

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Fitnes

**SREDSTVA IN METODE KONDICIJSKE VADBE V
OBDOBJU VRAČANJA ŠPORTNIKA NA ŠPORTNI TEREN
PO REKONSTRUKCIJI PREDNJEGA KRIŽNEGA
LIGAMENTA**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

prof. dr. Vojko Strojnik

RECENZENT:

dr. Nejc Šarabon

KONZULTANT:

Dušan Mesesnel prof. šp. vzg.

AVTOR DELA:

Peter Krivec

Ljubljana 2010

Izjavljam, da je diplomsko delo v celoti moje avtorsko delo.

Peter Krivec

Zahvalil bi se staršema (Sonja in Jože), ki sta mi sploh omogočila študij in posledično nastanek tega dela. Poleg njiju se zahvaljujem tudi Tomažu in Tadeji za potrpežljivost, pomoč in burne razprave.

Za strokovno pomoč in še marsikaj drugega bi se rad zahvalil Dušanu Mesesnelu.

Zahvala za veliko strokovno pomoč gre mojemu mentorju Vojku Strojniku.

Za recenzijo naloge bi se rad zahvalil Nejcu Šarabonu.

Zahvala gre tudi vsem mojim prijateljem, posebej Alešu in Samu, za vse lepe trenutke, ki smo jih skupaj preživeli v času študija.

Nazadnje bi se rad zahvalil vsem, ki ste kakorkoli pripomogli k nastanku tega dela, posebej bi tu omenil rokometaša in prijatelja Uroša Rapotca.

Hvala Vam.

Nalogo posvečam nonotu Jožefu.

Ključne besede: poškodba, sprednji križni ligament (SKL), kondicijska vadba, električna stimulacija, vrhunski šport

SREDSTVA IN METODE KONDICIJSKE VADBE V OBDOBJU VRAČANJA ŠPORTNIKA NA ŠPORTNI TEREN PO REKONSTRUKCIJI PREDNJEGA KRIŽNEGA LIGAMENTA

Avtor: Peter Krivec

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2010

Športno treniranje, fitnes

Število strani: 81

Število virov: 45

IZVLEČEK:

Vsaka poškodba predstavlja vrhunskemu športniku velik problem. To ne pomeni samo nezmožnost opravljanja dela, ampak tudi in predvsem velik psihološki problem. Športniku ostaja prosti čas, veliko razmišlja o poškodbi in o svoji prihodnosti, o tem ali bo lahko spet igral na vrhunskem nivoju ali ne, kaj se bo zgodilo, v kolikor ne bo več sposoben igranja na vrhunskem nivoju in podobno. Nema lokrat se tudi zgodi, da se zaradi poškodbe prehitro konča športna pot.

V diplomski nalogi je opisana poškodba sprednjega križnega ligamenta (sprednje križne vezi – SKV), načini zdravljenja poškodbe, sredstva in metode treninga po taki poškodbi. Opisani so različni načini treninga po poškodbi SKV in njihovi rezultati. Posebej natančno (na primeru) je opisan trening s pomočjo električne stimulacije in njegovi končni rezultati. Rezultati takega načina treninga so časovno opredeljeni in je razvidno kaj je športnik počel v določenem obdobju treninga in v kolikšnem času je bil sposoben za ponovno ukvarjanje z vrhunskim športom.

Ob zaključku bi dodal, da pomeni za športnika poškodba, pa naj se sliši še tako nesmiselno, tudi veliko pozitivnega. Veliko športnikov se namreč vrne z boljšo formo kot pred poškodbo, izkušnja jih privede do razmišljanja o svoji prihodnosti in ne le o uspešni športni karieri. Veliko se naučijo o sami anatomiji telesa, funkciji posameznih mišic in drugih struktur ter posledično bolje spoznajo svoje lastno telo ter pridobljeno znanje uporabijo pri vadbi oziroma treningu.

Key words: injury, anterior cruciate ligament (ACL), condition training, electric stimulation, top-level sport

MEANS AND METHODS OF CONDITION TRAINING IN THE PERIOD OF SPORTSMAN'S COMEBACK AFTER RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

Author: Peter Krivec

University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2010

Sports training, fitness

Number of pages: 81

Number of sources: 45

ABSTRACT

Every injury represents a big obstacle to every top-level sportsman. The problem is not only their inability to work but also and foremost it is a big psychological problem. A sportsman has plenty of free time when he thinks a lot about the injury and his future, about the fact whether he will be able to play on top level or not, about what will happen in case he will be unable to perform on top level and similar things. Quite often it also comes to an early end of a sports career due to an injury.

My thesis deals with an injury of the anterior crucial ligament (ACL), ways of treating the injury and means and methods of training after such an injury. Different ways of training after the ACL injury and their results are described. With the help of an example a training assisted by electric stimulation and its final results are described in detail. The results of such a way of training are defined within periods of time. They show what the sportsman was doing in a specific period of training and how long it took him to start over with top-level sport.

Eventually, I would like to add that, although it may seem absurd, an injury can bring also a lot of positive to a sportsman. Many sportsmen return in a better form than before the injury, the experience itself makes them think about their future and not about a successful sports career only. They learn a lot about anatomy of the body, of individual muscles' function and other structures and they get to know their own body better. They use their knowledge at practice and training.

KAZALO

1. UVOD	9
1.1 OPREDELITEV PREDMETA IN OPIS PROBLEMA.....	10
1.2 CILJ DIPLOMSKEGA DELA	10
1.3 METODE DE LA	10
2. ANATOMIJA KOLENSKEGA SKLEPA	11
2.1 KOSTNE STRUKTURE	12
2.1.1 STEGNENICA	12
2.1.2 GOLENICA	12
2.1.3 POGAČICA	13
2.2 STRUKTURE ZUNAJ SKLEPA	13
2.2.1 SKLEPNA OVOJNICA	13
2.2.2 NOTRANJA STRANSKA VEZ.....	14
2.2.3 ZUNANJA STRANSKA VEZ.....	14
2.2.4 KOLENSKE MIŠICE	14
2.2.4.1 ŠTIRIGLAVA STEGENSKA MIŠICA.....	14
2.2.4.2 KROJAŠKA MIŠICA	15
2.2.4.3 MIŠICE ZADNJEGA DELA STEGNA	16
2.2.4.4 PODKOLENSKA MIŠICA	17
2.3 STRUKTURE ZNOTRAJ SKLEPA	18
2.3.1 MENISKUSA.....	18
2.3.1.1 VLOGE MENISKUSOV	19
2.3.2 KRIŽNE VEZI	20
2.4 BIOMEHANIKA KOLENA	21
3. SPREDNJA KRIŽNA VEZ	23
3.1 ANATOMIJA SPREDNJE KRIŽNE VEZI	23
3.2 POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI.....	24
3.2.1 MEHANIZEM POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI	25
3.2.2 ANAMNEZA IN DIAGNOZA POŠKODOVANOSTI SKV	26
3.2.2.1 DODATNA DIGNOSTIKA POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI	28
3.3 ZDRAVLJENJE POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI.....	29
3.3.1 OPERATIVNO ZDRAVLJENJE	29
3.3.2 KONZERVATIVNO ZDRAVLJENJE	31
3.4 REHABILITACIJA PO POŠKODBI SPREDNJE KRIŽNE VEZI	32
3.4.1 FIZIKALNE METODE REHABILITACIJE	34
4. SREDSTVA IN METODE KONDICIJSKE VADBE	35
4.1 MOČ	35
4.1.1 METODE ZA POVEČANJE MOČI.....	36
4.1.1.1 DELITEV METOD ZA RAZVOJ MOČI.....	36
4.1.1.2 SPECIALNI TRENING MOČI	40
4.1.2 SREDSTVA ZA RAZVIJANJE MOČI.....	40
4.1.3 ELEKTRIČNA STIMULACIJA MIŠIC	41
4.1.3.1 PODROČJA UPORABE ELEKTRIČNE STIMULACIJE	41
4.1.3.2 NAČELA ZA USPEŠNO UPORABO ES V REHABILITACIJI.....	41
4.2 RAVNOTEŽJE.....	42

4.2.1 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA.....	42
4.2.1.1 DELITEV SENZORIČNO-MOTORIČNE VADBE.....	43
4.2.1.2 NAČINI IZVEDBE VAJ	45
4.2.1.3 UČINKI SENZORIČNO-MOTORIČNE VADBE.....	46
4.3 GIBLJIVOST	47
4.3.1 SREDSTVA IN METODE GIBLJIVOSTI	47
4.3.1.1 POGOJI ZA USPEŠNO RAZTEZANJE	48
4.4 KOORDINACIJA	48
4.4.1 SREDSTVA IN METODE ZA IZBOLJŠANJE KOORDINACIJE	48
4.5 HITROST	50
4.6 VZDRŽLJIVOST	50
5. FUNKCIONALNA REHABILITACIJA PO POŠKODBI SKV	51
5.1 STANDARDNI PROTOKOL PO POŠKODBI SKV.....	51
5.2 EKSCENTRIČNA VADBA PO POŠKODBI SKV	53
6. ŠTUDIJA PRIMERA.....	54
6.1 VSEBINE	54
6.1.1 PROGRAM VADBE ZA MOČ	54
6.1.1.1 ELEKTRIČNA STIMULACIJA.....	55
6.1.2 PROGRAM VADBE ZA GIBLJIVOST	58
6.1.3 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA.....	58
6.1.4 AEROBNO-ANAEROBNA VADBA	58
6.2 KOLIČINE IN CIKLIZACIJA	60
6.2.1 PRVI MIKROCIKLUS	60
6.2.2 PROGRAM DELA V VMESNEM MIKROCIKLUSU	64
6.2.3 ZAKLJUČNI MIKROCIKLUS	68
6.3 REZULTATI MERITEV.....	71
6.3.1 REZULTATI STANDARDNE METODE TRENINGA.....	73
6.3.2 REZULTATI EKSCENTRIČNE VADBE PO POŠKODBI SKV	73
6.4 ZAKLJUČEK	76
7. LITERATURA	78

1. UVOD

Koleno je eden najbolj obremenjenih sklepov človeškega telesa. Zaradi svoje izjemno zapletene anatomske zgradbe predstavlja tako diagnostično kot terapevtsko velikokrat zelo zamotan problem. V zadnjem obdobju je zaradi vedno večje športne aktivnosti populacije močno naraslo število poškodb, predvsem mehkih struktur kolena (vezi kolena). Ker so v večini prizadeti mladi ljudje, je nujna ustrezna oskrba teh poškodb, da bo izpolnjena želja bolnika ne le za normalno hojo, ampak tudi za vsako športno aktivnost.

Veliko spremembo pri zdravljenju poškodb in bolezni kolena so doprinesla mnoga spoznanja na funkcionalno anatomskem področju. Posebej velja tu poudariti razvoj artroskopije, s pomočjo katere se rešuje mnogo diagnostičnih neznank (Pavlovčič, 2004).

Gibalne sposobnosti, s katerimi se srečujemo v športu, so koordinacija, ravnotežje, gibljivost, moč, hitrost in vzdržljivost. Športna vadba je tisti proces, ki želi načrtno, po znanstvenih in pedagoških načelih, spremeniti gibalne sposobnosti v začrtani smeri k boljšim športnim dosežkom. Učinek posameznih sredstev in metod je odvisen predvsem od tega, kako jih razvrstimo v izbranem obdobju športne vadbe. Pri tem moramo upoštevati cilje, ki jih želimo doseči, športnikove sposobnosti in njegov način življenja. Osnovna načela razvrščanja vadbenih količin v različnih obdobjih procesa športne vadbe imenujemo ciklizacija (Ušaj, 2003).

Diplomska naloga je vsebinsko razdeljena na tri glavne dele. Prvi del opisuje anatomijo kolenskega sklepa (kostne strukture, strukture zunaj sklepa, strukture znotraj sklepa) in biomehaniko kolena. Natančno je opisana sprednja križna vez (anterior cruciate ligament) – SKV, poškodbe SKV in rehabilitacija po poškodbi SKV. Drugi del naloge opisuje gibalne sposobnosti, ki so pomembne pri treningu po poškodbi SKV. Natančno so predstavljene metode pri moči, gibljivosti in ravnotežju. Posebej je predstavljena senzorično-motorična vadba (SMV) pri poglavju o ravnotežju in električna stimulacija (electrical stimulation – ES) pri moči. Tretji del naloge opisuje praktičen primer treninga vrhunškega športnika po poškodbi SKV s poudarkom na vadbi z ES. Natančno je razdelan program vadbe po mikrociklih. Program vadbe je tudi časovno opredeljen tako, da je mogoče razbrati, v kolikšnem času po operaciji oziroma po začetku treninga je bil športnik pripravljen za vrnitev na športni teren. Vse to pa je podkrepljeno z biomehanskimi meritvami, ki so bile opravljene.

1.1 OPREDELITEV PREDMETA IN OPIS PROBLEMA

Poškodbe sklepov so v današnjem vrhunskem in tudi rekreativnem športu zelo pogoste. Med takšne poškodbe spada tudi poškodba SKV. Rehabilitacijo po rekonstrukciji SKV delimo na več obdobj:

- Obdobje visoke zaščite transplantanta (0–6 tednov)
- Obdobje zmerne zaščite transplantatna (6–12 tednov)
- Obdobje vračanja na športni teren (Zupanc in Šarabon, 2004).

V obdobju zmerne zaščite, predvsem pa v obdobju vračanja športnika na športni teren, imajo kondicijski trenerji zelo pomembno vlogo pri rehabilitaciji omenjene poškodbe.

V prvem delu diplome je opisan kolenski sklep in še posebej SKV. V drugem delu so opisane možnosti, ki jih ponujajo sredstva kondicijske priprave v zadnjih dveh obdobjih po rekonstrukciji SKV. V tretjem delu pa je opisan trening po takšni poškodbi na primeru vrhunškega športnika.

Problem diplomskega dela je ugotoviti vpliv vadbenih postopkov na obnovo kolenske funkcije po rekonstrukciji SKV na primeru obravnave enega športnika.

1.2 CILJ DIPLOMSKEGA DELA

Glede na predmet in problem so bili cilji diplomskega dela naslednji:

- natančen opis kolenskega sklepa ter funkcija SKV,
- predstavitev sredstev in metod vadbe,
- ugotoviti prednosti in morebitne slabosti posameznih sredstev in metod vadbe,
- na podlagi izvedenega treninga sklepati ali uporabljena vadba pripomore k hitrejši in učinkovitejši obnovi kolenske funkcije.

1.3 METODE DELA

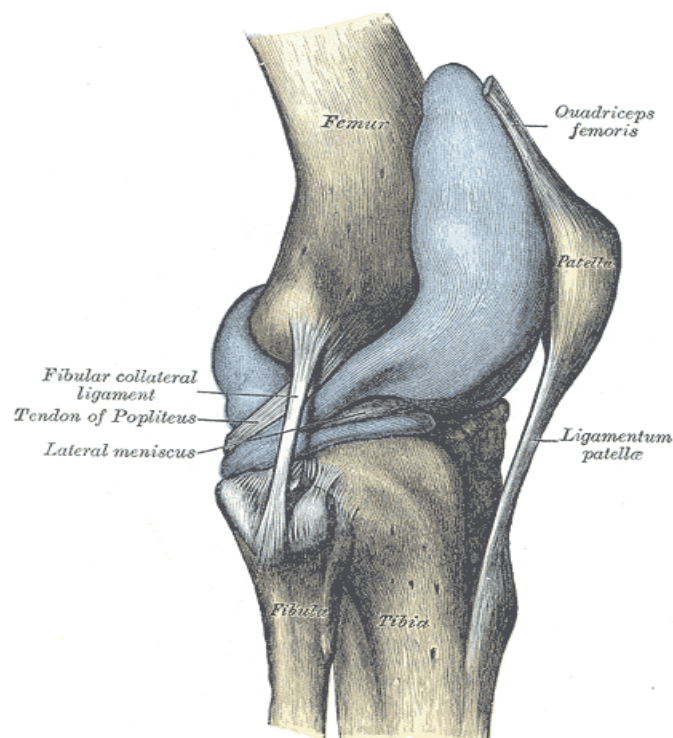
Diplomsko delo je deskriptivno raziskovalnega tipa. V prvem in drugem delu smo uporabili deskriptivno metodo dela. Koristili smo predvsem domačo, deloma pa tudi tujo literaturo. Zadnji del je raziskovalnega tipa in sicer opis uporabe vadbenih sredstev in metod v tretji fazi rehabilitacije po rekonstrukciji SKV. Spremljali smo sledeče spremenljivke:

- navor (moč) štiriglave stegenske mišice (tudi primerjava leve in desne noge)
- navor (moč) mišic zadnjega dela stegna
- gibljivost kolenskega sklepa

2. ANATOMIJA KOLENSKEGA SKLEPA

Kolenski sklep je največji sklep v telesu. Je zveza med čvršema stegenice, zgornjo površino golenice in pogačico. Zaradi neskladnosti sklepnih površin sta med stegenico in golenico vložena dva vezivno-hrutančna vložka (notranji in zunanji meniskus). Sklep ojačujeta obstranski vezi golenice in mečnice, sprednja in zadnja križna vez in kita štiriglave stegenske mišice. Sklep je po mehaniki kombiniran, tečajast in čepast s prečno in vzdolžno ležečima osema. V njem lahko upogibamo in iztezamo, rotiramo pa le, kadar je sklep delno upognjen in sta obstranski vezi sproščeni (Dahmane, 2005).

Koleno je poleg kolka najbolj obremenjen sklep človeškega telesa. Zaradi svoje izjemno zapletene anatomske zgradbe predstavlja tako diagnostično kot terapevtsko velikokrat zelo zapleten problem. Z razvojem artroskopije v zadnjih 30 letih mnogo diagnostičnih neznank rešujemo s to metodo. Zaradi vedno večje športne aktivnosti populacije pa je zelo poraslo tudi število poškodb mehkih tkiv – ligamentov kolena. Večinoma gre za prizadetost mladih ljudi, kjer je oskrba potrebna čim prej po poškodbi, da ponesrečenec lahko doseže normalno sposobnost za kakršnokoli aktivnost v življenju (Pavlovčič, 2004).



Slika 1. Kolenski sklep (<http://sl.wikipedia.org>, 2009).

Kolenski sklep anatomsko razdelimo na:

- kostne dele
- strukture zunaj sklepa
- strukture znotraj sklepa (Zupanc in Šarabon 2003)

2.1 KOSTNE STRUKTURE

Koleno je sklep med kondili stegnenice, platojem golenice in pogačico. Sklepne površine med njimi so oblikovane tako, da ne dajejo večje stabilnosti sklepu. Zato je za stabilnost nujno potreben ligamentarni in mišično-tetivni aparat (Košak in Travnik, 2004).

2.1.1 STEGNENICA

Stegnenica – femur je edina kost v stegnu in je najdaljša v človeškem telesu. Ima telo in dve masivni epifizi. Bližnja epifiza ima glavo – caput femoris s sklepno površino, ki ima na vrhu jamico – fovea capitis femoris, v katero je vpeta vez med stegnenico in acetabulumom. Ta vez vsebuje žile za prehrano glave stegnenice in ne sodeluje pri mehaniki sklepa. Stegnenica ima tudi vrat – collum femoris in dve grči. Večja je veliki obrtec – trochanter major, ki leži na zunanji strani in se da otipati, manjša pa mali obrtec – trochanter minor, ki leži na notranji strani in zadaj. Oddaljena epifiza je zadebeljena v dva kondila: notranji čvrš in zunanji čvrš. Na vsakem kondilu je še manjša zadebelitev – nadčvrš, na katera se pripenjajo mišice in vezi. Med kondiloma je jama – fossa intercondylaris, v katero sta vpeti križni vezi. Na sprednji strani kondilov je sklepna površina, po kateri drsi pogačica. Na spodnji strani imata kondila valjasto površino za stik z golenico (Dahmane, 2005).

2.1.2 GOLENICA

Golenica – tibia je kost, ki leži na notranji strani goleni. Na prerezu ima trioglato diafizo in bližnjo epifizo, ki je zgoraj dokaj ravna in je v stiku s stegnenico. Sestavljata jo dva čvrša (condylus medialis in condylus lateralis). Čvrša deli greben (eminentia intercondylaris), kjer se naraščata križni vezi. Zgornjo površino golenice sestavljata obe zgornji sklepni površini in medčvršni greben (interkondilarna eminentia). Na zunanjem čvršu je spodaj ovalna sklepna ploskev (facies articularis fibularis) za sklep z mečnico. Pod čvršema je spredaj golenična grčevina (tuberositas tibiae), na katero se pripenja kita štiriglave stegenske mišice. Na oddaljenem delu ima golenica na notranji strani odrastek (malleolus medialis), notranji gleženj, spodaj pa spodnjo

sklepno površino (facies articularis inferior) za sklep s skočnico. Na zunanji strani oddaljene epifize je zareza za mečnico (incisura fibularis) (Dahmane, 2005).

