27.6.	12. 23.	Do 6. mesec po operaciji
2. pripravljalo obdobje	28.6. 19.9.	24. 35.	Do 9. meseca po operaciji
Predtekmovalno obdobje	20.9. 14.11.	36. 43.	
Tekmovalno obdobje	15.11. 10.4.	44. 64.	

LEGENDA

Moč

Hu	Hipertrofija uvajalno
H	Hipertrofija
A	Aktivacija
a	Ohranjanje aktivacije

Hitrost in agilnost

AH	Razvoj hitrosti in agilnosti
ah	Ohranjanje hitrosti in agilnosti

Koordinacija

K	Razvoj koordinacije vsaj 2x tedensko
k	Ohranjanje koordinacija 1x tedensko

Vzdržljivost:

v	Ohranjanje vzdržljivost
VKO	Vzdržljivost kombinirane metode
VEI	Ekstenzivna intervalna metoda

Senzorično-motorična vadba (SMV)

SMV	Razvoj proprioceptije
smv	Ohranjanje proprioceptije

Gibljivost

G	Razvoj gibljivosti
g	Ohranjanje gibljivosti

Testiranje

T	
---	--

Smučanje

S	
---	--

ŠT. MIKROCIKLA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DATUM od	18.1.	25.1.	1.2.	8.2.	15.2.	22.2.	1.3.	8.3.	15.3.	22.3.	29.3.	5.4.	12.4.	19.4.	26.4.
DATUM do	24.1.	31.1.	7.2.	14.2.	21.2.	28.2.	7.3.	14.3.	21.3.	28.3.	4.4.	11.4.	18.4.	25.4.	2.5.
OBDOBJE	zgodnje po-operativno obdobje														
MOČ				HU	HU	HU	HU	H	H	H	H	H	H	H	H
HITROST in AGILNOST															
KOORDINACIJA								KU	KU	K	K	K	K	K	K
VZDRŽLJIVOST														VKO	VKO
SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV
GIBLJIVOST	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
SNEŽNI TRENING															
TESTIRANJA											T				

ŠT. MIKROCIKLA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DATUM od	3.5.	10.5.	17.5.	24.5.	31.5.	7.6.	14.6.	21.6.	28.6.	5.7.	12.7.	19.7.	26.7.	2.8.	9.8.
DATUM do	9.5.	16.5.	23.5.	30.5.	6.6.	13.6.	20.6.	27.6.	4.7.	11.7.	18.7.	25.7.	1.8.	8.8.	15.8.
OBDOBJE	1. pripravljalo obdobje														
MOČ	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HITROST in AGILNOST															
KOORDINACIJA	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
VZDRŽLJIVOST	VKO	VKO	VKO	VEI	VEI	VEI	VEI	VEI	v	v	v	v	v	v	v
SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	smv	smv
GIBLJIVOST	G	G	G	G	G	G	G	G	g	g	g	g	g	g	g
SNEŽNI TRENING									S	S	S	S	S	S	S
TESTIRANJA								T							

ŠT. MIKROCIKLA	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
DATUM od	16.8.	23.8.	30.8.	6.9.	13.9.	20.9.	27.9.	4.10.	11.10.	18.10.	25.10.	1.11.	8.11.
DATUM do	22.8.	29.8.	5.9.	12.9.	19.9.	26.9.	3.10.	10.10.	17.10.	24.10.	31.10.	7.11.	14.11.
OBDOBJE	2. pripravljajno obdobje						predtekmovalno obdobje						
MOČ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
HITROST in AGILNOST	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
KOORDINACIJA	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
VZDRŽLJIVOST	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
SMV	smv	smv	smv	smv	smv	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV	SMV
GIBLJIVOST	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
SNEŽNI TRENING	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
TESTIRANJA				T									T

ŠT. MIKROCIKLA	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
DATUM od	15.11.	22.11.	29.11.	6.12.	13.12.	20.12.	27.12.	3.1.	10.1.	17.1.	24.1.	31.1.	7.2.	14.2.	21.2.
DATUM do	21.11.	28.11.	5.12.	12.12.	19.12.	26.12.	2.1.	9.1.	16.1.	23.1.	30.1.	6.2.	13.2.	20.2.	27.2.
OBDOBJE	tekmovalno obdobje														
MOČ	a	a	a	a	a	a	a	A	a	a	a	a	a	a	A
HITROST in AGILNOST	ah	ah	ah	ah	ah	ah	ah	AH	ah	ah	ah	ah	ah	ah	AH
KOORDINACIJA	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
VZDRŽLJIVOST	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
SMV	smv	smv	smv	smv	smv	smv	smv	SMV	smv	smv	smv	smv	smv	smv	SMV
GIBLJIVOST	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
SNEŽNI TRENING	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
TESTIRANJA															