2.1.3 POGAČICA

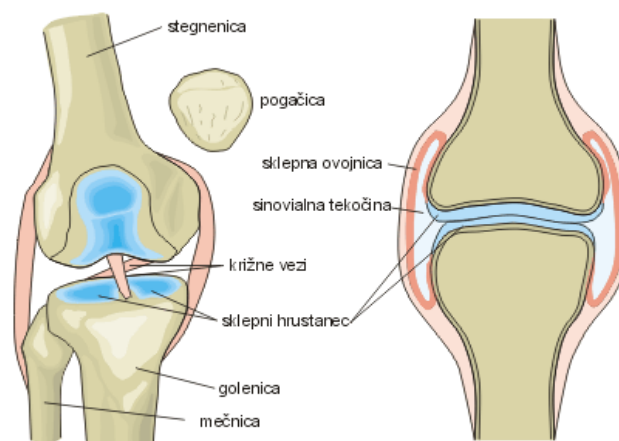
Pogačica – patella je sezamoidna kost, ki je vložena v kito štiriglave stegenske mišice. Ima trikotno obliko z vrhom (apex patellae), obrnjenim navzdol. Sklepna površina (facies articularis) je na zadnji strani pogačice in pri gibanju drsi po stegnenici (Dahmane, 2005).

2.2 STRUKTURE ZUNAJ SKLEPA

Sklepna ovojnica s pripadajočimi ligamenti in stranska ligamenta predstavljajo pglavitni statični del stabilnosti kolenskega sklepa. Dodatno ga pomembno podpira mišično-tetivni aparat, ki predstavlja aktivni del stabilnosti (Košak in Travnik, 2004).

2.2.1 SKLEPNA OVOJNICA

Sklepna ovojnica kolenskega sklepa je široka in ohlapna, stegnenična epikondila pa sta zunaj nje. Fibrozni sloj ovojnice pravzaprav nima lastnih niti, temveč jih dobi od vezi, ki jo krepijo. Sklepno ovojnico lahko razdelimo na notranji, zunanji in zadnji del. Notranji in zunanji del pa posebej še na sprednji, srednji in zadnji del (Košak in Travnik, 2004).



Slika 2. Sklepna ovojnica (<http://www.google.si/imgres?imgurl=http://>, 2009).

2.2.2 NOTRANJA STRANSKA VEZ

Notranja stranska vez izvira iz notranjega stegneničnega epikondila in se pripenja 7–10 cm pod sklepno špranjo na zadnji polovici notranje površine metafize golenice, v predelu pes anserinus. Sestavljena je iz globoke plasti, ki je pridružena sklepni ovojnici in iz povrhnje plasti. Daje predvsem notranjo stabilnost kolenskemu sklepu. V fazi upogiba se premakne nazaj, pri čemer se napnejo zlasti sprednja vlakna, v fazi iztega potuje naprej, pri čemer se napnejo predvsem zadnja vlakna (Košak in Travnik, 2004).

2.2.3 ZUNANJA STRANSKA VEZ

Zunanja stranska vez izhaja iz zunanjega stegneničnega epikondila in se pripenja na glavico mečnice. Je izredno pomemben stabilizator kolenskega sklepa na zunanji strani predvsem v fazi iztega, v fazi upogiba je bolj ohlapen in manj prispeva k stabilnosti (Košak in Travnik, 2004).

2.2.4 KOLENSKE MIŠICE

Kolenske mišice so istočasno generator moči in stabilizatorji kolena. Ločimo iztegovalke kolena in upogibalke kolena, na notranji strani so primikalke, na zunanji strani pa so odmikalke kolena. Mišice na zunanji in notranji strani so istočasno tudi obračalke (Antolič, 1994).

Na kolenski sklep delujejo mišice sprednje in zadnje strani stegna ter nekaj mišic zadnje strani goleni. Sprednjo skupino sestavljata:

- štiriglava stegenska mišica (mišica quadriceps femoris)
- krojaška mišica (mišica sartorius) (Dahmane, 2005).

Zadnjo skupino mišic (mišice zadnjega dela stegna), ki tečejo prek kolenskega sklepa, sestavlja več stegenkih mišic:

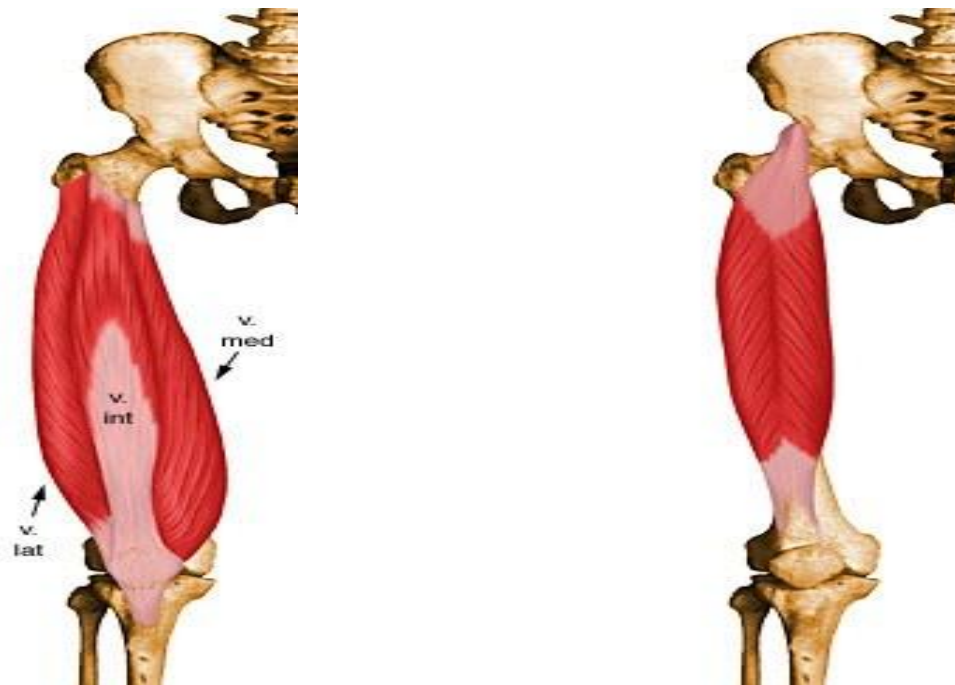
- dvoglava stegenska mišica (mišica biceps femoris)
- polopnasta mišica (mišica semimembranosus)
- polkitasta mišica (mišica semitendinosus) (Floyd & Thompson, 1998).

2.2.4.1 ŠTIRIGLAVA STEGENSKA MIŠICA

Mišice, ki sestavljajo štiriglavo stegenko mišico (quadriceps femoris), so: prema stegenska mišica (rectus femoris – edina dvosklepna), zunanja široka mišica (vastus

lateralis – najdaljša mišica te skupine), vmesna široka mišica (vastus intermedius) in notranja široka mišica (vastus medialis). Vse se naraščajo na pogačico in preko nje s pogačično kito na grčavino golenice. Vse so površinske in jih je možno otipati, razen vmesne široke mišice, ki leži pod premo stegensko mišico.

Prema stegenska mišica je edina dvosklepna mišica in izvira iz črevnice. Notranja široka, vmesna široka in zunanja široka mišica izvirajo iz debla stegenice in se s kito preme stegenske mišice združijo v kito, v katero je vraščena pogačica. Kita poteka prek kolenskega sklepa ter se pripenja na grčevino golenice. Štiriglava stegenska mišica je edina iztezalka kolenskega sklepa. Kadar je kolčni sklep upognjen, prema stegenska mišica pri iztezanju kolenskega sklepa ne sodeluje. Ta mišična skupina je 25 % do 33 % močnejša, kot mišice zadnjega dela stegna (Floyd & Thompson, 1998).



Slika 3. Štiriglava stegenska mišica (notranja, vmesna in zunanja široka mišica ter prema stegenska mišica), (2009).

2.2.4.2 KROJAŠKA MIŠICA

Krojaška mišica (mišica sartorius) je najdaljša mišica v telesu. Poteka prek kolčnega sklepa spredaj, prek kolenskega sklepa pa za njegovo frontalno osjo ter se pripenja na notranjo stran golenice. Je upogibalka kolčnega in kolenskega sklepa ter obračalka kolčnega sklepa navzven in kolenskega sklepa navznoter (Dahmane, 2005).

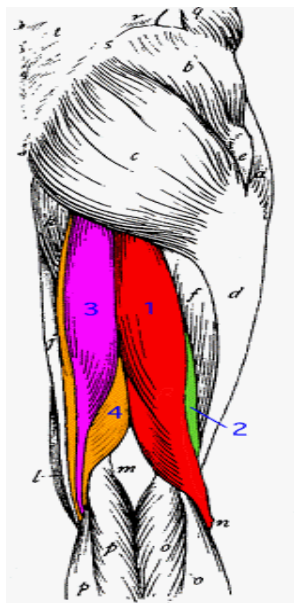


Slika 4. Krojaška mišica (mišica sartorius) (<http://www.rad.washington.edu/>, 2009).

2.2.4.3 MIŠICE ZADNJEGA DELA STEGNA

Mišice zadnjega dela stegna sestavljajo dvoglava stegenska mišica, polopnasta mišica in polkitasta mišica. Tej mišični skupini zaradi njene funkcije pri pospeševanju pogosto pravijo tudi »tekaška mišica«. Mišice zadnjega dela stegna so antagonisti štiriglavi stegenski mišici v kolenu. Vse mišice izvirajo iz sednice na medenici. Polkitasta in polopnasta mišica se naraščata na notranjo stran golenice, dvoglava stegenska mišica pa na zunanjo stran golenice in na glavo mečnice. Torej sta dve mišici na notranji strani in ena na zunanji. Kratka glava dvoglave stegenske mišice ima izvor na vratu stegenice. Specialne vaje za krepitev in raztezne vaje za to mišično skupino so pomembne pri zmanjšanju poškodb kolena. Mišice zadnjega dela stegna so primarno upogibalke kolena in sekundarno iztegovalke kolka. Rotacija v kolenu se lahko pojavi, ko je le to upognjeno. Dvoglava stegenska mišica rotira spodnji del noge v kolenu navzven. Polkitasta in polopnasta mišica izvajata notranjo rotacijo. Rotacije v kolenu dovoljujejo gibanja pivotiranja in spremembe smeri telesa. Te rotacije v kolenu so nujne pri prilagajanju na sile, ki se razvijejo v kolku in gležnju med spremembami smeri za bolj funkcionalno in tekoče gibanje (Floyd & Thompson, 1998).

Prek kolenskega sklepa zadaj tečeta še notranja in zunanja glava dvoglave mečne mišice (m. gastrocnemius caput mediale et laterale), ki je šibka upogibalka kolenskega sklepa (Dahmane, 2005).



Slika 5. Mišice zadnjega dela stegna: 1 – dvoglava stegenska mišica, dolga glava, 2 – dvoglava stegenska mišica, kratka glava, 3 – polkitasta mišica, 4 – polopnasta mišica (<http://www.exrx.net/>, 2009).

2.2.4.4 PODKOLENSKA MIŠICA

Podkolenska mišica (mišica popliteus) izvira iz zunanega kondila stegenice in se narašča na notranjo stran golenice (Dahmane, 2005).

Je upogibalka in notranji rotator v kolenskem sklepu. Podkolenska mišica je edina prava upogibalka v kolenu. Vse ostale so dvosklepne mišice. Podkolenska mišica je nujno potrebna pri zagotavljanju zadnje in zunanje stabilnosti kolena. Pomaga notranjemu delu mišic zadnjega dela stegna pri notranji rotaciji spodnjega dela noge v kolenu (Floyd & Thompson, 1998).



Slika 6. Podkolenska mišica (<http://www.rad.washington.edu/>, 2009).

2.3 STRUKTURE ZNOTRAJ SKLEPA

Med strukture znotraj sklepa prištevamo notranji in zunanji meniskus ter sprednjo in zadnjo križno vez.

2.3.1 MENISKUSA

Meniskusi so fibrozno-hrstančne tvorbe polkrožne oblike, ki izboljšujejo sklepno kongruenco tako, da povečujejo konkavnost goleničnega dela kolenskega sklepa. V kolenskem sklepu sta dva meniskusa. Notranji meniskus je večji in ima obliko črke »C«, zunanji je manjši in ima obliko črke »O«. Notranji meniskus je povezan s sklepno ovojnico in notranjo stransko vezjo, kar pogojuje možnost poškodbe in se razlikuje od zunanjega, ki je ločen od sklepne ovojnice (Turk in sodelavci, 2008).



Slika 7. Notranji in zunanji meniskus (<http://www.fizioterapija-grosuplje.si/>, 2009).

Približno 2–3 milimetrov perifernega dela meniskusa se prehranjuje neposredno s krvjo iz vej notranje in zunanje spodnje kolenske arterije. Večina meniskusa pa se prehranjuje z difuzijo podobno kot sklepni hrstanec. Globina, do katere je prehranjevanje s fiziološko difuzijo še mogoče, je približno 3 milimetre. Večja debelina je pomembna ovira prehrani z difuzijo. Srednji deli meniskusov so večinoma na zgornji meji še možne učinkovite difuzije. S tem se lahko razloži visoko pojavnost zgodnjih mikroskopskih raztrganin omenjenih delov meniskusov. Periferni robovi meniskusov so konveksni, pripeti na notranjo površino sklepne ovojnice, razen na mestu, ko ob zunanjem meniskusu poteka podkolenska mišica. Meniskusi so na periferiji ohlapno pripeti na robove goleničnega platoja. Notranji robovi so konkavni, tanki in nepripeti, prosti. Spodnja površina meniskusov je ravna, zgornja je konkavna, kar ustreza konturam spodaj ležečega kondila stegenice (Šimnic, 1994).

Notranji meniskus

Notranji meniskus (medialni meniskus) je v obliki črke »C«, zadnji rog je širši od sprednjega, sprednji rog je čvrsto pripet na golenico, pred sprednjim križnim ligamentom. Zadnji rog je pripet pred narastišče zadnjega križnega ligamenta na interkondilarni škrbini. Periferni rob je v celoti čvrsto pripet na notranjo sklepno ovojnico in s koronarnimi ligamenti na zgornji rob golenice (Šimnic, 1994).

Zunanji meniskus

Zunanji meniskus (lateralni meniskus) je po obliki bolj okrogel, širši, na periferiji je debelejši in pokriva 2/3 spodaj ležečega zgornjega platoja golenice. Sprednji rog je pripet na golenico pred notranjo interkondilarno škrbino, zadnji rog pa narašča za interkondilarno škrbino pred zadnjim narastiščem notranjega meniskusa (Šimnic, 1994).

2.3.1.1 VLOGE MENISKUSOV

Meniskusi so bistveni za normalno delovanje kolenskega sklepa. Meniskusi opravljajo mnoge vloge, nekatere dokazane, druge teoretične. Vloge meniskusov so:

- Delujejo kot nekakšno »mašilo« in kompenzirajo inkongruenco med stegnenično in golenično sklepno površino.
- Preprečujejo sinovialno vkleščenje med upogibom in iztegom kolena.
- Pomagajo pri razporeditvi sinovialne tekočine po sklepu.
- Meniskusi nedvomno pripomorejo k stabilnosti sklepa v vseh smereh. Posebno pomembni so kot rotatorni stabilizatorji in so verjetno bistveni pri gladkem prehajanju čistega šarnirskega sklepa v drsečo oziroma rotatorno gibanje kolena, ko koleno prehaja iz upogiba v izteg.
- Naloga meniskusov je, da resorbirajo energijo. Dokazano je, da meniskusi prenašajo 40–60 % teže v sklepu in so najbolj obremenjena površina sklepa. Tako pripomorejo k zaščiti sklepnega hrustanca pred kompresijskimi obremenitvami in posledičnimi degenerativnimi spremembami.

Študije so pokazale, da pri obremenitvi zunanji meniskus nosi večino obremenitve na zunanji strani kolena, medtem ko je na notranji strani kolena obremenitev enakomerno porazdeljena med meniskus in hrustanec (Šimnic, 1994).

2.3.2 KRIŽNE VEZI

Ločimo sprednjo in zadnjo križno vez. Križni vezi preprečujeta nekontroliran pomik stegenice prek platoja golenice oziroma nevtralizirata delovanje strižnih sil. Usmerjata in vodita upogib in rotacijo kolena (Travnik in Košak, 2004).

SKV je po čvrstosti enaka notranji stranski vezi, je pa za polovico manj čvrsta kot zadnja križna vez, ki je najmočnejša vez v kolenskem sklepu (Zupanc in Šarabon, 2003).

Sprednja križna vez

SKV poteka z zadnjega, gornjega dela notranje strani zunanega stegneničnega kondila. Usmerjena je navspred, navzdol in rahlo navznoter. Narašča se na golenico pred eminenco interkondilaris. Vsi fascikli niso enakomerno napeti pri različnih kotih giba. Kot celota deluje kot stalno in enakomerno napeta struktura, pravimo, da leži izometrično. Fascikli so med seboj prepleteni in pri različnih kotih različno napeti, vendar v celoti delujejo kot enotna in ves čas enakomerno napeta vez, ne glede na kot, v katerem se sklep nahaja (Stok in Splihal, 1994).

SKV je podrobno opisana v četrtem poglavju.

Zadnja križna vez

Zadnja križna vez je debelejša in približno dvakrat močnejša od SKV. Izhaja iz sprednjega, notranjega dela notranjega stegneničnega kondila in se nato spušča navzdol, navzad in rahlo navzven ter se pripenja izza interkondilarne eminence. Postavljena je v vrtilišče kolena in predstavlja longitudinalno os, okoli katere se izvaja zunanja in notranja rotacija. Sestavljena je iz dveh snopov:

- sprednji snop (močnejši)
- zadnji snop

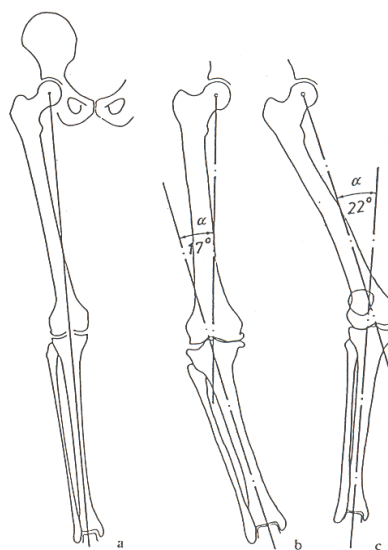
Snopa sta med seboj prepletene in pri različnih kotih različno napete. V fazi iztega je bolj napet zadnji snop, v fazi upogiba pa sprednji snop. Gledano kot celota pa deluje zadnja križna vez kot stalno in enakomerno napeta struktura.

Zadnja križna vez preprečuje drsenje golenice navzad in preprečuje preveliko notranjo rotacijo golenice glede na stegnenico. Zadnja križna vez verjetno vodi t. i. »screw home« mehanizem notranje rotacije v zadnjih fazah iztega kolena, ko se večji notranji kondil stegenice še rotira na golenici, medtem ko je ekurzija manjšega zunanega kondila že končana (Travnik in Košak, 2004).

2.4 BIOMEHANIKA KOLENA

Oblika kolenskega sklepa je taka, da le malo prispeva k stabilnosti kolena. Temeljna biomehanska lastnost kolena je, da deluje v območju ohlapnosti in da mora biti istočasno stabilno. To omogočajo mišice, ki so aktivni stabilizatorji kolenskega sklepa in vezi, ki so pasivni stabilizatorji kolenskega sklepa, ki se upirajo prevelikim premikom kolenskih struktur. Relativna ohlapnost kolenskega sklepa je posledica dejstva, da so poleg gibov v bočni ravnini (iztegovanje in upogibanje), pri naravnih gibanjih, kakršna je na primer hoja, vedno prisotna tudi sukanja v vodoravni ravnini (notranje in zunanje sukanje) ter primikanje in odmikanje v čelni ravnini. Pri hoji ali še bolj pri kompleksni športni vadbi so torej gibi v kolenu vedno kombinacija naštetih gibalnih pod-elementov. Med hojo znašata primikanje in odmikanje po 10 stopinj, notranji in zunanji zasuk pa od 10–15 stopinj. Obsega zunanjšega in notranjšega zasuka v kolenu sta odvisna od stopnje upogiba kolena. Pri upogibu kolena so zasuki obsežnejši, pri polni iztegnitvi pa jih praktično ni. Pri upogibu kolena se namreč tudi lega trenutne osi sukanja spreminja po krivulji, ki ima obliko J (Zupanc in Šarabon, 2003).

Koleno je sklep med kondili stegenice, platojem golenice in pogačice. Os spodnje okončine ocenjujemo vedno na rentgenskem posnetku cele spodnje okončine v obremenjenem položaju (a-c). Normalno so središča kolka, kolena in gležnja na isti črti. Iz RTG-posnetka cele spodnje okončine lahko določimo kot alfa. Kot alfa tvori mehanični osi stegenice in golenice. Pri normalnem kolenu ležijo centri kolka, kolena in gležnja na isti črti, kot alfa je torej normalno enak 0. Slika (b) prikazuje varusno deformacijo – 17°, slika (c) pa valgusno deformacijo – 22° (Antolič, 1994).



Slika 8. Določevanje kota alfa (Antolič, 1994).

Pri okvarah kolenskega sklepa skušamo s konzervativno in še posebej z operativno terapijo doseči tako stanje gibalnega aparata kolena, ki naj bo v anatomske in funkcionalnem smislu čim bolj podobno stanju gibalnega aparata kolena, pri normalnem kolenu. Tako poskrbimo za funkcionalnost pasivnih stabilizatorjev (vezi) kolena. Vedno upoštevamo, da je koleno brez ustrezno razvitih in delujočih aktivnih stabilizatorjev (mišic) nenormalno delujoče, oziroma vedno vsaj pogojno nestabilno (Antolič, 1994).

3. SPREDNJA KRIŽNA VEZ

Prvi anatomski opis SKV je bil najden v Egiptu. Napisan je bil na papirusu 3000 let pred našim štetjem. Hipokrat je med leti 460–370 pred našim štetjem opisal kolenski sklep v povezavi s poškodbo SKV. Prvo ime je dal sprednjemu križnemu ligamentu Claudius Galen in sicer »ligamenta genu cruciate« (Zantop, Petersen, Sekiya, Musahl in Fu, 2006).

V zadnjem desetletju je SKV ena izmed najbolj raziskanih struktur v človeškem telesu. Proučevali so jo iz različnih zornih kotov kot so: biomehanika, mehanizmi poškodbe SKV, operacijske tehnike in rehabilitacija SKV (Zantop, Petersen, Sekiya, Musahl in Fu, 2006).

3.1 ANATOMIJA SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Embriološko se SKV razvije v dvajsetem tednu starosti in od takrat se le malo spreminja. Gre za gosto vezivno tkivo, ki povezuje stegnenico z golenico. Kolagenska vlakna so urejena v snopih, ki so med seboj povezani z elastičnimi vlakni. Kolagen je mehansko zelo stabilen, vezem daje značilno jakost in prožnost (Arnoczky in Warren, 1988, v Urbanič, 2003).

SKV izhaja iz zadnjega, gornjega dela notranje strani zunanjega (lateralnega) stegnjeničnega kondila, narašča pa se na golenico tik pred interkondilarno eminenco. Povprečna dolžina je od 3,5 cm do 3,9 cm (avtorji jo različno navajajo). Glede širine so si bolj enotni in povprečno meri 1,1 cm. Gledano funkcionalno je sestavljena iz treh snopov:

- sprednje-notranji snop
- vmesni snop
- zadnje-zunanji snop

Zadnje-zunanji snop je najkrajši, sprednje-notranji pa najdaljši. Snopi so med seboj prepleteni in pri različnih kotih različno napeti. Sprednje-notranji snop je napet predvsem v fazi upogiba, zadnje-zunanji pa v fazi iztega. Gledano kot celota deluje SKV kot stalno in enakomerno napeta struktura, pravimo da leži izometrično (Mesesnel, 2005; Travnik in Košak, 2004).

Funkcija sprednje križne vezi: (Zupanc in Šarabon, 2003).

- preprečuje translacijski pomik golenice naprej glede na stegnenico v položaju upognjenega kolena;
- upira se preveliki varusni in valgusni obremenitvi kolenskega sklepa (to je obremenitev, ki deluje v čelni ravnini navznoter ali navzven);
- preprečuje prekomeren izteg ter zunanje in notranje sukanje v kolenu;
- obe križni vezi preprečujeta nekontroliran pomik stegnenice preko platoja golenice oziroma nevtralizirata delovanje strižnih sil;
- senzorna funkcija.

3.2 POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Ligamentarne poškodbe kolena so pri vse napornejših treningih, ki jih zahteva sedanji vrhunski šport na eni strani, pa tudi vse intenzivnejša vadba med rekreativci, vse pogostejše. Gre za hude poškodbe kolena, ki se jih vsak športnik najbolj boji in ki zahtevajo večinoma dolgotrajno zdravljenje in rehabilitacijo ter onemogočajo reden trening za dalj časa. Za večino vrhunskih športnikov lahko taka poškodba med tekmovalno sezono pomeni izgubo celega tekmovalnega ciklusa.

Posebno poškodbe in zdravljenje SKV kolena so v zadnjih letih v ospredju zanimanja tako bazičnih medicinskih znanosti kot tudi številnih kliničnih študij, ki so bile v zadnjih letih objavljene in raziskujejo anatomijo, biomehanske lastnosti, mehanizme poškodbe ter diagnozo in zdravljenje poškodovane SKV (Šimnic, 2002, 2004).

Različne študije, ki jih Šimnic (2002, 2004) navaja v svojih delih, so pokazale, da so poškodbe SKV pogoste, predvsem pri športih, kot so ameriški nogomet, košarka, nogomet in smučanje. V ZDA so ugotovili približno 100.000 poškodb SKV na leto samo pri smučanju. Viri tudi navajajo, da je med štiriletnim študijem na ameriških univerzah pri igranju ameriškega nogometa možnost poškodbe SKV 16 %. Študije, ki raziskujejo populacijo v ZDA in na Danskem, so pokazale, da je na 1000 prebivalcev na leto okrog 0.30 % poškodb kolenskih vezi. Danes so znani številni dejavniki, ki povečujejo možnost poškodbe SKV. Starost je eden izmed njih. Opazili so, da je incidenca poškodbe SKV več kot dvakrat večja v običajni populaciji za tiste med 15. in 44. letom starosti. V tej skupini so mlajši od 19 let še posebej ogroženi. Vzrok, da v zadnjih letih najdemo več poškodb SKV pri mladih športnikih, še ni povsem znan. Verjetno je eden izmed vzrokov v vse večji športni obremenitvi mlajše generacije in tudi v boljši diagnostiki.

Lahko rečemo, da je absolutno število poškodb SKV pri moških večje kot pri ženskah. V zadnjem času pa se opaža povečano število poškodb SKV prav pri ženskah. Vzrok je v anatomske razliki. Širša medenica daje večjo gibljivost v kolkih, kar posledično poveča notranjo rotacijo stegnenice in zunanjo rotacijo golenice. Ti

dve rotaciji močno povečata nevarnost poškodbe SKV. Eden od razlogov so tudi slabše razvite iztegovalke kolena (štiriglava stegenska mišica), ki kot dinamični stabilizatorji sodelujejo s križnimi vezmi, to pa povzroči večjo obremenjenost pri ženskem spolu, ki ima že tako manjše križne vezi. Dodatni rizični faktor je prisotnost prevelike telesne teže in slabša kondicijska priprava (Čokl, 2005).

3.2.1 MEHANIZEM POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Mehanizmi, ki lahko povzročijo poškodbe SKV, so številni. Športi, ki zahtevajo skoke, doskoke, izpadni korak ob istočasni hitri menjavi smeri, velike hitrosti gibanja in podobno, so zelo izpostavljeni tveganju za poškodbo SKV. Obstajata dva temeljna mehanizma za poškodbo SKV:

1. Valgusna sila, ki deluje bodisi s kontaktom ali pa še pogosteje brez kontakta na deloma pokrčeno koleno z nogo v zunanji rotaciji.
2. Zaustavljanje z iztegnjenim kolenom z nogo v notranji rotaciji (Šimnic, 2004).

Obstajajo še drugi mehanizmi, poseben mehanizem, ki ga ponavadi vidimo pri smučanju, pa se zgodi v položaju upogiba kolena, ko poskuša tekmovalec preprečiti padec nazaj ali pri doskoku na repe smuči.

Poškodba SKV običajno ne vključuje hkratnih poškodb drugih kolenskih vezi, so pa pogosto prisotne sočasne poškodbe drugih delov kolenskega sklepa (meniskusov, sklepnega hrustanca in subhondralne kosti). Natančne posledice teh poškodb še vedno niso podrobno poznane. Pri akutnih poškodbah SKV so lahko vidne naslednje tipične spremljajoče poškodbe:

- pretrganje zadnjega roga zunanjega meniskusa
- poškodba stika med sklepno ovojnico in notranjim meniskusom
- poki sklepnega hrustanca na notranjem in/ali zunanem stegnjeničnem kondilu

Pri kompleksnejših mehanizmih poškodbe kolena, politravmi ali direktnih udarcih v koleno, so lahko prizadeti tudi ostale vezi in kite (pretrganje kite podkolenske mišice, akutni izpah pogačice, poškodba zadnje križne vezi, poškodba notranje stranske vezi, poškodba retinaklov in ostalih struktur kolenskega sklepa (Zupanc in Šarabon, 2003).

Primer takšne kompleksne poškodbe je t. i. nesrečna triada (unhappy triad), kjer pride poleg poškodbe SKV še do poškodbe notranje stranske vezi in notranjega meniskusa (Stok in Splihal, 1994).

3.2.2 ANAMNEZA IN DIAGNOZA POŠKODOVANOSTI SKV

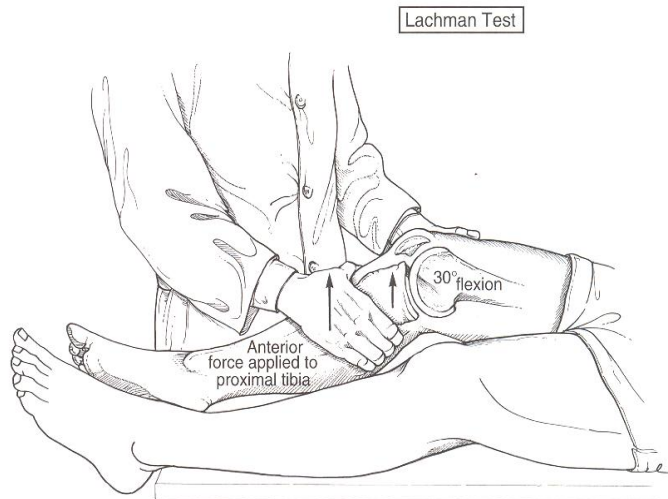
Zdravnik najprej opravi dobro anemnezo, ki mora vsebovati podatke o tem, s katerim športom se poškodovani ukvarja, na katerem igralnem mestu igra, ali se ukvarja s športom profesionalno ali rekreativno. Zelo pomembno vprašanje je, kakšni so njegovi načrti za v prihodnje. Vsi omenjeni podatki poleg ostalih lahko pomagajo zdravniku pri odločitvi in načrtovanju zdravljenja (Šimnic, 2004).

Pretrgana SKV je še vedno najpogosteje spregledana akutna poškodba kolenskega sklepa pri profesionalnem ali rekreativnem športniku. Največkrat se to zgodi zaradi prisotnosti mišičnega krča, hude bolečine ali otekline po poškodbi. Vse naštetu preprečuje, da bi izvedli ustrezno klinično testiranje kolenskega sklepa. Športnik, ki je utrpel akutno poškodbo SKV (delno ali popolno pretrganje), pogosto navaja, da koleno ni v redu, da je slišal jasen »pok« in ponavadi ne zmore nadaljevati s prejšnjo aktivnostjo. Le redki so, ki lahko nadaljujejo s tekmovanjem (prejšnjo aktivnostjo), večinoma je potrebna takojšnja zdravstvena pomoč. Pogosto je pri poškodbi SKV prisoten izliv krvi v sklep. Včasih je prisotna tudi omejena gibljivost kolenskega sklepa v smislu iztega zaradi zagozditve ostanka SKV v takšnem položaju. Polna obremenitev poškodovanega kolenskega sklepa je otežena.

Poškodbe SKV se pogosto zgodijo ob trivialnih situacijah kot sta hoja po stopnicah navzdol ali smučarski zavoj zato pogosto ostanejo neopažene v zgodnjem obdobju. Večina pretrganih SKV je ugotovljena šele kasneje – nekaj mesecev ali tednov po poškodbi (kronična insuficienca SKV), kjer športniki ali rekreativci navajajo občutek nestabilnosti kolena pri hoji navzdol, skokih ali spreminjanju smeri. Pogosto pa navajajo nejasne bolečine v kolenu pri omenjenih aktivnostih. Štiriglava stegenska mišica je tipično oslABLJENA, pojavlja pa se občasno zatekanje prizadetega kolenskega sklepa.

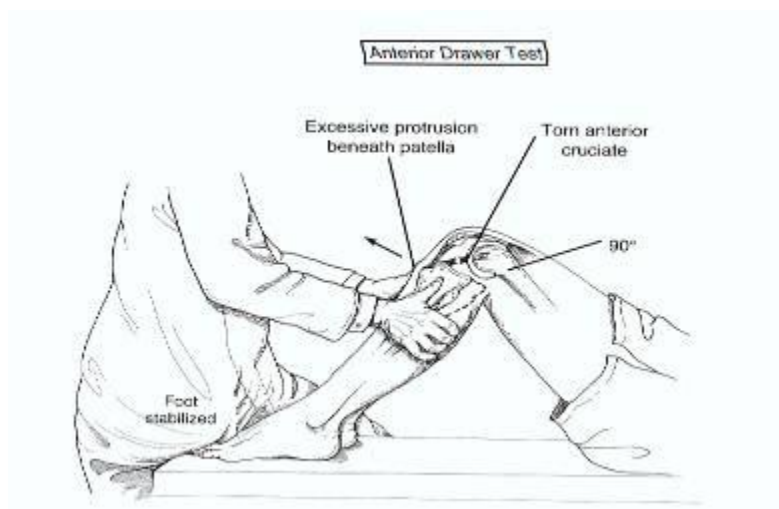
Pri vrhunskem športniku, ki ima klinično ugotovljeno lezijo SKV je magnetno resonančno slikanje uporabno, predvsem da se izključi spremljajoča poškodba subhondralne kosti na stegnениčnih kondilih. Slednja namreč vpliva na prognozo in vrsto zdravljenja (Zupanc in Šarabon, 2003).

Za ugotavljanje nestabilnosti SKV je na razpolago veliko število testov. Najpomembnejši in največkrat uporabljeni so trije. Najlažji za izvedbo in najbolj občutljiv test za poškodbo SKV je Lachmanov test. Poškodovani mora biti pri pregledu sproščen in naj leži na hrbtu. Koleno mora biti upognjeno za 20–30°. Z eno roko čvrsto pridržimo stegno nad kolenom, medtem ko z drugo roko potegnemo golenico naprej. Test je pozitiven, če je prisoten povečan pomik golenice naprej glede na neprizadeto koleno. Stopnjo prizadetosti SKV ocenimo s tremi stopnjami in sicer: 1+ (0–5 mm), 2+ (6–10mm) in 3+ (11–15 mm).



Slika 9. Lachmanov test (Scuderi, McCann in Bruno, 1997).

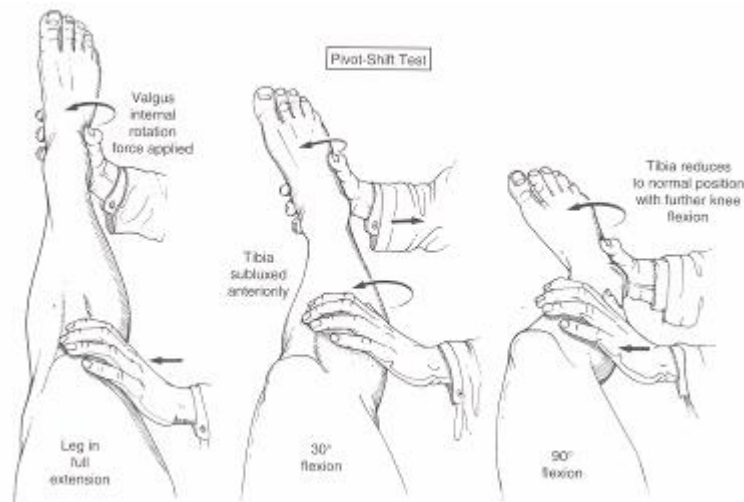
Drugi test s katerim ugotavljamo poškodbo SKV je sprednji predalčni test. Poškodovani leži na hrbtu z pokrčenimi koleno za 90°. Oseba, ki izvaja test sedi na poškodovančevemu stopalu, z namenom stabilizacije noge in nežno potegne golen naprej. V kolikor je prisoten povečan pomik golenice naprej v primerjavi z neprizadetim kolonom, potem je test pozitiven. Stopnjo prizadetosti se oceni na lestvici od 1–3 (Scuderi, McCann in Bruno, 1997).



Slika 10. Sprednji predalčni test (Scuderi, McCann in Bruno, 1997).

Tretji je »pivot shift« test. S pomočjo tega testa lahko namestimo sprednji izpah golenice pri prekinitvi SKV. Poškodovani mora biti pri tem testu sproščen. Leži na hrbtu, oseba ki izvaja test z eno roko prime poškodovanega za gleženj z drugo roko pa prime na zunanjo stran kolena za mečnično glavo. Spodnji ud, ki ga pregledujemo mora biti iztegnjen in zasukan navznoter. Nato koleno premaknemo iz polnega iztega

v upogib in vršimo rahlo valgusno silo na koleno, ob tem pa istočasno pomaknemo golenico naprej. Pri polnem iztegu kolena zunanji golenični plato zdrkne naprej, pri upogibu 20–30° pa se sprednji izpah namesti nazaj tako, da golen sama pade nazaj v pravi položaj glede na stegnenico. Ta občutek zdrsa je identičen občutku, ki ga ima športnik z nefunkcionalno SKV pri uhajanju golenice. To je le začasna rešitev, ki pa nikakor ni vsestransko uporabna, saj bi lahko ob nepravilni izvedbi namestitve naredili več škode kot koristi (Scuderi, McCann in Bruno, 1997).



Slika 11. »Pivot shift« test (Scuderi, McCann in Bruno, 1997).

Poleg teh treh testov za ugotavljanje poškodbe SKV poznamo še losee test, ki je podoben »pivot shift« testu, le da je tu začetni položaj noge upogib in zunanja rotacija in se nogo nato premakne v izteg. Predalčni test »upogib – rotacija« pa je kombinacija Lachmanovega in »pivot shift« testa (Scuderi, McCann in Bruno, 1997).

3.2.2.1 DODATNA DIGNOSTIKA POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Dodatno diagnostiko se začne vedno z običajnimi rentgentskimi posnetki v dveh projekcijah, s katerimi že lahko izključimo skeletno poškodbo. Večina pacientov pa danes želi in pričakuje pregled poškodovanega kolena z magnetno resonanco. Ta pa večinoma pri akutnih poškodbah kolena ponavadi ni potrebna zaradi zanesljivosti anamneze in kliničnega pregleda, s katerima lahko v večini primerov že postavimo diagnozo. Redko se zgodi, da se nameravajo zdravljenje poškodovane SKV spremeniti zaradi izvida magnetne resonance. Bolj kot sama potrditev poškodbe SKV je pri magnetni resonanci lahko koristna dodatna informacija o ostalih sklepnih strukturah, predvsem meniskusov, sklepnega hrustanca, subhondralne kosti in drugih ligamentarnih struktur (Šimnic, 2002, 2004).

3.3 ZDRAVLJENJE POŠKODBE SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Splošno sprejeto zdravljenje poškodbe SKV še vedno ni povsem definirano. Poškodba SKV je prisotna tako pri aktivnih športnikih, kot pri rekreativcih. Njihova pričakovanja po poškodbi so velika in želijo se čimprej vrniti na nivo tekmovanja pred poškodbo. Le redki, večinoma starejši, se odločijo za spremenjen nivo aktivnosti, tako da pri njih operacija ni nujna, čeprav starost pacienta sama po sebi ni kontraindikacija za morebiten operativni poseg. Danes je jasno, da so pri kolenu, ki je nestabilno, možne dodatne poškodbe meniskusov oziroma sklepnega hrustanca, kar vodi k prezgodnji degeneraciji kolena. Pri odločanju za način zdravljenja je treba torej upoštevati predvsem faktorje, za katere vemo, da lahko vodijo k nadaljnjim poškodbam in prezgodnji degeneraciji (Šimnic, 2001).

Zelo pomembno je, kako ravnamo neposredno po poškodbi SKV. Tako imenovana RICE metoda (rest, ice, compression, elevation), oziroma (takojšnja prekinitev aktivnosti, led, povoj in dvig noge nad nivo srca) je najboljši ukrep, ki ga lahko izvedemo takoj po poškodbi. Bergle uporabljamo izključno v primeru, ko nas koleno boli in želimo na ta način olajšati bolečine (Gerbino in Nielson, 2007).

Čeprav se zdi, da te ukrepe pozna vsakdo, je njihovo uresničevanje v praksi izredno nedosledno. Kakovost in hitrost rehabilitacije pa sta v veliki meri odvisna ravno od pravilnega ukrepanja v prvih trenutkih po nastanku poškodbe. Če se z omenjenimi ukrepi ne borimo proti izlivu v kolenski sklep in posledični oteklini tega predela, praviloma pride do izdatne omejitve gibljivosti. Omejena gibljivost pa ne dovoljuje, da bi bile mišice okoli sklepa dovolj aktivne. Zaradi tega lahko v zelo kratkem času (v nekaj dneh) pride do atrofije mišic in posledično do anatomsko-funkcionalnih nepravilnosti (Zupanc in Šarabon, 2003).

Obstajata dva osnovna načina zdravljenja:

1. operativno zdravljenje (poškodovano vez se nadomesti s transplantantom. Najbolj pogosto se uporablja srednjo tretjino ligamenta pogačice ali tetivo polkitaste mišice, včasih tudi tetivo sloke mišice – m. gracilis).
2. konzervativno zdravljenje (vključuje program vadbe za povečanje moči stegenjskih mišic, izogibanje rizičnim športom ter nošnje opornice).

Pri športnikih se kirurgi največkrat odločijo za operativni način zdravljenja (Mesesnel, 2005).