ŠT. MIKROCIKLA	59	60	61	62	63	64
DATUM od	28.2.	7.3.	14.3.	21.3.	28.3.	4.4.
DATUM do	6.3.	13.3.	20.3.	27.3.	3.4.	10.4.
OBDOBJE	tekmovalno obdobje					
MOČ	A	a	a	a	a	a
HITROST in AGILNOST	AH	ah	ah	ah	ah	ah
KOORDINACIJA	k	k	k	k	k	k
VZDRŽLJIVOST	v	v	v	v	v	v
SMV	SMV	smv	smv	smv	smv	smv
GIBLJIVOST	g	g	g	g	g	g
SNEŽNI TRENING	S	S	S	S	S	S
TESTIRANJA	T					

PRILOGA 2: IZBOR VAJ ZA MOČ IN PROPRIOCEPCIJO PO OPERATIVNI REKONSTRUKCIJSKI

foto: Rok Tržan, fitnes TOP FIT

MOČ

1. Počepi ob steni:

- žoga za hrbtom in počepanje do kota 45° , 90° v kolenskem sklepu,
- zmanjšanje stabilnosti podporne površine,
- dodatna utež na ramenih,
- izvedba na eni nogi,



- dotikanje tal - stoja na eni nogi na dvignjeni stabilni/nestabilni površini.



2. Dviganje bokov, kolena pokrčena:

- sonožno z oporo na hrbtu/lopatičah,
- sonožno na dvignjeni površini z oporo na lopaticah → podlahteh,
- sonožno dviganje na dvignjeni in nestabilni površini z oporo na lopaticah → podlahteh → dlaneh (airex, žoga, motnje žoge in izometrično zadrževanje...).

Vse modifikacije vaje lahko naredimo tudi enonožno. Za otežitev lahko v roke dodamo tudi utež.



3. Dviganje in iztegovanje nog izmenično v leži na hrbtu z dvignjenimi boki in oporo na lopaticah – noge široko razklenjene in pokrčene v kolenskem sklepu:

- noge postavljene na nestabilno površino nestabilno površino pod stopali (napihljivi valj, žoga, polkrogla...),



- vožnja dveh majhnih žog izmenično k sebi in stran od sebe v opori na lopaticah,
- v opori na lopaticah, podlahteh, dlaneh, vožnja žoge s petami proti sebi – do medenice in nazaj – pri tem so boki ves čas dvignjeni.



- Izmenično potiskanje pet v žogo v opori na lopaticah, podlahteh, dlaneh – noge v kolenskem sklepu pokrčene.



4. Izpadni korak:

- menjava nog na mestu, v hoji,
- menjava nog na mestu na nestabilni površini.

Vse vaje stopnjujemo z dodajanjem uteži.



5. Padanje:

- Naprej (hamstringi)– klečanje na airex blazini; iztegnjen položaj v bokih, roke pokrčene čez prsi in postopno padanje proti tlom (pomoč partnerja pri zadrževanju nog) → pred tlemi se ujameš na roke in z njimi odrineš nazaj v začetni položaj (lahko brez odriva).



- Nazaj (m. quadriceps)– spuščanje težišča nazaj na pete (usedanje) – delamo zelo počasi dol in gor, v končnih položajih malenkost zadržimo. Oteževalna naloga je nagibanje nazaj – s podaljšanjem ročice ustvarimo večji navor in otežimo vajo!

6. Fitnes:

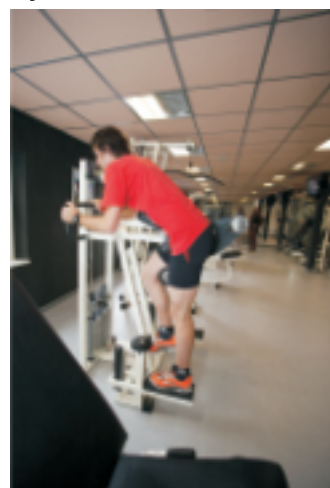
- Leg pres: sede, sonožno ali enonožno,



- Leg curl: stoje/enonožno,



- Glut curt: stoje/enonožno,



- Počep pod drogom: sonožno/enonožno,



SMV

1. Addukcija v škripcu na nestabilni površini



* poškodovana noga je na ravnotežni blazini

2. Abdukcija v škripcu na nestabilni površini



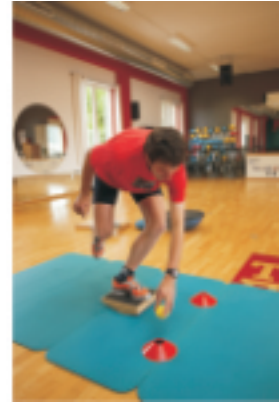
3. Stoja sonožno/enonožno na nestabilni površini:

- podajanje žog,



- motnje partnerja,
- odvzem vida,
- izvajanje koordinacijskih nalog na nestabilni površini z namenom rušenja ravnotežja,





- omejitev stopenj prostosti v izbranem sklepu (smučarski čevlji), ...



4. Klečanje na nestabilni površini in izvajanje pomikov naprej in v stran (levo, desno).