3.3.1 OPERATIVNO ZDRAVLJENJE

Že konec 19. stoletja (1885) je Mayo Robson prvič poročal o operativnem zdravljenju SKV – šivu SKV. Rekonstrukcije SKV so izvajali pri akutnih primerih sprva takoj oziroma čim prej po poškodbi. V zadnjem času se vse bolj uveljavlja tako imenovana

subakutna rekonstrukcija, kar pomeni, da pacient sprva pridobi popoln obseg gibov v kolenu. Študije so pokazale, da pri akutni rekonstrukciji obstaja v večji meri možnost nastanka postoperativne otrdelosti kolena. Danes se večinoma ravna po načelu, da je stanje kolena tisto, ki določi čas operacije, ne pa že vnaprej opredeljen časovni interval po poškodbi. Če se operacija izvede teden ali dva po poškodbi, je v vmesnem času možno poškodovancu dodobra predstaviti tako operativni poseg kot tudi potek in namen posameznih ukrepov med rehabilitacijo. Zamik operacije nam omogoči tudi boljše psihološko pripravo poškodovanca. Večina poškodovanih z akutno poškodbo SKV prestaja po poškodbi velike stiske s hudimi subjektivnimi težavami ter motnjami počutja; od hude jeze, nejevolje in v skrajni točki celo do depresije. Pri tem je potrebno večkrat sodelovanje ne samo zdravnika operaterja, ampak tudi športnih psihologov, trenerjev in vseh, ki za športnika skrbijo, da se dobro telesno in psihično pripravi na operacijo in dolgo ter zahtevno rehabilitacijo. Pred operativnim posegom je nujno, da se tako trener kot poškodovanec in svojci dogovorijo ter se odločijo o nadaljnjih načrtih bodisi glede šolanja, zaposlitve oziroma glede nadaljevanja športne kariere, če gre za profesionalnega športnika.

Leta 1963 je Jones prvi opisal operacijo, pri kateri je uporabil srednjo tretjino ligamenta pogačice za nadomestek poškodovanega, s katerim je nadomestil poškodovano SKV. Ta poseg še danes ostaja metoda izbire pri številnih kirurjih. V zadnjih letih se vse bolj uveljavljajo tudi druge metode, predvsem uporaba tetive polkitaste mišice, po potrebi tudi tetive sloke mišice. Izbira implantata ima vpliv na rehabilitacijo, ker se poškoduje določena mišica. Vse to pa ima na začetku vpliv na izbor vaj za trening (določene vaje je potrebno na začetku zaradi bolečine opustiti). Obstajajo tudi številni načini učvrstitve transplantiranega ligamenta. Tehnika, ki jo kirurg izbere za rekonstrukcijo SKV je lahko:

- artroskopska
- asistirano artroskopska
- odprta (ta tehnika je redko uporabljena)

Vendar sama tehnika učvrstitve ligamenta ni tako pomembna kot natančna lokalizacija golenskega ter stegenskega kanala. Le natančna postavitve transplantata namreč omogoča dobro delovanje le tega s primerno napetostjo in posledično stabilnostjo kolena ter istočasnim omogočanjem popolnega obsega gibanja kolena. Izid kirurškega zdravljenja poškodbe SKV se ocenjuje objektivno in subjektivno. Raziskave so pokazale, da večkrat obstaja razlika med objektivnim in subjektivnim rezultatom zdravljenja. Treba je namreč vedeti, da istočasne poškodbe meniskusov ali sklepnih površin, do katerih pride istočasno ob poškodbi SKV, lahko močno vplivajo na končen izid ne glede na način zdravljenja, ki ga je zdravnik uporabil.

Zavedati se moramo tudi, da je lahko neoperativno zdravljenje poškodbe SKV uspešno edino v primeru, če je pacient pripravljen spremeniti oziroma vsaj prilagoditi

svoj način življenja. Le tako se lahko izogne nadaljnjim poškodbam. Raziskave so potrdile, da si poškodovanci s kronično nestabilnostjo kolena pogosteje poškodujejo notranji meniskus. Sicer pa velja, da kljub uspešni rekonstrukciji SKV, ki lahko povsem povrne stabilnost kolena, pri pacientih z raztrganino meniskusa ali hondralno poškodbo, ki je bila prisotna že pred poškodbo SKV, ostajajo še naprej številne težave in problemi, ki lahko subjektivno zmanjšajo uspeh rekonstrukcije SKV, čeprav je koleno objektivno povsem stabilno.

Večina poškodovanih športnikov, ki so imeli poškodbo SKV, se po ustreznem zdravljenju v večini primerov vrne na raven aktivnosti, ki so jo imeli pred poškodbo SKV. Potrebno je dodati, da je neodvisno od načina tretmaja dolgoletna prognoza sprememb v kolenskem sklepu povečana artroza (Šimnic, 2002, 2004).

3.3.2 KONZERVATIVNO ZDRAVLJENJE

Številni pacienti s poškodbo SKV se odločijo za konzervativno zdravljenje. Pri mlajših športnikih je ta odločitev lahko samo začasna. Odrasli, ki imajo le minimalne težave pri vsakodnevnih aktivnostih in se ukvarjajo s športi s tako imenovanim nizkim tveganjem, ne potrebujejo oziroma ne želijo kirurškega zdravljenja. Pri svetovanju poškodovancu za način zdravljenja je najpomembnejše ugotoviti njegove želje in načrte, predvsem pri športih, pri katerih lahko pride do zvijanja kolena, izpadnega koraka in podobnih gibov, pri katerih obstaja verjetnost, da pride do ponavljajočih se subluksacij kolena ne glede na to, kakšno bo dokončno zdravljenje (Šimnic, 2004).

V začetku zdravljenja akutne poškodbe SKV zahteva zmanjšanje bolečine in otekline ter nato čimprejšnjo vzpostavitev popolne gibljivosti kolena. Poudarek je na čimprejšnji popolni iztegnitvi kolena, ker krn raztrgane SKV lahko preprečuje popolno iztegnitev. Zaradi otekline in bolečine lahko pacient prve dni slabo nadzoruje delovanje noge. Zato lahko uporaba opornice oziroma bergel za nekaj dni vpliva na boljše počutje in pospeši rehabilitacijo. Kasnejša uporaba opornic pa je dvomljiva, saj zaenkrat ni zanesljivo dokazano, če opornica pri poškodovani SKV lahko prepreči nestabilnost pri velikih obremenitvah oziroma pri športih z velikim tveganjem. Opornica je lahko koristna samo pri bolnikih, ki se ukvarjajo z manj tveganimi športi kot so jogging, tek, plavanje. Če se pojavljajo obdobja nestabilnosti, je potrebno omenjene aktivnosti opustiti. Vrnitev k bolj tveganim športom z izpadnimi koraki, poskoki, počepi, hitro menjavo smeri je tvegana in večinoma ni možna, saj se praviloma pojavijo dodatne težave (Šimnic, 2004).

3.4 REHABILITACIJA PO POŠKODBI SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Rehabilitacija kolena je zapletena še posebej, če se zavedamo zapletene biomehanike kolenskega sklepa in je od primera do primera različna. Potrebno jo je prilagoditi bolniku kot posamezniku. Za rehabilitacijo obstajajo sheme, ki pa niso absolutne, saj jih moramo prilagajati glede na spremljajoče zdravstveno stanje bolnika. Rehabilitacijski postopki so se skozi razvoj medicine razvijali in se še, upoštevaje napredek. To pomeni nove terapevtske prijeme, operacijske tehnike, diagnostične metode (npr. CT, MRI), ki se trudijo razjasniti problematiko kolena. Pravo prelomnico v kirurgiji kolena pa predstavlja artroskopija (Radosavljevič, 1994).

Uspešnemu operativnemu zdravljenju poškodbe SKV mora nujno slediti skrbno načrtovana rehabilitacija in (v kolikor gre za športnika) vračanje športnika v običajen proces treninga. Glavno načelo pri oblikovanju takšnega programa mora biti postopnost obremenjevanja. Nepopoln izteg kolena po zaključeni rehabilitaciji operiranega sklepa v veliki meri vpliva na pojav neželenih težav (otekanje kolena, bolečine v prednjem delu kolena, vnetja kite pogačice), ki športniku lahko preprečijo vrnitev na nivo aktivnosti pred poškodbo. Če so bili ukrepi neposredno po nastanku poškodbe in po operativnem posegu ustrezni, bi moral biti izteg kolenskega sklepa izvedljiv v polnem obsegu. V nasprotnem primeru je potrebno z vsebinami za pasivno povečanje gibljivosti težiti k čim hitrejši vrnitvi popolne sposobnosti iztegnitve ter upogiba do 90°. Praviloma je to glavni cilj prvih dveh do treh tednov po operativnem posegu. Ta čas je potreben za popolno zacelitev operativnih ran.

Medialna široka mišica, kot mišica z izjemno pomembno funkcijo v kolenu, je namreč bistveno bolj aktivna v iztegnjenem položaju noge, zaradi česar v primeru izostanka polne iztegnitve pride do hitre atrofije te glave štiriglave stegenske mišice. Nadomestitev takšnega zmanjšanja mišične mase je kasneje težko in zahteva intenziven trening moči za povečanje mišične mase.

Velja naj, da se je potrebno izogibati vsebinam (vajam), ki bi povzročale bolečino. Ob odsotnosti bolečine pa uporabljamo metode, ki so znane za razvoj posameznih gibalnih sposobnosti v športni praksi. Na vsaki stopnji rehabilitacije uporabljamo vsebine, ki omogočajo varno vadbo. Vsak rehabilitacijski trening po rekonstrukciji SKV bo vseboval vaje za moč ter SMV za kolenski sklep. SMV je za učinkovito vračanje popolne funkcije kolenskega sklepa izjemno pomembna. Vsebine treninga moči morajo biti izbrane tako, da so mišične skupine ter sklepne in obsklepne strukture izpostavljene postopno vedno večjim silam. To pomeni, da je vrstni red načina izvedbe vaj sledeč:

1. izometrične vaje
2. tekoče koncentrične ponovitve
3. ekscentrična mišična naprezanja

4. ekscentrično-koncentrična mišična naprežanja (pliometrija)

Ali bomo začeli z najbolj blago obliko in nato prehajali po lestvici zahtevnosti navzgor, ali pa bomo kakšno stopnjo preskočili, je odvisno od aktualnega stanja po poškodbi in od zdravnikovih usmeritev. Pogosto se dogaja, da je v prvih dneh po operativnem posegu prisotna bolečina, ki pa se pojavlja le v omejenem obsegu giba. V teh primerih je pomembno, da vztrajamo na izvajanju tistih vsebin in podvsebin, ki bolečine ne povzročajo (npr. izvajanje vaj za moč znotraj obsega, v katerem se bolečina ne pojavlja – izometrično ali tekoče koncentrično).

Mišice kot dinamični stabilizatorji kolenskega sklepa nam do določene mere nudijo možnost kompenzacije delno zmanjšane funkcije pasivnih struktur sklepa. Tako na primer aktivnost mišic zadnjega dela stegna s svojo aktivnostjo proizvajajo silo na goleni, ki kaže v smeri zadajšnje translacije. Glede na to, da je glavna funkcija SKV preprečevanje prekomerne translacije goleni v smeri naprej, prej omenjene mišice v tem smislu delujejo kot sinergisti SKV. Mišice zadnjega dela stegna so pogosto s skupnim imenom poimenovane tudi »stegenske strune« in opravljajo funkcijo upogibalk kolena ter iztegovanja kolka. Dolgoročno bomo torej SKV lahko delno razbremenili z močnimi stegenskimi strunami. Pri treningu moči uporabljamo ustaljene metode za razvoj mišične mase ter nivoja aktivacije. Trenutna izbira glavne metode bo odvisna od specifičnosti deficitov pri posamezniku. Na splošno je smiselno kombinirati vaje, ki zahtevajo aktivacijo teh mišic v vlogi iztegovalk kolčnega sklepa. Dejstvo, da gre za aktivnost ciljnih mišic pod različnimi biomehanskimi pogoji nam daje hkrati možnost izbire primernejše različice, kadar je na primer prisotna bolečina. Tako se lahko zgodi, da bomo imeli težave z vajami, ki zahtevajo upogibanje kolena, iztegovanje kolka preko aktivnosti istih mišic pa bo uspešno in brez bolečin (Zupanc in Šarabon, 2003).

Konkretna izbira vsebin in količin za uresničitev treninga je sicer ključnega pomena, vendar bo podrobneje predstavljena v zadnjem poglavju na praktičnem primeru.

3.4.1 FIZIKALNE METODE REHABILITACIJE

- Imobilizacija: Če je potrebna, uporabljamo opornice, le redko mavec. To je faza, ko je tkivo najobčutljivejše in mu imobilizacija omogoča obnovo. Imobilizacija ne sme biti predolga, saj so posledice lahko nepopravljive.
- Krioterapija in analgetika: Zmanjšujeta vnetje in bolečino, kar predstavlja pomemben dejavnik pri hitrem okrevanju.
- Elektrostimulacija: Preprečuje atrofijo mišičja.
- Toplota: Je običajno neprimerna v zgodnji pooperativni fazi ali po poškodbi.
- Ultrazvok (UZ): Se lahko uporabi pri brazgotinah in kontrakturah.
- Limfno drenažna terapija: Limfno drenažna masaža koristi pri odpravljanju pooperativnih edemov in težavah prekrvavitve.
- Aktivno in pasivno razgibavanje: Kolenski sklep razgibavamo v mejah normale, izvajamo vaje za mobilizacijo pogačice.
- Izometrične in izotonične vaje: Pod nadzorom fizioterapevta, prilagajene bolniku. Predvsem vaje za štiriglavo stegensko mišico.
- Postopno obremenjevanje: Koleno na začetku obremenimo do določenega odstotka telesne teže, kasneje pa do popolne obremenitve ob pomoči bergel, ki jih v končni fazi postopoma opustimo.
- Hidrogimnastika: Vadba v vodi za krepitev mišičja. V zadnji fazi so dovoljene forsirane vaje proti upor.
- Medikamentozna terapija: Uporaba zdravil (proti bolečinam, za relaksacijo mišic), za pomoč pri rehabilitaciji.
- Mobilizacija v anesteziji: Pri kolenskih sklepih, kjer ne dosežemo zadostne gibljivosti, se mobilizacija kolena lahko izvaja v splošni anesteziji (Radosavljevič, 1994).

4. SREDSTVA IN METODE KONDICIJSKE VADBE

To poglavje je namenjeno opisu sredstev in metod kondicijske vadbe, s katerimi ob pravilni in sistematični razvrstitvi v program treninga športniku omogočimo dosego tistega nivoja gibalnih sposobnosti, ki jih je imel pred poškodbo oziroma še nadaljnje izboljšanje tega nivoja. Glavni problem po poškodbi SKV je atrofija in aktivacija stegenske miškulature (štiriglava stegenska mišica, mišice zadnjega dela stegna) ter zmanjšana oziroma blokirana gibljivost kolenskega sklepa.

Z vidika preventive in rehabilitacije po poškodbi SKV, so zato pomembne gibalne sposobnosti, na katere je potrebno v največji meri vplivati; moč, ravnotežje in gibljivost. Te gibalne sposobnosti bodo kasneje tudi podrobno predstavljene, medtem ko bodo ostale le na kratko opisane (hitrost, vzdržljivost).

Človekove gibalne sposobnosti, s katerimi se srečujemo v športu, so:

- moč
- ravnotežje
- gibljivost
- koordinacija (spretnost)
- hitrost
- vzdržljivost

4.1 MOČ

Moč je osnovna komponenta vseh človeških gibanj. Razvoj moči je eden najpomembnejših ciljev v treningu vsakega športnika. Uspešen trening moči je pogojen s poznavanjem vseh procesov v telesu, ki so povezani s povečevanjem moči. Moč je produkt mišične akcije, ki se začne in je vodena z električnimi procesi v centralnem živčnem sistemu. Moč je definirana kot sposobnost določene mišice oziroma mišične skupine, da proizvede mišično silo pod specifičnimi pogoji. Največja moč pa je sposobnost določene mišične skupine, da proizvede največjo zavestno kontrakcijo kot odgovor na zunanje breme. (Siff in Verkoshansky, 1999).

4.1.1 METODE ZA POVEČANJE MOČI

Temeljni pojmi pri treniranju so cilj, ki ga želimo doseči, vsebina treninga, metode in oblike treninga.

Cilji vadbe za moč so naslednji:

- povečanje znotrajmišične koordinacije
- izboljšanje medmišične koordinacije
- izboljšanje reaktivnih sposobnosti
- povečanje mišične mase
- povečanje vzdržljivosti v moči

Vsak cilj ima svojo skupino metod. Metode treninga predstavljajo postopke, ki zadevajo razporeditev vsebine, ciljev in organizacijskih oblik treninga, izbiro sredstev in doziranje obremenitve glede na zadane cilje. Za opis metod za razvoj moči je potrebno navesti velikost obremenitve (% individualne maksimalne vrednosti), število ponovitev, ki jih je potrebno izvesti oziroma trajanje obremenitve (pri izometričnih napreznjih), število serij in dolžino pavze med serijami. Poleg tega je potrebno dodati še informacije o vrsti mišičnega napreznja (koncentrično, ekscentrično, izometrično), kot tudi način izvajanja (kontinuirano-enakomerno, tekoče ali eksplozivno).

4.1.1.1 DELITEV METOD ZA RAZVOJ MOČI

Metode največjega mišičnega napreznja

Značilnost teh metod je kratkotrajno, hitro izvedeno največje napreznje. Bremena, ki se uporabljajo, so največja (90–100%) ali supramaksimalna (150%). Določena so glede na individualno največjo obremenitev. Izvajajo se po intenzivnem ogrevanju. V to skupino metod za razvoj moči spadajo:

- Metoda kvazimaksimalnih koncentričnih napreznj
- Metoda največjih koncentričnih napreznj
- Metoda izometričnih napreznj
- Metoda največjih ekscentričnih napreznj
- Metoda največjih ekscentrično-koncentričnih napreznj

Preglednica 1

Metode za razvoj največjega mišičnega napreznja

	M. kvazimak. koncentričnih napreznj	M. največjih koncentričnih napreznj	Metoda izometričnih napreznj	M. največjih ekscentričnih napreznj	M. največjih eksc.-konc. napreznj
Vrsta napreznja	koncentrična	koncentrična	izometrična	ekscentrična	ekscen.- koncetrična
Tempo	eksplozivno	eksplozivno	eksplozivno	tekoče	eksplozivno
Breme (%)	90-95-97- 100-100 + 1kg	100	100	150	70–90
Serije	5	5	5	3	3–7
Ponovitve	3-1-1-1-1	1	2	5	6–8
Trajanje(s)			5–6		
Odmor (min)	5	5	5	5	5

Vse metode za razvoj največjega mišičnega napreznja izvajamo maksimalno intenzivno. Trening traja 6 do 8 tednov, 3–4 krat tedensko. Vpliv imajo predvsem na znotrajmišično napreznje oziroma generalno živčno-mišično prilagoditev, ki jo spremlja malo povečanje mišične mase. Takšen trening vpliva predvsem na izboljšanje hitre moči in izboljšanje zavestne aktivacije razpoložljivih mišičnih potencialov (zmanjša deficit moči) brez istočasnega povečanja mišične mase. Pogoji, da je takšen trening naravnan predvsem na živčne komponente, je ta, da mora biti vadeči spočit in vsako napreznje mora biti izvedeno maksimalno intenzivno (Schmidtbleicher, 1991).

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih napreznj

Za te metode je značilno največje možno število serij in ponovitev v posamezni seriji s submaksimalnimi bremenimi (60–80%). Hitrost gibanja je počasi in tekoče in se konča s stanjem popolne izčrpanosti mišičevja. Sem spadajo naslednje metode:

- Standardna metoda I
- Standardna metoda II
- Metoda bodybuilding I
- Metoda bodybuilding II
- Izokinetični trening
- Izometrična metoda

Preglednica 2

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih napreznj

	Standardna metoda I	Standardna metoda II	Bodybuilding Metoda I	Bodybuilding metoda II	Izok. trening	Izomet. trening
Vrsta napreznja	koncentrična	koncentrična	koncentrična	koncentrična	konc.	izomet.
Tempo	tekoče	tekoče	tekoče	tekoče	tekoče	tekoče
Breme (%)	80	70-80-85-90	60-70	85-95		
Serije	3-5	4	3-5	3-5	3	
Ponovitve	8-10	12-10-7-5	15-20	5-8	15	3-6
Trajanje						10-12
Odmor (min)	3-5	5	1-2	2-3	3	3

Pri uporabi teh metod lahko povzamemo: Trening mora trajati 10–12 tednov po 2 vadbeni enoti tedensko. Največji vpliv imajo na povečanje mišične mase in le majhen na živčne mehanizme. To vodi predvsem k povečanju največje mišične moči, medtem ko je izboljšanje v hitri moči majhno. V nasprotju z metodami največjih napreznj lahko te metode uporabimo pri treningu tehnike oziroma vzdržljivosti (Schmidtbleicher, 1991).

Mešane metode

Med mešane metode spada:

- Metoda za razvoj hitre moči

Preglednica 3

Mešane metode

	Metoda za razvoj hitre moči
Vrsta napreznja	koncentrična
Tempo	eksplozivno
Breme (%)	35–50
Serije	5
Ponovitve	7
Trajanje (s)	
Odmor (min)	3–5

Mešane metode vplivajo tako na izboljšanje znotrajmišične kot medmišične koordinacije. Pri enakem trajanju vadbe sta obe prilagoditvi v primerjavi s selektivnimi cilji vadbe prejšnjih dveh skupin metod, manjši (Schmidtbleicher, 1991).

Metode za razvoj reaktivne sposobnosti

Hitra moč, ki vsebuje ekscentrično-koncentrično mišično naprežanje, predstavlja relativno samostojno gibalno sposobnost in je zato, potrebno za njen razvoj uporabljati posebne metode. Metode za razvoj reaktivne sposobnosti razdelimo na:

- Poskoke
- Skakalne vaje
- Globinske skoke
- Poskoke z bremen

Preglednica 4

Metode za razvoj reaktivne sposobnosti

	Poskoki	Skakalne vaje	Globinski skoki	Poskoki z bremen
Vrsta naprežanja	ekscentrično koncentrična	ekscentrično koncentrična	ekscentrično koncentrična	ekscentrično koncentrična
Tempo	eksplozivno	eksplozivno	eksplozivno	eksplozivno
Breme (%)	brez	brez	brez	izmerjeno
Serije	3	3	3–5	3
Ponovitve	6–12	6–12	6–10	6–8
Trajanje (s)				
Odmor (min)	5	5	5	5

Vse metode za razvoj reaktivnosti ciljajo predvsem na prilagajanje živčnega sistema v pogojih ekscentrično-koncentričnega naprežanja. Zato jih je potrebno izvajati takrat, ko smo spočiti. Že uporaba majhnih bremen vodi k zmanjšanju živčne aktivnosti v iztegovalkah nog in k hitrejšemu utrujanju (Schmidtbleicher, 1991).

Metode za razvoj vzdržljivosti v moči

Izpostavimo lahko dve metodi:

- Ekstenzivna metoda
- Intenzivna metoda

Preglednica 5

Metode za razvoj vzdržljivosti v moči

	Ekstenzivna metoda	Intenzivna metoda
Vrsta naprežanja	koncentrična ekscentrična izometrična	koncentrična ekscentrična izometrična
Tempo	tekoče	tekoče
Breme (%)	30–50	50–60
Serije	3–5	3–5
Ponovitve		
Trajanje (s)	30–60	20–30
Odmor (s)	25–90	10–60

4.1.1.2 SPECIALNI TRENING MOČI

Specialni trening moči v prvi vrsti služi za vključitev izboljššanega nivoja splošne moči v tekmovalno gibanje. Načelo specialnosti treninga moči je zasnovano na majhnem variranju tekmovalnih bremen: suvanje lažje in težje krogle, metanje lažjega ali težjega kopja, višje ali nižje odrivališče pri skoku v daljino, tek v hrib pri tekačih. Specialni trening moči je predvsem trening koordinacije in se ga zato izvaja samo takrat, ko je posameznik spočit (Schmidtbleicher, 1991).

4.1.2 SREDSTVA ZA RAZVIJANJE MOČI

Med sredstva za razvijanje moči spadajo:

- naravna gibanja
- elementarne igre
- gimnastične vaje
- trenažerji
- ročke (in drugi rekviziti)
- drog

Pri rehabilitaciji po rekonstrukciji SKV so pomembna sredstva za razvijanje moči predvsem trenažerji, drog in gimnastične vaje.

4.1.3 ELEKTRIČNA STIMULACIJA MIŠIC

Električna stimulacija (ES) pomeni, da se mišice aktivirajo s pomočjo električnih impulzov preko elektrod, ki so nameščene na koži, nad mišico ali živcem, ki oživčuje mišico, ki jo želimo aktivirati. Učinkovitost, ugodje in globina draženja so odvisni od naslednjih dejavnikov: frekvence, intenzivnosti, dolžine vlaka, dolžine odmora med vlaki, števila vlakov v seriji in števila serij.

Koncept ES ni nov in ga že leta uporabljajo fizioterapevti za klinične posege kot na primer rehabilitacija mišic, sproščanje mišičnih krčev, zmanjšanje otekanja in kontrola bolečine. Toda o morebitnem pomenu ES v športnem treningu je še vedno veliko nasprotujočih si mnenj. Na zahodu je uporaba ES v športnem treningu le redko omenjena, ali pa celo ni. Veliko bolj je ES obravnavana v Rusiji in drugih državah vzhodne Evrope, kjer ES uporabljajo pri zdravih športnikih za povečanje mišične moči. Športniki, ki pri svojem treningu uporabljajo ES, tako da hoteno aktivirajo mišice sinhrono z električno stimulacijo mišic, lahko proizvajajo večjo moč, silo in hitrost. To metodo poimenujemo aktivna ES. Pri pasivni ES pa so elektrode nameščene na mišico in pri delu ni hotene aktivacije mišice. To je najpogosteje uporabljena metoda v fizioterapiji (Siff in Verkhoshansky, 1999).

4.1.3.1 PODROČJA UPORABE ELEKTRIČNE STIMULACIJE

ES mišic nezadržno prodira tudi v področje športa in v rehabilitacijo poškodovanih športnikov. V športu ES lahko uporabljamo kot sredstvo rehabilitacije športnih poškodb in okvar ter kot dopolnilno metodo vrhunškega kondicijskega športnega treninga. Ob pravilni uporabi je ES mišic pri povečanju največje moči oziroma hitrosti sredstvo z izredno transformacijsko močjo. Dokazano je, da je mogoče z usmerjeno ES mišic povečati največjo moč in hitrost mišičnega naprežanja ter tudi vplivati na hipertrofijo hitrih in/ali počasnih mišičnih vlaken. Uporabo ES v športu lahko razdelimo v dve večji skupini:

1. vplivanje na delovanje živčno-mišičnega sistema (vadba);
2. merjenje lastnosti živčno-mišičnega sistema (diagnostika) (Mesesnel, 2005 v Pavlovič, 2006).

4.1.3.2 NAČELA ZA USPEŠNO UPORABO ES V REHABILITACIJI

Za uspešno uporabo ES je potrebno upoštevati nekatera načela, kot so:

- zajeti čim več mišične mase stimulirane mišice oziroma mišične skupine;
- razporeditev elektrod preko področja motoričnih točk;

- parametri stimulacije morajo posnemati delovanje alfa motoričnega nevrona, ki oživčuje tip mišičnih vlaken, ki jih želimo stimulirati;
- časovni parametri stimulacije morajo izhajati iz delovanja živčno mišičnega sistema;
- intenzivnost stimulacije mora biti dovolj visoka, (prag neugodja) da mišico v čim večji meri aktiviramo (4-kratna vrednost motoričnega praga);
- uporaba ES skupaj z motorično vadbo (Mesesnel, 2005 v Pavlovič, 2006).

4.2 RAVNOTEŽJE

Sposobnost ravnotežja je sposobnost ohranjanja stabilnega položaja in hitrega oblikovanja kompenzacijskih gibov. Ravnotežje lahko delimo na sposobnost ohranjanja ravnotežnega položaja pri odprtih oziroma zaprtih očeh. Druga delitev pa je delitev glede na podlago:

- statična (podlaga je stabilna)
- poldinamična (podlaga je nestabilna)
- dinamična (vadeči se premika po prostoru) (Strojnik in Šarabon, 2003)

4.2.1 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA

Proprioceptivna vadba oziroma senzorično-motorična vadba – SMV (Strojnik, 2004) je sredstvo, ki se vse bolj pogosto uporablja tako v procesu športnega treninga kot tudi v procesu rehabilitacije. Uporabljali bomo predvsem izraz senzorično-motorična vadba, saj se je izkazalo, da je izraz proprioceptivna vadba nekoliko neustrezen in preozek ter da ne pojasnjuje v celoti učinkov in mehanizmov delovanja take vadbe (Pelicon, 2005).

Pri tovrstni vadbi gre predvsem za vplivanje na delovanje živčno-mišičnega sistema. SMV se v glavnem uporablja kot preventiva pred poškodbami in okvarami skočnega in kolenskega sklepa (tudi ramenskega sklepa in hrbtenice), katerih poškodbe in okvare so v športu dokaj pogoste. Sredstva SMV so predvsem razne ravnotežne vaje, ki povzročajo nenadne rotacije sklepa, translacije sklepa ali oboje hkrati. Do čiste rotacije sklepa v bistvu ne pride skoraj nikoli, saj je običajno v večji ali manjši meri prisotna tudi translacija sklepa. Z večjo oddaljenostjo osišča sklepa od osišča rekvizita bo večji tudi delež translacije. Topološko lahko sredstva SMV razdelimo na vaje za gleženj, koleno, trup, ramenski sklep ali katerikoli drugi sklep. Vadba za spodnji ekstremiteti se izvaja predvsem na eni nogi, za trup na obeh nogah in za roke ter ramenski obroč v opori na rokah. Metode SMV delimo na statične, poldinamične in dinamične. Bistveno je, da je sistem izzvan, kar pomeni, da med vadbo ravnotežje nenehno vzpostavljamo in ga ne enkrat vzpostavimo (Pelicon, 2005).

4.2.1.1 DELITEV SENZORIČNO-MOTORIČNE VADBE

SMV lahko razdelimo na več načinov in sicer glede na:

- sredstva
- topološko izvedbo
- metode
- postopnost izvedbe (progresivnost vadbe) (Horvat, 2002)

Sredstva SMV

Pri SMV so sredstva vaje, ki jih delimo glede na vključen sklep in vrsto dražljaja na rotacije sklepov, translacije sklepov ali oboje skupaj. Na ta način se načrtno povečajo zahteve po vzpostavljanju ravnotežja telesa. Za izvedbo vaje običajno potrebujemo ustrezne rekvizite. Posamezni rekvizit je možno uporabiti za vadbo različnih sklepov, važno je le, da sredstvo povzroči nenadno rotacijo ali translacijo sklepa. Vaje razdelimo v tri glavne skupine (rotacija, translacija in rotacija s translacijo). Delitev sredstev v glavne tri skupine temelji predvsem na učinku, ki ga določeno sredstvo povzroči v večji meri:

Rotacija

- navadna stoja na eni nogi na trdnih tleh
- hoja ali tek po neravni površini (npr. tek po travniku, tek po gozdni poti)
- stoja ali hoja po mehki penasti površini
- stoja na disku (deska s polkroglo na spodnji strani) z majhnim polmerom
- stoja ali hoja po bradlji
- vrtenje krogle z girooskopom v dlani

Translacija

- stoja ali hoja po drseči površini
- stoja na mehanično vodeni plošči (naprej, nazaj, vstran)
- stoja na G-žogi
- poskoki na mini trampolinu
- stoja na zibajoči se plošči
- suvanje dolge elastične palice, ki ob tem niha (body blade)

Rotacija s translacijo

- stoja na disku z večjim polmerom
- stoja na t-klopci
- stoja na deski z rotacijo in translacijo (bongo deska)

Translacije delimo naprej na nevsiljene in vsiljene. Deska z vzmetjo nam da npr. nevsiljeno translacijo, medtem ko nam hoja po podrtem drevesu, ki zaradi naše teže

niha, ali vaja z body blade palico, da vsiljeno translacijo. Drevo nam namreč z nihanjem vsiljuje svoj ritem, pri čemer je lovljenje ravnotežja dosti težje kot pri nevsiljeni translaciji. Ugotovimo lahko, da z večjim vsiljenim navorom in večjo amplitudo nihanja narašča tudi težavnost vadbe (Horvat, 2002).

Topološka izvedba

Topološko je SMV mogoče razdeliti na vadbo za skočni sklep, vadbo za kolenski sklep, vadbo za kolčni sklep, vadbo za trup in vadbo za ramenski sklep. Takšna delitev je mogoča le v primeru, da izoliramo – fiksiramo ostale sklepe. V primeru, da ostalih sklepov ne fiksiramo, je za vzpostavitev ravnotežja vedno potrebno sodelovanje vseh sklepov. Velja pa na primer, da v kolikor bomo vadbo izvajali na obeh nogah, bo ta imela večji vpliv na trup, če pa jo bomo izvajali na eni nogi, bo imela večji vpliv na oddaljene dele telesa (gleženj, koleno). Primeri vaj s fiksimim sklepom:

- stoja na polkrogli s smučarskimi čevlji,
- stoja na (t-deski, polkrogli) z opornico za koleno (Palma, 2005).

Metode SMV

Metode SMV so načini izvedbe določene vaje, ki služijo uresničitvi določenih ciljev. Ločimo statično, poldinamično in dinamično metodo. Pri statični metodi je podporna površina razmeroma stabilna:

- stoja na eni nogi na stabilni podlagi (trdna tla)
- stoja na mehki penasti površini (blazina)

Značilnost poldinamične metode je ta, da je podporna površina manj stabilna, lahko pa se dodatno tudi premika:

- stoja na disku (deska s polkroglo na spodnji strani)
- stoja na t-deski
- stoja na ploščici z zelo majhno podporno površino
- poskoki na mini trampolinu
- stoja na zibajoči se plošči

Pri dinamični metodi se vadeči premika:

- hoja po bradlji
- hoja po blazini
- hoja ali tek po neravni površini

Intenzivnost vadbe

Intenzivnost vadbe ni jasno definirana, velja pa splošno načelo loviti ravnotežje in ne ga imeti.

Postopnost izvedbe

Za vsak tip treninga velja načelo progresivnega razvoja. To pomeni, da se izvaja najprej lažje (preproste) in nato težje (kompleksne) vaje. Enako načelo velja tudi za SMV (Horvat, 2002; Pelicon, 2005).

Obremenitev pri SMV

Pelicon (2005) je analiziral številne študije, ki nakazujejo sledeče:

Preglednica 6
Značilnosti SMV

	SMV
Trajanje vadbe	minimalno 4 tedne
Tedensko število vadbenih enot	3–4
Število serij	3–5
Število ponovitev	minimalno 4
Čas trajanja posamezne ponovitve	20–60 sekund

Potrebno je poudariti, da so obremenitve pri SMV še dokaj neraziskano področje. Balogun (1992) je ugotovil da so merjenci večino napredka dosegli po štirih tednih vadbe, nadaljnja dva tedna vadbe pa nista bistveno prispevala k napredku. Optimalno število serij se pri dobro treniranih giblje med tri in pet. Iz dostopnih raziskav pa ni mogoče ugotoviti največjega števila serij, ki ga je še smiselno izvajati. Štiri ponovitve že povzročijo spremembe, medtem ko raziskave, kjer so merjenci izvajali večje število ponovitev, niso imele večjega učinka. Največji učinek je bil dosežen pri ponovitvah, dolgih 20 sekund (Pelicon, 2005).

4.2.1.2 NAČINI IZVEDBE VAJ

Poleg osnovne vaje, ki jo izvajamo na začetku SMV, lahko to vajo izvedemo še na mnogo različnih načinov – variacij, s katerim lahko olajšamo oziroma v večini primerov otežimo vadbo. Ko enkrat določeno vajo že obvladamo, jo je za večji napredek smiselno otežiti z enim od naštetih načinov:

- Izvedba z daljšanjem oziroma krajšanjem ročice v sklepu. Stabilnost telesa je v obratno sorazmerni povezavi z dolžino ročice.
- Spreminjanje togosti podlage.

- Izvajanje osnovne naloge z dodatnimi nalogami (Med osnovno vajo se igramo z žogico, podajamo si žogico s partnerjem, poskusimo pobrati žogo s tal ...). Pri izvedbi dodatne naloge se ne moremo koncentrirati toliko na vzpostavljanje ravnotežja, kot bi se sicer, ker moramo zraven misliti še na izvajanje določene naloge. Vzpostavljanje ravnotežja poskušamo prepustiti podzavesti.
- Izvedba z manjšo podporno površino. Z zmanjšanjem podporne površine povečamo velikost navora in hitrost prirastka navora ob izgubi ravnotežnega položaja.
- Izvedba z vključevanjem dodatne zunanje sile oziroma motnje (partner, dodatne uteži ...).
- Izvajanje vaj za dva sklepa hkrati. Na primer stojimo na disku in imamo še iztegnjeno eno roko, v kateri lahko držimo utež. Pri tem se motnja iz gležnja prenese do ramen, kar omogoči, da vadba učinkuje tudi na ta sklep, hkrati pa z iztegnjeno roko bolj obremenimo gleženj, ker je vzpostavljanje ravnotežja težje.
- Izvedba osnovne vaje z zaprtimi očmi. Izključitev čutila za vid znatno poveča težavnost vadbe. Za še dodatno otežitev poskusimo izvesti vajo z zaprtimi očmi in z dodatno obremenitvijo (uteži) (Pelicon, 2005).

4.2.1.3 UČINKI SENZORIČNO-MOTORIČNE VADBE

Učinki SMV so večstranski in se kažejo v:

- povečanju mišične aktivacije
- izboljšanju medmišične koordinacije
- izboljšanju drže in ravnotežja
- izboljšanju zavedanja telesa
- zmanjšanju izpostavljenosti poškodbam (DeLee, Drez, & Miller, 2003)

Učinke SMV lahko pričakujemo na centralnem in perifernem nivoju. Centralni učinki zajemajo boljše zavedanje telesa zaradi izboljšane čuta za zaznavanje lege in premikov sklepov (Waddington, Adams, & Jones 1999), izboljšanje drže in ravnotežja celega telesa. Periferni učinki vadbe pa se kažejo tudi v izboljšani refleksni medmišični koordinaciji agonistov in antagonistov oziroma njihovem optimalnem uravnavanju togosti in povečani občutljivosti refleksa na nateg. Učinki SMV se pri hotenem eksplozivnem mišičnem napreznju kažejo tudi v hitrejšem prirastku sile (Gruber & Gollhofer, 2004, v Pelicon, 2005).

4.3 GIBLJIVOST

Giblјivost je sposobnost izvedbe gibov z veliko amplitudo. Takšen način izvedbe omogoča delovanje sile na daljši poti (odrivi, meti, zamahi) in bolj racionalno premagovanje ovir (gimnastika, tek čez ovire). Dejavniki, ki omejujejo giblјivost, so oblika sklepov, lastnosti mišic, vezivnega tkiva, spremembe v perifernih živcih ob raztezanju, receptorska aktivnost, refleksi in učinek ogrevanja (Ušaj, 2003).

4.3.1 SREDSTVA IN METODE GIBLJIVOSTI

Pri vadbi giblјivosti se kot sredstvo navadno uporabljajo gimnastične vaje, redko tudi druga sredstva. Metode za razvoj giblјivosti so:

Metoda aktivnega raztezanja

Pri tej metodi mišico raztegnemo s silo nasprotne mišice.

Metoda statičnega raztezanja (stretching)

Ta metoda omogoča vadbo (povečevanje) giblјivosti s pomočjo pasivnega raztezanja in sproščanja mišic s pomočjo centralnih mehanizmov. Naloga vadečega pri tej metodi je, da se čim bolj sprosti med postopnim doseganjem skrajnih amplitud v določenem sklepu.

Kombinirane metode (PNF – proprioceptivno živčno-mišično ojačanje)

Sem spadajo tri metode, ki s pomočjo inhibitornih mehanizmov na nivoju hrbtenjače sprostijo mišico, ki jo želimo raztegniti: (Strojnik, 2001 v Petrovič, 2005).

- (drži-sprosti): Pri tej metodi vadeči najprej mišico, ki bo kasneje raztegnjena, hoteno izometrično aktivira, nato sprosti in potem raztegne.
- (napni in sprosti): Počasi raztegnemo mišico (antagonista) v končni položaj. Agonistično mišico koncentrično napnemo za 4–6 sekund, medtem antagonistično mišico raztezamo naprej. Sledi hitro sproščanje agonista in statično raztezanje antagonista, ki traja 10 sekund.
- (drži, napni in sprosti): Počasi raztegnemo mišico v končni položaj. Raztegnjeno mišico izometrično napnemo tako, da je v 3–4 sekundah dosežena skoraj maksimalna mišična sila, ki jo vadeči potem zadrži 4–6 sekund. Izometrični kontrakciji sledi hitro sproščanje mišice in takoj nato njeno raztezanje s hkratno kontrakcijo agonistov, ki traja 4–6 sekund. Temu sledi hitro sproščanje agonistov in statično raztezanje antagonistov, ki traja 10 sekund.

4.3.1.1 POGOJI ZA USPEŠNO RAZTEZANJE

Da bo raztezanje učinkovito in brez poškodb, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- ogretost telesa (priprava kasneje obremenjenih mišičnih skupin, varnost, učinkovitost raztezanja)
- usmerjena pozornost (komunikacija z lastnim telesom, samozavedanje, biofeedback)
- ravnotežje
- kontrola dolžine mišice
- pravilno zaporedje vaj
- pravilno vračanje v začetni položaj (nevarnost poškodb raztegnjenih mišic)
- individualnost
- dihanje (sproščeno in enakomerno, dihanje s prepono) (Strojnik, 2001).

4.4 KOORDINACIJA

Koordinacija je človekova sposobnost kar najbolj usklajenega gibanja nasploh, posebej pa v nenaučenih, nepredvidljivih in zahtevnih gibalnih nalogah. V športu se posebej kaže njena pomembnost v tistih disciplinah, ki so značilne po veliki zapletenosti gibanja (akrobatika, gimnastika ...), kompleksnosti in nepredvidljivosti (športne igre) ali v razmeroma preprostih gibanjih, toda v izjemnih okoliščinah največjega napora (šprint). Zato je potrebna kar največja stopnja naučenosti osnovne motorične naloge (tehnika), ki naj bi bila kar se da neobčutljiva za različne motnje (predštartna trema, gledalci, tekmovališče ...) (Ušaj, 2003).

4.4.1 SREDSTVA IN METODE ZA IZBOLJŠANJE KOORDINACIJE

Sredstva:

To sposobnost je mogoče razvijati z uporabo sredstev, kjer se nenehno spreminja okolje, rekviziti, zahteve pri vadbi, položaji in drugi ukrepi, ki zahtevajo neprestano prilagajanje spremenjenim zahtevam gibanja (Ušaj, 2003).

Metode:

Razlikujemo temeljne in dopolnilne metode.

Temeljne metode:

- Analitična metoda (Usmerjenost na nalogo: uporablja način učenja po delih. Gibanje najprej razdelimo na dele, nato te dele učimo vsakega zase, v zadnji fazi pa naučene dele postopno sestavljamo v začetno gibanje.).
- Sintetična metoda (Usmerjenost na cilj: je najbolj uporabljena metoda, namenjena je predvsem učenju tistih gibanj, ki se jih lahko naučimo v celoti.).
- Kombinirana metoda (Predstavlja kombinacijo obeh že opisanih metod. Osnovo predstavlja sintetična metoda, analitična metoda je le dopolnilna, in jo uporabljamo pri popravljanju napak ali takrat, ko gre za posebej težke oziroma nevarne dele v gibanju.) (Ušaj, 2003).

4.5 HITROST

Hitrost je kot gibalno sposobnost mogoče opredeliti kot največjo hitrost gibanja, ki je posledica delovanja lastnih mišic. Pri tem je najpogosteje mišljena hitrost cikličnih gibanj (tek) pa tudi hitrost enkratnih gibov (zamah, skok) in acikličnih gibanj, ki so bolj posledica hitre moči. Poznamo več vrst hitrosti in sicer hitrost odziva – reakcije (na pričakovani znak in na nepričakovani znak), hitrost posamičnega giba (hitrost zamaha, sunka ali odriva, pogosto je prisotna v športnih igrah), najvišja frekvenca gibov, štartna hitrost (sposobnost kar najhitrejšega pospeševanja iz mirovanja do najvišje hitrosti gibanja, primer so štarti v atletiki in plavanju) in najvišja hitrost gibanja (pojavlja se v cikličnih gibanjih, ki trajajo vsaj 3–6 sekund, da se najvišja hitrost sploh lahko razvije. Omejitveni dejavniki hitrosti so reakcijski čas, zmogljivost premagovanj zunanega odpora, tehnika – koordinacija, sproščenost in gibljivost, biokemični dejavniki in motivacija) (Ušaj, 2003).

Hitrost kot gibalna sposobnost je v rehabilitaciji po poškodbi SKV manj pomembna. Pomembnejše so druge gibalne sposobnosti, kot so moč, ravnotežje in gibljivost, zato so tudi natančneje opisane kot hitrost, pri kateri je podana samo definicija.

4.6 VZDRŽLJIVOST

Harre (1973) je definiral vzdržljivost kot odpornost proti utrujenosti pri dolgotrajni športni vadbi. Ta sposobnost omogoča športniku, da dalj časa prenese obremenitev s sorazmerno visoko intenzivnostjo. Višja stopnja vzdržljivosti pomaga tudi pri hitrejši obnovi zmogljivosti organizma.

Raven vzdržljivosti je odvisna od funkcionalnih sposobnosti srčno-žilnega, dihalnega in živčno-mišičnega sistema, količine energijskih snovi v mišicah, učinkovitosti uravnavanja toplote in od koordiniranega delovanja vseh organov in sistemov. Pomembno vlogo imajo tudi raven koordinacije (tehnik) gibanja, raven razvitosti drugih gibalnih sposobnosti (predvsem moči), ustrezna motiviranost in pripravljenost na prenašanje bolečine. Vzdržljivost ločimo na osnovno in specialno vzdržljivost in na lokalno in splošno vzdržljivost.

Enako kot za hitrost velja tudi za vzdržljivost in sicer, da ni tako pomembna gibalna sposobnost, na katero je potrebno vplivati po poškodbi SKV. To ne pomeni, da sta ti dve gibalni sposobnosti manj pomembni od ostalih, vendar prideta v poštev kasneje, ko je športnik že pripravljen za maksimalne obremenitve.

5. FUNKCIONALNA REHABILITACIJA PO POŠKODBI SKV

Bistvo funkcionalne rehabilitacije športnika je postopno in sistematično obremenjevanje bistvenih organskih sistemov do nivoja, ki zopet omogoča normalno udejstvovanje v procesu športnega treniranja in tekmovanja.

V športu so zahteve glede moči povsem drugačne kot v vsakdanjem življenju, zato je treba pri športnikih doseči bistveno višji funkcionalni nivo rehabilitacije kot pri nešportnikih. Meje med funkcionalno rehabilitacijo športnikov in športnim treningom niso ostro določene, ampak funkcionalna rehabilitacija na določeni stopnji preide v športni trening. Funkcionalno rehabilitacijo športnika lahko zato označimo tudi kot zelo sistematičen in postopen športni trening. V tem elementu se rehabilitacija športnikov bistveno razlikuje od rehabilitacije nešportnikov. Športnika je potrebno namreč pripraviti na zahteven proces športnega treniranja in tekmovanja (Mesesnel, 2005).

5.1 STANDARDNI PROTOKOL PO POŠKODBI SKV

Pacienti so iz bolnišnične oskrbe po operaciji SKV odpuščeni v 3–5 dneh. Colonna in Cardelli (1999) navajata naslednje pogoje za odhod iz bolnišnice:

- odsotnost vročine in bolečine
- gibljivost sklepa med 0–90°
- zmožnost hoje s pomočjo bergel

Šivi so odstranjeni po 14–20 dneh, odvisno od hitrosti celjenja rane. Standardni rehabilitacijski program je po Colonna in Cardellu (1999) sestavljen iz štirih faz:

- pridobitev gibljivosti v sklepu
- pridobitev mišične moči in vzdržljivosti
- pridobitev osnovnih funkcij (hoja, tek, skoki ...)
- pridobitev specialnih športnih gibanj

Standardni protokol po poškodbi SKV poteka po Bregar (2005) na naslednji način:

Na dan operacije: Noga miruje v longeti v iztegnjenem položaju z ledenimi oblogami ali manjšo manšeto za hlajenje na kolenu. Zaradi bolečine se bolniku navadno vbrizgava lokalni anestetik. Bolnik dobi v posteljo električno mehnično opornico (kinetek) in izvaja pasivno razgibavanje do meje bolečine, ki običajno nastopi pri 10 do 30°.

Prvi dan po operaciji: Nadaljuje se s postopki operativnega dne. S pomočjo kineteka poskušamo doseči iztegnitev kolena. Kontinuirano pasivno gibanje (KPG) s

kinetekom ali s pomočjo fizioterapevta je potrebno izvajati 8 ur na dan. Upogib povečujemo za 10° na dan, prve dni do 60°. Uvedemo izometrične vaje za iztegovalke in upogibalke kolena. Izvajamo ES za štiriglavo stegensko mišico trikrat na dan po 20 minut. Izvajamo izometrične vaje za golenske mišice proti aktivnemu upor.

Drugi dan po operaciji: Ko se odstranijo dreni, bolnik z imobiliziranim iztegnjenim kolenom vstane in hodi z berglami ter poskuša popolnoma obremeniti operirano nogo. Uvede se mobilizacija pogačice. Z nameščeno opornico bolnik izvaja vaje za odmikalke in primikalke ter iztegovalke kolka. Nadaljuje se z vajami za koleno in gleženj. Nadaljuje se s krioterapijo in KPG.

3. do 5. dan po operaciji: Povečujemo upogib do 90°. Pričakujemo popolno iztegnitev. Nadaljuje se z zgornjimi aktivnostmi. Bolnik lahko dviguje iztegnjeno nogo od tal.

5. do 7. dan po operaciji: Bolnik v tem času običajno doseže 90° upogiba, ki ga vzdržujemo in če se da, povečujemo. Popoln upogib se v prihodnjih tednih doseže v glavnem brez težav. Uvede se aktivno-asistirane vaje za povečanje moči.

2. teden po operaciji: Začnemo z aktivnim krčenjem in iztegovanjem kolena tako, da je stopalo na podlagi. Po drugem tednu lahko bolnik med vožnjo na sobnem kolesu pritiska na pedala le z zdravo nogo. V zdravilišču uvedemo še hidrokinezioterapijo in nekatere elemente fitnesa.

3. do 4. teden po operaciji: Začne bolnik voziti sobno kolo s stopnjevanim uporom. Dodajamo dinamične, asistirane in samostojne vaje, potem pa vaje proti stopnjevanemu upor.

Po 4. tednu se sme bolnik dvigati na prste in pete dodajamo osnovno SMV.

Še vedno ne sme aktivno iztegovati kolena proti upor iz pokrčenega položaja 45° to je dovoljeno šele po 10. tednu. Vaje odprte kinematične verige ne vključujejo distalne fiksacije uda. Med pasivnimi gibi je obseg giba omejen na 15 do 60°, pri aktivnih na 60 do 90°. Vaje zaprte kinematične verige izzivajo manjše strižne sile v sklepu zaradi kompresije sklepa in istočasne kontrakcije upogibalk in iztegovalk ter spremenjenega kota delujoče sile. So bolj učinkovite in omogočajo bolj fiziološko aktivacijo in biomehaniko gibov. Facilitacijski vzorci dopuščajo aktiviranje mišic v normalnem zaporedju in omogočajo posamično krepitev mišic. Obe vrsti vaj je mogoče modificirati in tako doseči minimalni rizik za raztegnitev vsadka in ne prevelik stres na patelo-femoralni sklep. V cilju povrnitve funkcije štiriglave stegenske mišice in upogibalk kolena je potrebno kombinirati obe vrsti vaj, saj le tako dobimo ustrezen

dražljaj. V zadnji fazi vključimo tudi izokinetične vaje. Ko se izvajajo na izokinetičnih napravah, se uvajajo v 6. do 8. tednu, izjemoma v 4. do 6. Vključimo vaje z elastiko in po potrebi vadbo za gibljivost. V kinezioterapevtski postopek vključujemo tudi tehniko PNF. Tek, uveden v tej pozni fazi, ne predstavlja nevarnosti za nastanek sprednje nestabilnosti sklepa. Cilji glede gibljivosti so od 5 do 90° v tretjem tednu in od 0 do 120° v dvanajstem pooperativnem tednu.

3. do 6. mesec po operaciji: Krepimo mišično moč in pripravljamo bolnika za vrnitev na težja delovna mesta in k popolni športni aktivnosti. Poškodovani začne postopoma izvajati vse koncentrične vaje v fitnessu po eni izmed zgoraj opisanih metod za povečanje moči. Priporočljivo je, da izvaja vaje po programu športnega pedagoga.

5.2 EKSCENTRIČNA VADBA PO POŠKODBI SKV

Uporaba ekscentrične vadbe po poškodbi SKV je v praksi še dokaj redka, čeprav je iz raziskav razvidno, da ima pozitivne učinke. Gerber idr. (2007) so primerjali učinke vadbe z dodano ekscentrično vadbo takoj po poškodbi SKV v trening in standardno metodo vadbe po poškodbi SKV. Dvaintrideset poškodovancev so razdelili v dve skupini po 16, ena skupina je izvajala standardni trening po poškodbi, druga pa trening s poudarkom na ekscentrični vadbi. Ekscentrična vadba se je izvajala na dveh posebnih napravah, ki sta omogočali ekscentrično vadbo. Prva naprava je bila podobna sobnemu kolesu, druga pa steperju. Z vadbo so začeli četrty teden po operaciji SKV, prve tri tedne so izvajali enak postopek rehabilitacije pri obeh skupinah. Vadba je trajala 12 tednov. Rezultati so pokazali občutno boljše dosežke pri ekscentrični skupini predvsem v mišični moči (navoru v kolenu) štiriglave stegenske mišice. Boljše rezultate so dosegli poškodovanci v ekscentrični skupini tudi v mišični aktivaciji. Poleg tega so ugotovili, da uvedba ekscentrične vadbe takoj (4. teden) po operaciji SKV ni nič nevarnejša za poškodbe kot pa standardna vadba. Začetni strah, da bo ekscentrična vadba preveč poškodovala mišice merjencev, ki niso navajeni na tovrstno vadbo, so izničili s tem, da so poškodovance postopoma uvajali v tak trening.

Podrobno bodo rezultati standardne metode treninga in ekscentrične metode vadbe po rekonstrukciji SKV predstavljeni v 8 poglavju.

6. ŠTUDIJA PRIMERA

Prikazan bo primer profesionalnega športnika, starega 24 let, ki si je na rokometni tekmi poškodoval levo koleno. Diagnoza je bila pretrgana SKV. Dne 11. 8. 2008 je imel prvi pregled v bolnišnici Valdoltra, na katerem so določili datum operacije levega kolena. Športnik je bil operiran 11 dni po poškodbi v bolnišnici Valdoltra. Po uspešno izvedeni operaciji je začetno obdobje rehabilitacije izvajal v Valdoltri. 76 dni po operaciji je rehabilitacijo nadaljeval v toplicah v Strunjanu. V začetni fazi rehabilitacije v Valdoltri in v Strunjanu je bil glavni cilj kontrolirati bolečino in oteklino, preprečevati atrofijo stegenskih mišic s pomočjo izometričnih vaj ter čimprejšnji popolni izteg kolena. Preden je začel z treningom pri nas, je izvajal trening na podoben način kot je opisan zgoraj v poglavju 5.1 standardni protokol po poškodbi SKV.

Rehabilitacijo pod našim nadzorom je začel 96. dan po operaciji, ko je pri nas opravil začetni razgovor in smo pripravili okvirni plan nadaljnjega dela ter opravili začetne meritve moči stegenskih mišic. Program treninga je bil pripravljen na osnovi začetnega stanja kolenskega sklepa, ki so nam ga dale meritve, in sestavljen iz več sklopov in sicer:

- program vadbe za moč
- električne stimulacije mišic pod izometričnimi pogoji
- električne stimulacije mišic pod dinamičnimi pogoji
- program vadbe gibljivosti
- senzorično-motorične vadbe
- aerobno-anaerobni program vadbe (vzdržljivost)
- vaje atletske abecede in rokometnega gibanja

6.1 VSEBINE

6.1.1 PROGRAM VADBE ZA MOČ

Program vadbe za moč s pomočjo zavestne aktivacije mišic je športnik izvajal za krepitev mišic prsi, ramen, hrbta in mišic rok. Za krepitev mišic nog je izvajal vaje s pomočjo ES. Program je zajemal osnovne vaje za krepitev omenjenih mišičnih skupin in ga je športnik izvajal delno pod našim nadzorom, kasneje pa tudi sam v fitnesu. Uporabljena je bila predvsem metoda bodybuilding 1. Program vadbe za moč bo podrobno opisan v nadaljevanju. Natančno bodo opisani trije mikrociklusi in sicer začetni mikrociklus, vmesni mikrociklus in končni mikrociklus. Začetni mikrociklus je pomemben zaradi samega začetka vadbe, ugotavljali smo, kako se bo koleno odzivalo na vadbo, v drugem je viden napredek v vadbi (težje vaje, večja obremenitev ...). V končnem mikrociklusu pa je prešel z vadbe za povečanje največje moči na vadbo za izboljšanje hitre moči.

6.1.1.1 ELEKTRIČNA STIMULACIJA

ES je izvajal na posebej izdelanih trenažerjih (opornicah), ki omogočajo izometrično oziroma dinamično mišično delo. Cilj treninga s pomočjo ES mišic je bil povečanje največje moči in hipertrofija stimuliranih mišic. Režim mišičnega dela, koti izvedbe vaje, parametri stimulacije, bremena ter število tedenskih enot so se prilagajali stanju kolena. S pomočjo ES je vadeči na začetku izvajal predvsem vadbo za povečanje največje moči, kasneje pa je prešel na vadbo za povečanje hitre moči. Pri vadbi za povečanje največje moči je bila uporabljena ES s frekvenco 50–70 Hz, medtem ko je bila pri vadbi za povečanje hitre moči uporabljena frekvenca 100 Hz. Poleg omenjenih dveh frekvenc ES je bila občasno uporabljena tudi frekvenca 5 Hz, ta frekvenca je bila namenjena predvsem sproščanju in regeneraciji. Za vadbo s pomočjo ES je bil uporabljen računalniško voden 12 kanalni stimulator STM 2006. Tovrstni trening je izvajal v kinezioterapevtskem centru Dušan šport.



Slika 12. Elektrostimulator STM 2006 (osebni arhiv).

ES mišic nog je na začetku vadbe zajemala stimulacijo leve noge (štiriglava stegenska mišica in mišice zadnjega dela stegna), kasneje, ko se je leva noga po moči izenačila z desno nogo, pa je z ES izvajal vaje za obe nogi. S pomočjo ES je športnik izvajal naslednje vaje:

➤ Dvig iztegnjene noge

Začetni položaj je sedenje z iztegnjenimi nogami, sledi dvig ravne noge s stopalom v dorzalni fleksiji (3 sekunde) in zopet spust noge v začetni položaj (2 sekundi). Dvig je izvedel z ES, spust pa brez ES. Vajo je izvajal na začetku vadbe, ker je čutil rahlo bolečino pri izometričnem potisku.

➤ Izteg/upogib kolka stoje s škripcem

Vajo je izvajal na trenažerju s škripcem. Pod stojno nogo je postavil desko, na poškodovano nogo si je nad gleženj vpel škripec. Sledil je izteg oziroma upogib kolka z ES (3 sekunde) in vrnitev noge v začetni položaj brez ES (2–3 sekunde).

➤ Izometrični potisk

Vadeči se je usedel na trenažer, namenjen iztegu kolena, s tem da je bil valj fiksiran pod kotom 45°. S hrbtom je bil naslonjen na naslonu, z rokami se je prijel za ročaje, noga je bila naslonjena ob valj. Sledil je poskus iztega kolena z ES (3 sekunde) in nato popuščanje napetosti brez ES (2 sekundi).

➤ Izteg kolena

Vadeči se je usedel na trenažer, s hrbtom je bil čvrsto ob naslonu, blazinice si je nastavil nad gleženj in se prijel z rokama za ročaje. Koleno je bilo v začetnem položaju pod kotom 90° in poravnano v osi s trenažerjem. Gib je bil izveden kontrolirano do iztegnitve kolen. ES se je vklapljala s pomočjo senzorjev in sicer pri gibu navzgor. Izteg kolena je začel izvajati, ko pri vaji ni čutil nobenih bolečin. Na začetku je izvajal izteg kolena brez dodatnih bremen, kasneje z dodatnimi bremenimi. Vajo je izvajal najprej samo z levo (poškodovano) nogo, kasneje pa z obema nogama.

➤ Upogib kolena stoje

Upogib kolena stoje je izvajal na trenažerju. Vadeči je stopil na dvignjeno podlago trenažerja, z rokami se je povlekel na naslon tako, da je imel v kontaktu (stegno, trebuh, prsni koš), blazinico si je nastavil nad gleženj. Gib je izvedel hitreje navzgor, do 90° ali nekoliko višje in z ES, navzdol pa počasneje brez ES. ES se je vključevala s pomočjo senzorjev.

➤ Upogib kolena leže

Upogib kolena leže je izvajal na trenažerju. Blazinice si je nastavil nad gležnje in se z rokami oprijel ročk, boke je imel ob blazini. Sledil je hitrejši gib navzgor do 90° z ES in počasnejši spust navzdol v začetni položaj brez ES. ES se je vključevala s pomočjo senzorjev.

➤ Počep in polčep

Omenjeni vaji je izvajal z drogom v vodilih. Začetni položaj je bil stoja pokonci, stopala je postavil vzporedno v širini ramen ter rahlo pred seboj, drog je imel na plečih. Počep je izvedel počasi in kontrolirano do pravokotnega položaja v kolenih. ES se je vključevala na senzorje in sicer samo pri gibu navzgor.

➤ Mrtvi dvig

Izvajal ga je s pomočjo olimpijskega droga. Stopala je postavil vzporedno v širini ramen, nogi je imel rahlo pokrčeni. Z rokami se je prijel droga v širini ramen, pogled

je bil usmerjen naprej, hrbet vzravnane. Mrtvi dvig je izvedel počasi in kontrolirano, do pravokotnega položaja v kolenih. ES je bila vključena samo pri gibu navzgor in sicer 2,5 sekunde, nato je imel 2,5 sekunde časa za gibanje navzdol. Težo je postopoma večal, pri vaji pa smo stimulirali mišice zadnjega dela stegna.

➤ Dvig na prste (sede in stoje)

Stimulirali smo tudi mečne mišice in sicer z dvema vajama. Prvo vajo je izvajal sede na trenažerju. Usedel se je na klop in postavil stopala na dvignjeno podlago, kolena je s spodnje strani pritisnil pod blazinice, z rokami se je prijel ročajev. Dvig na prste je izvedel počasi in kontrolirano do iztegnitve v gležnju. Ritem je bil 1,5 sekunde, dvig z ES in 2 sekundi spust v začetni položaj brez ES.

Drugo vajo je izvajal stoje v vodilih z desko pod nogami. Stopil je na desko, postavil stopala v širino bokov in se z rokami oprijel droga. Sledil je dvig na prste do iztegnitve v gležnju. Ritem ES je bil enak kot pri zgornji vaji.

➤ Upogib trupa, upogib trupa na klopici in zasuk trupa

Pri upogibu trupa se je vadeči ulegel na hrbet, pokrčil kolena pod kotom 90°, postavil stopala na tla v širini bokov in dal roke za glavo. Upogib trupa je izvedel v ritmu 1,8 sekunde, dvig z ES in 1,5 sekunde, spust brez ES. Pri upogibu trupa na klopici se je vadeči ulegel na klopico z naklonom, noge je zataknil za blazinice in postavil roke za glavo. Upogib trupa na klopici je izvedel v ritmu 2 sekundi z ES in 2,5 sekunde brez ES. Vadeči je pri zasuku trupa imel na ramenih drog z utežmi, stopala so bila malo širše od linije bokov, trup je imel v rahlem predklonu. Zasuke je izvajal v obe smeri in so bili kratki. Izvedel jih je v ritmu 0,6 sekunde z ES in 0,4 sekunde brez ES. Ritem trajanja ES se je spreminjal.

➤ Izteg trupa in izteg trupa na klopici

Pri iztegu trupa se je vadeči ulegel na trebuh, stopala je postavil v širino bokov in dal roki za glavo. Izteg trupa je izvedel kontrolirano do položaja rahlega dviga trupa. Ritem je bil 2 sekundi, izteg z ES in 1,8 sekunde spust brez ES. Pri drugi vaji se je ulegel na klop, z rokami se je prijel ročk, noge je pokrčil in povlekel k sebi, glavo pa je imel v podaljškem hrbtenice. Izteg trupa na klopici je izvedel kontrolirano do dviga iztegnjenih nog na višino zadnjice. ES je bila 2,5 sekunde, prav toliko je bilo tudi pavze.

6.1.2 PROGRAM VADBE ZA GIBLJIVOST

Pri razvoju gibljivosti, kjer je bil poudarek na poškodovanem kolenu, je bila uporabljena predvsem metoda statičnega raztezanja (stretching) in PNF metode. Izvajal jih je na začetku vadbene enote po masaži in ogrevanju na kolesu oziroma kasneje teku ter na koncu vsake vadbene enote. Ravno tako kot vadba za moč bo tudi vadba gibljivosti predstavljena v nadaljevanju.

6.1.3 SENZORIČNO-MOTORIČNA VADBA

SMV je zajemala vaje ravnotežja na raznovrstnih ravnotežnih deskah. Vaje je vadeči na začetku izvajal na obeh nogah, kasneje na eni nogi, brez in z dodatno obremenitvijo, z dodatnimi nalogami, ki so otežile osnovno nalogo (npr. igranje z žogo, podajanje žoge, dotikanje raznih predmetov ...). Ko je že vse to obvladal, je izvajal enake vaje z zaprtimi očmi ter z zaprtimi očmi in dodatno obremenitvijo. Vaje je izvajal na posebnih valjih, ki omogočajo gibanje v smeri naprej – nazaj oziroma levo – desno in na polkroglih, ki omogočajo gibanje v vseh smereh. Vaje je izvajal tudi na prožni ponjavi in zračnih blazinah (prenos teže, zibanje, lovljenje ravnotežja, skoki iz gležnja, skoki iz čepa in doskoki). Vaje je izvajal v 5 serijah po 8 ponovitev. Vsaka posamezna ponovitev na posebnih valjih je trajala 30– 60 sekund. SMV je izvajal na vsaki vadbeni enoti. SMV je bila podrobno opisana v poglavju o ravnotežju in bo tudi kasneje predstavljena, kako in kdaj je bila vpeljana v trening.

6.1.4 AEROBNO-ANAEROBNA VADBA

Aerobni program vadbe je vseboval vadbo na kolesu, steperju, vadbo na atletski stezi ter vadbo na rokometnem igrišču. Večkrat tedensko je izvajal tudi vaje iz atletske abecede (skipping, hopsanje, tek s poudarjenim odzivom...) ter specialne vaje rokometnega gibanja. Izvajal je tudi skoke z elastiko in sicer v smeri naprej-nazaj in levo-desno. Prehajal je iz lažjih k težjim vajam. Zahtevnost vaj se je prilagajala trenutnemu stanju kolena. Kot anaerobno pripravo je izvajal obhodno vadbo z nespecifičnimi sredstvi. To je bil sklop 6–7 vaj, katere je izvajal na čas. Vaje, ki jih je izvajal na čas (20–40 sekund) v treh serijah, so bile naslednje:

- stopanje na steperju
- veslanje sede
- dvig trupa
- izteg trupa
- vožnja »koleščka«
- zasuki trupa



Slika 13. Atletska abeceda (hopsanje) (osebni arhiv).



Slika 14. Skoki levo–desno z elastiko (osebni arhiv).

6.2 KOLIČINE IN CIKLIZACIJA

Vadbo je športnik začel 24. 11. 2008 (96. dan po operaciji), ko je opravil biomehanske meritve kolena in začel z treningom. Trening pri nas je trajal 88 dni, predstavljeni pa bodo trije značilni mikrocikli in sicer začetni (iz njega je razvidno kako je športnik začel z vadbo), vmesni (stopnjevanje intenzivnosti) in končni (prehod na trening za hitro moč).

Preglednica 7

Program dela po dnevih za prvi mikrociklus (1.–7. dan treninga)

	PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB
DOP	- moč (roke, rame, prsi) - SMV - gibljivost	- prosto	- ESM (trup- trebuh, hrbet) - SMV - gibljivost	- moč (roke, rame, prsi) - SMV - gibljivost	- prosto	- moč (hrbet, trebuh) - SMV - gibljivost
POP	- ESM noge - SMV	- ESM noge - SMV	- prosto	- ESM noge - SMV	- ESM noge - SMV	- prosto

Legenda: SMV– senzorično motorična vadba; ESM – električna stimulacija mišic

6.2.1 PRVI MIKROCIKLUS

Vadba za roke, ramena in prsi:

Dopoldanske treninge je športnik na začetku izvajal pod nadzorom, kasneje pa doma pod nadzorom klubskega kondicijskega trenerja. Vadba se je začela z masažo celotnega stegna in masažo kolena. Sledile so vaje za povečanje upogiba in iztega v kolenu ter vadba gibljivosti na sobnem kolesu (menjal je visok in nizek položaj sedeža). Ker je bil glavni del namenjen treningu moči za zgornji del telesa, se je ogrel z body blade palico in gumijasto palico. Glavni del je bila vadba v fitnessu in sicer trening moči za roke, ramena in prsi. Izvajal je naslednje vaje:

- upogib komolca z ročkami ali drogom
- izteg komolca z ročkami
- potisk s prsi (ravna klop – 1 in klop z naklonom – 2)
- metulj na trenažerju
- dvig rok spredaj
- odmik rok
- odmik rok v predklonu

- potisk droga nad glavo
- skleki
- skleci (s širšim in ožjim položajem rok)
- vaje z elastiko za ramenski obroč (zunanja in notranja rotacija)

Preglednica 8

Obremenitve pri vadbi

	Vrsta naprežanja	Tempo	Breme (%)	Št. serij	Št. ponovitev	Odmor (min.)
Upogib komolca	koncentrična	tekoče	70	3	15	2
Izteg komolca	koncentrična	tekoče	70	3	15	2
Potisk s prsi 1	koncentrična	tekoče	70	5	15	2
Potisk s prsi 2	koncentrična	tekoče	70	3	15	3
Metulj	koncentrična	tekoče	70	3	15	2
Dvig rok spredaj	koncentrična	tekoče	60	5	15	2
Odmik rok	koncentrična	tekoče	60	5	15	2
Potisk nad glavo	koncentrična	tekoče	70	3	15	3

Vadbo za roke, ramena in prsi je športnik izvajal v ponedeljek in četrtek dopoldan. Vaje je izvajal brez ES in sicer najprej pod našim nadzorom, kasneje pa pod vodstvom klubskega kondicijskega trenerja. V ponedeljek je izvajal upogib in izteg komolca, potisk s prsi in metulj na trenažerju. V četrtek pa dvig rok spredaj, odmik rok, potisk nad glavo, skleke in sklece. Vaje z elastiko je izvajal oba dneva. Izbrana je bila metoda bodybuilding 1, breme je bilo določeno pri večini vaj na 70 % maksimalnega enkratnega dviga. Izvajal je 3 serije razen pri treh vajah 5 serij po 15 ponovitev. Odmor med serijami je bil dolg 2–3 minute.

Vadba za trup (trebuh, hrbet)

Pred glavnim delom, namenjenim vadbi trebušnih in hrbtnih mišic, se je športnik ogrel in sicer 10 minut na sobnem kolesu in 5 minut na stepperju. Vaje za trup, ki jih je izvajal z ES, so bile naslednje:

- upogib trupa
- upogib trupa na poševni klopi
- izteg trupa
- izteg trupa na klopici

Preglednica 9

Obremenitve pri vadbi

	Vrsta naprežanja	Tempo	Breme (%)	Št. serij	Št. ponovitev	Odmor (min.)
Upogib trupa	koncentrična	tekoče	lastna teža	8	15	1
Upogib trupa na klopi	koncentrična	tekoče	lastna teža	5	15	2
Izteg trupa	koncentrična	tekoče	lastna teža	8	15	1
Izteg trupa na klopi	koncentrična	tekoče	lastna teža	5	12	2

Vadbo za trup je športnik izvajal v sredo in soboto. Vse štiri vaje je na začetku izvajal z lastno težo, kasneje je povečeval obremenitev. Dve lažji vaji (dvig trupa in izteg trupa) je izvajal v 8 serijah s 15 ponovitvami, drugi dve vaji na klopi je izvajal v 5 serijah po 12 oziroma 15 ponovitev. Upogib/izteg je bil izveden z ES in sicer v ritmu 2,5 sekunde dvig z ES in 2,5 sekunde spust brez ES. Odmor med serijami je bil pri lažjih dveh vajah 1 minuto, pri težjih dveh izvedenih na klopi pa 2 minuti. Med vajami je športnik izvajal SMV.

Vadba za noge (z in brez ES)

Vadba se je pričela z masažo celotnega stegna in masažo kolena. Sledile so PNF vaje za povečanje upogiba in iztega v kolenu ter vadba gibljivosti na sobnem kolesu (menjal je visok in nizek položaj sedeža). Ker je bil glavni del namenjen treningu moči za noge, se je ogrel 10 minut na sobnem kolesu. Glavni del je bil, kot rečeno namenjen treningu moči za spodnje okončine z ES. Izvajal je naslednje vaje z ES:

- dvig ravne noge
- izometrični potisk pod kotom 45°
- upogib kolka (poteg ravne noge naprej)
- statičen počep
- izteg kolka (poteg ravne noge nazaj)
- upogib kolena

Brez ES je izvajal naslednje vaje:

- dvig na prste stoje
- dvig na prste sede

Preglednica 10
Obremenitve pri vadbi

	Vrsta naprežanja	Tempo	Breme (%)	Št. serij	Št. ponovitev	Trajanje (s)	Odmor (min.)
Dvig iztegnjene noge	koncentrična	tekoče	utež (2–5 kg)	8	15		1
Izometrični potisk	izometrična			8	12	3	1
Upogib kolka	koncentrična	tekoče	60	8	10		2
Statičen počep	izometrična			8		45–60	1
Izteg kolka	koncentrična	tekoče	70	8	10		1
Upogib kolena	koncentrična	tekoče	70	8	10		1
Dvig na prste stoje	koncentrična	tekoče	70	8	12		1
Dvig na prste sede	koncentrična	tekoče	70	8	15		1

Vadbo za moč za spodnje okončine je izvajal štirikrat tedensko popoldne. Edini dan poleg vikenda, ko vaj ni izvajal, je bila sreda. V prvem mikrociklu (1. teden) je delal po izometrični metodi in metodi bodybuilding 1. Športnik ni smel pri vajah čutiti nikakršne bolečine. Večino vaj je izvajal s pomočjo ES, razen dveh vaj za mečne mišice. Breme je bilo pri večini vaj 70 % maksimalnega enkratnega dviga, razen pri eni vaji (upogib kolka), ko je bilo breme 60 % in pri izometričnih vajah. Pri dvigu iztegnjene noge je breme predstavljala 2–5 kilogramska manšeta. Število ponovitev je bilo pri koncentričnih kontrakcijah 10–15 ponovitev v seriji. Pri izometričnem potisku ob blazinice pod kotom 45° je potisk z ES trajal 3 sekunde, pri statičnem počepu pa je bil športnik v tem položaju 45–60 sekund. Odmor med serijami je bil pri večini vaj 1 minuto, razen pri upogibu kolka, ki se je izkazal za težko vajo, presenetljivo 2 minuti. Med vajami za moč je športnik izvajal SMV.

6.2.2 PROGRAM DELA V VMESNEM MIKROCIKLUSU

Preglednica 11

Program dela po dnevih v vmesnem mikrociklusu (22.–28. dan treninga)

	PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB
DOP	- moč (roke, rame, prsi) - SMV - gibljivost	- prosto	ESM (trup - trebuh, hrbet)	- moč (roke, rame, prsi) - SMV - gibljivost	- prosto	- moč (hrbet, trebuh) - SMV - gibljivost
POP	- ESM noge - SMV - atletska abeceda - skoki (elastika, trampolin)	- ESM noge - SMV - atletska abeceda - skoki (elastika, trampolin)	- prosto	- ESM noge - SMV - vaje na čas	- ESM noge - SMV - atletska abeceda - skoki (elastika, trampolin)	- prosto

Legenda: SMV – senzorično motorična vadba; ESM – električna stimulacija mišic

Spremembe glede na prvi mikrocikel so bile predvsem pri vadbi z ES za moč nog, kjer je športnik opustil izometrične vaje in začel delati dinamične vaje. Vaje za meča je začel enkrat tedensko izvajati z ES. Pri treningu trupa so bile dodane tri nove vaje, od tega dve z ES. Novost je bila tudi ta, da je začel izvajati vaje iz atletske abecede in razne skoke. Te je izvajal na začetku na trampolinu, kasneje pa tudi s pomočjo elastike in ovir (male, srednje in visoke). Skoke je izvajal tako v smeri naprej – nazaj kot tudi v smeri levo – desno. Glede na dejstvo, da športnik ni občutil pri novih vajah skoraj nobenih bolečin, je napredoval izjemno hitro. Vaje za roke, ramena in prsi, ki so ostale enake, ni več izvajal pri nas, temveč samostojno, pod vodstvom klubskega kondicijskega trenerja. Vaje za trup je izvajal z ES ob sredah, ob sobotah pa po dogovoru ali pri nas z ES oziroma doma.

Pri ogrevanju je športnik menjal sobno kolo in počasen tek, v kolikor ni bilo bolečin. Desetim minutam sobnega kolesa je sledilo pet minut teka. Trening moči za noge je vključeval naslednje vaje:

- izteg kolena na trenažerju (2x)
- počep (1–2x)
- upogib kolena stoje
- upogib kolena leže
- mrtvi dvig
- dvig na prste (stoje in sede) (1x na teden z ES, ostale dni brez ES)



Slika 15. Izteg kolena na trenažerju (osebni arhiv)



Slika 16. Mrtvi dvig (osebni arhiv)

Preglednica 12
Obremenitev pri vadbi

	Vrsta naprezanja	Tempo	Breme (%)	Število serij	Število ponovitev	Odmor (min.)
Izteg kolena	koncentrična	tekoče	70	8	12	1–2
Počep	koncentrična	tekoče	70	8	12	1
Upogib kolena stoje	koncentrična	tekoče	70	8	12	1
Upogib kolena leže	koncentrična	tekoče	70	5	12	1
Mrtvi dvig	koncentrična	tekoče	60–70	6	10	2
Dvig na prste st.	koncentrična	tekoče	70	8	12	1
Dvig na prste se.	koncentrična	tekoče	70	8	15	1

V opisanem mikrociklusu in kasneje je opustil vse izometrične vaje. Metoda je ostala enaka in sicer bodybuilding 1, vaje pa so se spremenile. Športnik je izvajal vse vaje s koncentrično kontrakcijo, izvedba je bila tekoča. Obremenitev je bila 70 %, izjema je bila vaja mrtvi dvig, ki je dokaj zahtevna, zato je bila obremenitev tu na začetku 60 %, kasneje pa je obremenitev povečal na 70 %. Pri večini vaj je športnik opravil osem serij, ponovitev je bilo 12. Izjema je bila ponovno vaja mrtvi dvig, kjer je opravil šest serij po 10 ponovitev zaradi zahtevnosti izvedbe vaje. Pri vaji dvig na prste sede je naredil 15 ponovitev. Odmor med serijami je bil dolg 1 minuto razen pri mrtvem dvigu dve minuti in v primeru, da je bil športnik zelo utrujen, pri zadnji vaji – drugi izteg kolena je podaljšal odmor. Odziv poškodovanega kolena na spremembo vaj in tudi načina treninga je bil odličen, saj športnik ni čutil pri novih vajah nobenih bolečin in je lahko nemoteno nadaljeval. V primeru, da bi pri vajah čutil bolečino, bi se vrnil k vajam, ki jih je delal v predhodnem mikrociklusu.

Vaje za trup z ES:

- upogib trupa
- upogib trupa na poševni klopi
- zasuki trupa
- drža statičnega položaja na komolcih
- izteg trupa
- izteg trupa na klopici

Preglednica 13

Obremenitev pri vadbi

	Vrsta naprežanja	Tempo	Breme (kg)	Št. serij	Št. ponovitev	Trajanje (s.)	Odmor (min.)
Upogib trupa	koncentrična	tekoče	5	8	15		1
Upogib trupa na p. klopi	koncentrična	tekoče	2–5	5	15		1
Zasuki trupa	koncentrična	tekoče	15	5	20		1
Statičen položaj	izometrična		lastna teža	8		60	1
Izteg trupa	koncentrična	tekoče	5	8	15		1
Izteg trupa na klopi	koncentrična	tekoče	lastna teža	5	12		2

Poleg štirih vaj, ki jih je športnik izvajal že na začetku, sta bili dodani dve novi in sicer zasuki trupa in drža statičnega položaja na komolcih, ki je izometrična vaja. Poleg dveh novih vaj je bila povečana tudi obremenitev, ki ni bila več samo lastna teža ampak dodatne uteži. Izvajal je 5–8 serij. Število ponovitev je bilo od 12–20, odvisno od zahtevnosti vaje, statičen položaj je držal 1 minuto. Odmor med serijami je bil eno minuto, razen pri iztegu trupa na klopi, kjer je bil 2 minuti. Ta vaja je bila tudi športniku najtežja in pri njej ni imel dodatnih uteži – izvajal jo je z lastno težo.

6.2.3 ZAKLJUČNI MIKROCIKLUS

Športnik je v začetku marca prešel v zadnjo fazo treninga, ko se je začelo vračanje na športni teren. Postopoma je začel manj trenirati pri nas in vedno več z ekipo.

Preglednica 14

Program dela na koncu – obdobje vračanja športnika na športni teren (81.–88. dan treninga)

	PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB
DOP	- rokometni trening v klubu	- prosto	- rokometni trening v klubu	- prosto	- specialno rokometno gibanje	- moč (roke, rame, prsi) - SMV - gibljivost
POP	- ESM noge (hitra moč) - SMV - skoki (male, srednje in visoke ovire) - specialno rokometno gibanje	- ESM (trup – trebuh, hrbet) + ESM noge (meča)	- ESM noge (hitra moč) - SMV - skoki (male, srednje in visoke ovire)	- rokom. trening v klubu	- ESM noge (hitra moč) - SMV - skoki (male, srednje in visoke ovire)	- prosto

Legenda: SMV – senzorično-motorična vadba; ESM – električna stimulacija mišic;

Glavna sprememba zaključnega dela športnikovega treninga je bil prehod z vaj za povečanje največje moči na izvedbo vaj za povečanje hitre moči. Pri treningu za noge je prešel iz metode bodybuilding 1 na metodo kvazimaksimalnih koncentričnih naprežanj. Vaje so sicer ostale podobne, le izvedba se je spremenila. Zmanjšano je bilo tako število serij (največ 5 serij) kot tudi število ponovitev, povečana je bila obremenitev in spremenjen način izvedbe vaje. Vsako ponovitev je športnik poskušal posebej izvesti kar najhitreje oziroma z največjo možno silo. Pri takšni izvedbi vaje je bila daljša pavza med serijami (do 5 minut). Vaje za meča in trup so ostale enake kot v prejšnjem mikrociklu in jih je športnik izvajal enkrat tedensko. V fitnessu je pod nadzorom klubskega kondicijskega trenerja enkrat na teden izvajal še vaje za moč rok, ramenskega obroča in prsi. Druga pomembna sprememba pa je bilo postopno vključevanje športnika v običajen proces treninga na rokometnem igrišču. Pod našim nadzorom je začel z vajami specialnega rokometnega gibanja. Vaje je izvajal na atletski stezi in na rokometnem igrišču, kasneje pa se je priključil soigralcem na treningu in postopoma začel s popolnim treningom na rokometnem igrišču. Vadeči se

je ogrel z desetminutnim tekom. Trening hitre moči za noge z ES je bil sestavljen iz naslednjih vaj:

- polčep
- izteg kolena
- upogib kolena stoje

Vaje za meča z ES za povečanje moči:

- dvig na prste stoje
- dvig na prste sede na trenažerju



Slika 17. Polčep (osebni arhiv).



Slika 18. Izteg kolena (osebni arhiv).

Preglednica 15

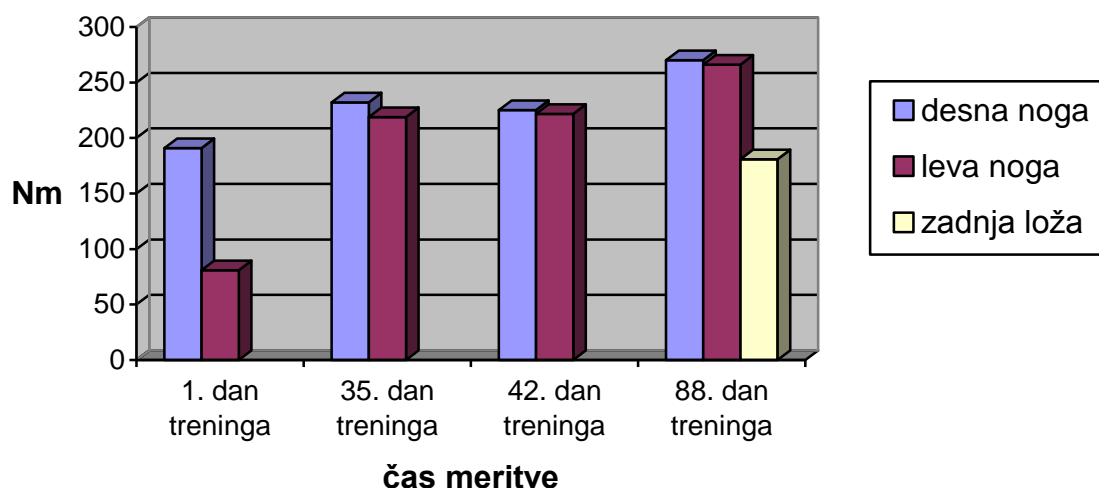
Vadba za hitro moč za noge z ES

	Vrsta napreznaja	Tempo	Breme (kg)	Število serij	Število ponovitev	Odmor (min.)
Polčep	koncentrična	eksplozivno	90-95- 97-97- 100	5	3-1-1-1-1	3-5
Izteg kolena	koncentrična	eksplozivno	90-95- 97-97- 100	5	3-1-1-1-1	3
Upogib kolena	koncentrična	eksplozivno	90-95- 97-97- 100	5	3-1-1-1-1	3

V zadnji fazi treninga je prešel iz metode body-building 1 na metodo kvazimaksimalnih koncentričnih napreznaj. Izvajal je samo tri že poznane vaje z maksimalno hitro izvedenim vsakim posameznim napreznajem. Breme je bilo največje 90–100 %. Število serij in število ponovitev se je zmanjšalo, povečal pa se je odmor med serijami. Tovrstne treninge je športnik izvajal trikrat tedensko pod našim nadzorom.

6.3 REZULTATI MERITEV

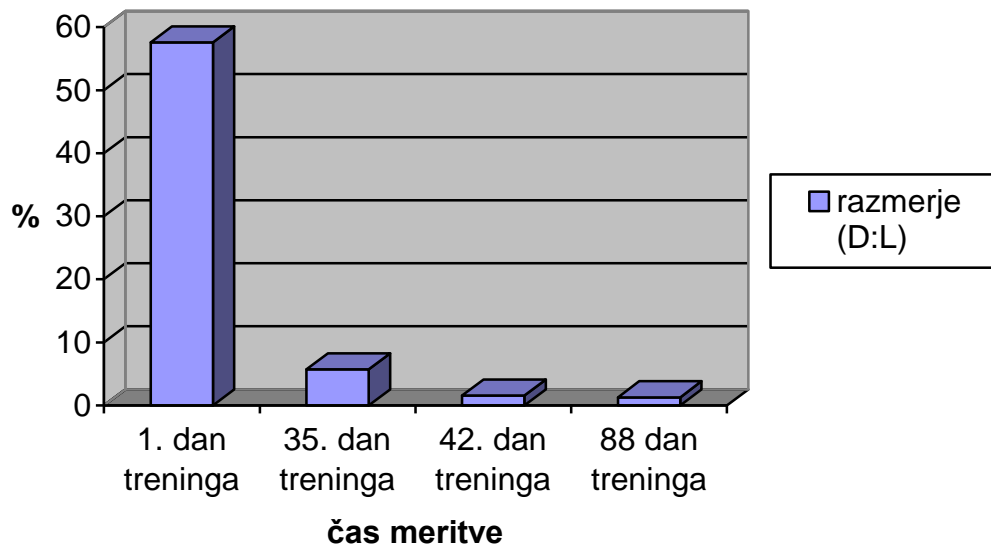
Skozi celotno obdobje vadbe smo spremljali športnikovo stanje preko meritev moči iztegovalk kolena in mišic zadnjega dela stegna. Primerjali smo tudi moč iztegovalk kolena obeh nog. Z meritvami smo dobili začetno, vmesno in tudi končno stanje moči mišic in razmerij moči obeh nog.



Slika 19. Navor iztegovalk kolena in mišic zadnjega dela stegna

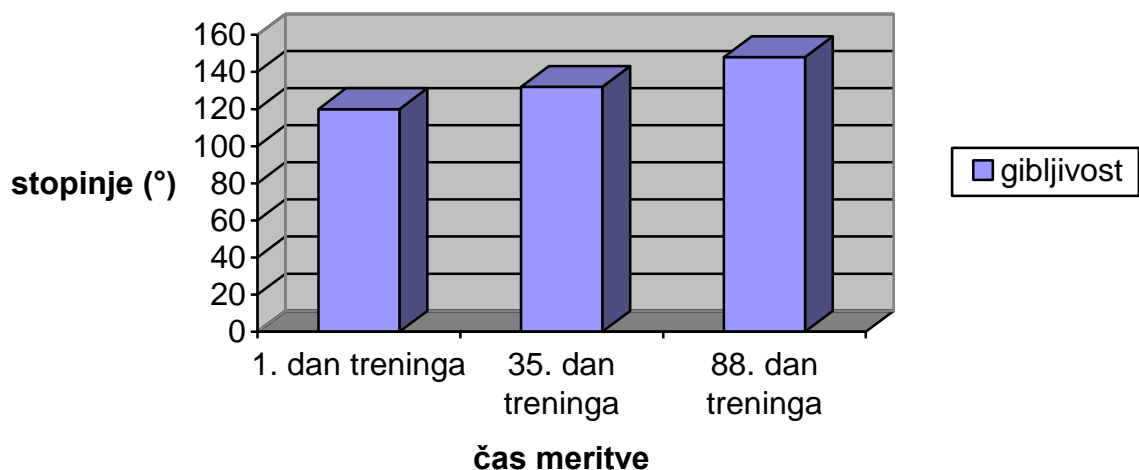
Na sliki 19 lahko vidimo, da je imel športnik na začetnem merjenju moči iztegovalk kolena desno nogo mnogo močnejšo kot levo (poškodovano nogo). Na začetku, ko je prvič opravil meritve, si z levo nogo še ni upal pritisniti ob oporo z vso močjo, zato je tudi bila moč leve noge izrazito manjša od desne noge. Moč slednje je bila 190,83 Nm, leve pa samo 80,96 Nm. Moč mišic zadnjega dela stegna na začetku nismo merili, ker je bila pri operaciji uporabljena tehnika semitendinosus – gracilis. To pomeni, da je bil za transplantat vzeta del tetive polkitaste mišice (m. semitendinosus) in je športniku to onemogočilo meritve moči mišic zadnjega dela stegna. Meritve začetnega stanja je opravil pred začetkom treninga pri nas in sicer 96. pooperativni dan (1. dan treninga). Prve vmesne meritve moči iztegovalk kolena so že pokazale izdatno povečanje moči tako desne kot leve noge. Tako moč desne kot tudi leve noge je presegla mejo 200 Nm. Prve vmesne meritve smo opravili 35. dan treninga. Druge vmesne meritve so pokazale podoben rezultat, le da se je razlika med močjo desne in leve noge še nekoliko zmanjšala, kar je bil zelo dober znak. Moč desne noge je bila 225 Nm, leve pa 221,56 Nm. Druge vmesne meritve so bile opravljene 42. dan treninga. Končne meritve pa so pokazale še izdatno povečanje moči desne (270,43 Nm) in leve (266,94 Nm) noge ob minimalni razliki v moči ene in druge noge. Končno meritev je športnik opravil tudi za mišice zadnjega dela stegna leve noge

(180,88 Nm), ki je bila ravno tako dovolj močna in v pravem razmerju v primerjavi z iztegovalkami kolena leve noge.



Slika 20. Razmerje moči med desno in levo štiriglavo stegensko mišico

Na sliki 20 lahko vidimo, da je bilo razmerje med iztegovalkami kolena desne in leve noge na začetku zelo veliko (57,57 %), kasneje pa se je drastično zmanjšalo in že pri prvih vmesnih meritvah padlo pod mejo 10 %, ki velja za neko še skrajno dopustno mejo v razliki med močjo. Pri končnih meritvah vidimo, da je razlika skoraj nična (1,29 %), hkrati pa sta se moči obeh nog močno povečali.



Slika 21. Gibljivost kolena (upogib)

Merili smo tudi gibljivost kolena, kar je razvidno iz slike 21 in sicer v enakih obdobjih kot moč iztegovalk kolena. Na začetku je bil upogib 120° , kasneje pa vidimo, da se je konstantno povečeval. Ko je 35. dan treninga opravil meritev upogiba, je ta znašala 132° , končno meritev pa je opravil 88. dan treninga, ki je pokazala popoln upogib kolena 148° .

6.3.1 REZULTATI STANDARDNE METODE TRENINGA

Gerber idr. (2007) navaja, da so rezultati pri standardni metodi treninga za moč štiriglave stegenske mišice naslednji. Moč štiriglave stegenske mišice so izmerili pred operacijo SKV in je v povprečju znašala 125,1 Nm in 26 tednov po operaciji, ko je ta v povprečju znašala 129 Nm. Rezultati so bili mnogo boljši pri skupini, ki je izvajala trening s poudarkom na ekscentrični vadbi.

Glede gibljivosti ni velikih razlik v rezultatih med standardno metodo treninga in metodo opisano v diplomski nalogi.

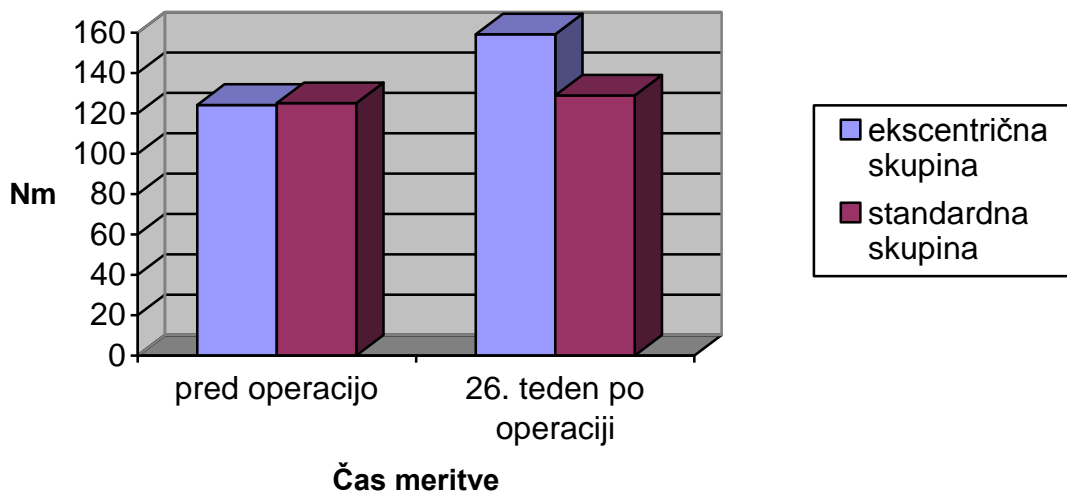
Primerjava moči štiriglave stegenske mišice med poškodovano in zdravo nogo pa je pokazala dokaj presenetljive rezultate. Palmieri-Smith idr. (2008) je v članku zbral raziskave o primerjavi moči štiriglave stegenske mišice poškodovane in zdrave noge in ugotovil, da deficit moči poškodovane noge v veliko primerih presega 20 % moči zdrave noge po šestih mesecih po operaciji SKV. Ti podatki nam kažejo, da po poškodbi in operaciji SKV ni dovolj le standardni način rehabilitacije (treninga), ampak je potrebno trening prirediti, povečati, izbrati drugačne metode ...

6.3.2 REZULTATI EKSCENTRIČNE VADBE PO POŠKODBI SKV

Gerber idr. (2007) so primerjali učinke vadbe z dodano ekscentrično vadbo takoj po poškodbi SKV v trening in standardno metodo vadbe po poškodbi SKV. Dvaintrideset poškodovancev so razdelili v dve skupini po 16, ena skupina je izvajala standardni trening po poškodbi, druga pa trening s poudarkom na ekscentrični vadbi. Ekscentrična vadba se je izvajala na dveh posebnih napravah, ki sta omogočali ekscentrično vadbo. Prva naprava je bila podobna sobnemu kolesu, druga pa steperju. Z vadbo so začeli četrty teden po operaciji SKV, prve tri tedne so izvajali enak postopek rehabilitacije pri obeh skupinah. Vadba je trajala 12 tednov.

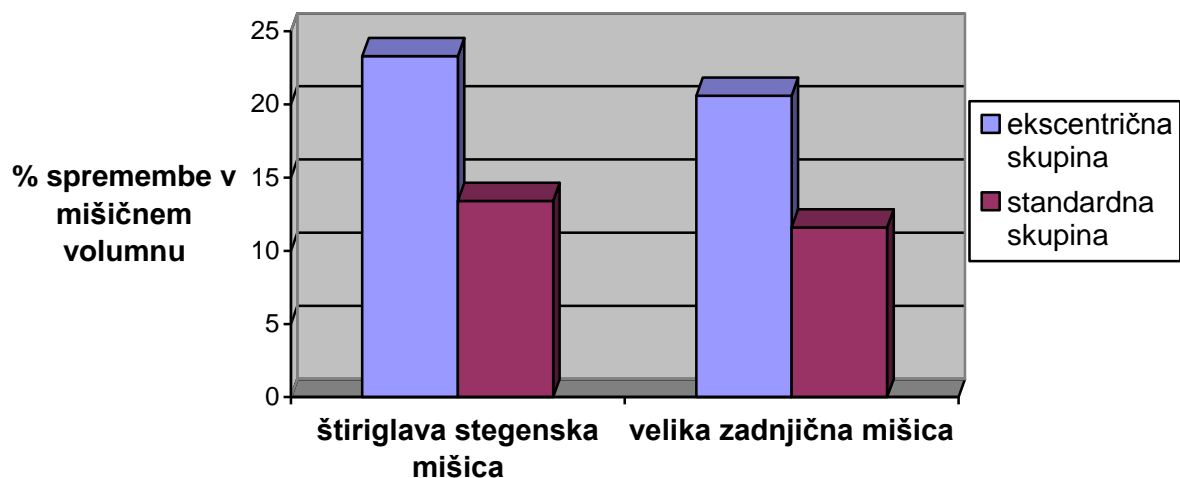
Rezultati so pokazali občutno boljše rezultate pri ekscentrični skupini predvsem v mišični moči (navoru v kolenu) štiriglave stegenske mišice. Povprečni navor iztegovanja v kolenu ekscentrične skupine pred operacijo je bil 124,2 Nm, 26 teden po operaciji pa 159,2 Nm. Medtem, ko je bil v standardni skupini ta pred operacijo

125,1 Nm, 26. teden po operaciji pa 128,9 Nm (slika 22). Boljše rezultate so dosegli poškodovanci v ekscentrični skupini tudi v mišični aktivaciji.



Slika 22. Navor med največjim hotenim iztegovanjem kolena

Tudi iz druge raziskave (Gerber, idr. 2009) je razvidno, da je uporaba ekscentrične vadbe hitro po operaciji SKV upravičena. Namen raziskave je bil ugotoviti vplive na mišično moč in njeno funkcijo z uporabo ekscentrične vadbe hitro po operaciji SKV. 40 poškodovancev je bilo naključno razdeljenih v dve skupini. Ena skupina je izvajala standardni program treninga, druga pa trening z poudarkom na ekscentrični vadbi. Vadba je trajala eno leto. Raziskava je spremljala predvsem mišični volumen štiriglave stegenske mišice in velike zadnjične mišice. Meritve so pokazale občutno boljše rezultate v skupini, ki je izvajala ekscentrično vadbo. Napredek pri mišičnem volumnu štiriglave stegenske mišice in velike zadnjične mišice je bil mnogo večji pri ekscentrični skupini kot pri standardni. Ravno tako je bil večji napredek pri mišični moči obeh omenjenih mišic.



Slika 23. sprememba volumna mišice

Kot vidimo na sliki 23, je bil veliko večji napredek v volumnu štiriglave stegenske mišice in velike zadnjične mišice dosežen v ekscentrični skupini. Pri volumnu štiriglave stegenske mišice so merjenci v ekscentrični skupini napredovali 23,3 %, medtem ko so merjenci v standardni skupini napredovali za 13,4 %. Podobne rezultate so merjenci dosegli pri volumnu velike zadnjične mišice. Merjenci v ekscentrični skupini so napredovali za 20,6 %, tisti v standardni skupini pa 11,6 %.

6.4 ZAKLJUČEK

Prednosti oziroma razlike med opisano metodo treninga, ki smo jo izvajali z vrhunskim športnikom in standardno metodo treninga, sam vidim predvsem v:

- izvedbi večine vaj z ES;
- večji obremenitvi (več serij, več ponovitev);
- izvedbi vaj samo s poškodovano nogo – šele ko se le-ta izenači v moči z zdravo nogo, se preide na vaje z obema nogama (vmesne meritve);
- individualnem in celovitem pristopu;
- velikem poudarku na SMV (senzorično-motorični vadbi).

V dosedanjem delu v kinezioterapevtskem centru smo prišli do naslednjih spoznanj:

1. Pri večini športnih poškodb je glavni problem (potem, ko je primarni problem operativno uspešno rešen) atrofija prizadetih mišic.
2. Eden glavnih vzrokov za neuspešno rehabilitacijo omenjene poškodbe je premajhna raven aktivacije mišic oziroma pomanjkanje moči.
3. Organizem ima možnost aktiviranja večjega ali manjšega števila motoričnih enot. Minimalno aktiviranje daje osnovni mišični tonus, maksimalno aktiviranje pa ne pomeni, da so aktivirane vse motorične enote, ampak le določeno število.
4. Vse motorične enote je mogoče aktivirati le v stresnih situacijah ali s pomočjo ES pri velikih relativnih silah.
5. Pri zdravih netreniranih ljudeh je stopnja aktivacije okrog 60 %, pri športnikih – odvisno od športne panoge, npr. pri atletih skakalcih pa do 95 %. Pri poškodbah (pretrgana SKV) pa se raven aktivacije zniža in največkrat ne presega 50 % (Strojnik, 1995). To pomeni, da je tudi pri maksimalni zavestni kontrakciji dražljaj v mišici premajhen za procese hipertrofije.
6. Z ustrezno funkcionalno ES, ki poleg pravih parametrov stimulacije upošteva tudi zakonitosti športnega treniranja, je mogoče v celoti povrniti moč in obseg atrofiranih mišic. Uspešnost te metode je v 100% aktivaciji motoričnih enot stimuliranih mišic, kar pomeni, da lahko s pomočjo ES aktiviramo tudi tiste motorične enote, ki jih sicer zavestno nismo sposobni (Mesesnel, 2005).

Iz zgoraj opisanega načina treninga po rekonstrukciji SKV lahko povzamem naslednje ugotovitve:

Športnik je v zaključnih biomehanskih meritvah dosegel najboljše rezultate in se je bil sposoben aktivno vključiti v rokometni trening svoje ekipe. Največja moč iztegovalk kolena obeh nog je bila visoka, prav tako je bila primerna moč zadnjih

stegenskih mišic leve noge. Razmerje med največjo močjo leve in desne stegenske mišice je bilo zanemarljivo. Športnik je vadbo pod našim nadzorom začel 24.11.2008 (96. pooperativni dan, 1. dan treninga), zaključne biomehanske meritve pa so bile opravljene 13.2.2009 (177. pooperativni dan, 88. dan treninga). Pod našim nadzorom je poleg treningov z ekipo vadil trikrat tedensko še en mesec. Pri treningih in tekmah kasneje ni imel s kolenom nobenih resnih težav. Zaključim lahko, da je trening s pomočjo ES, ki je bila smiselno vključena v celotni program rehabilitacije oziroma kasneje treninga, bil uspešen in da je bistveno skrajšal čas vrnitve športnika na športni teren, kot če bi izvajali standardno vadbo v fitnesu brez ES. Uspešno nadaljnje igranje rokmeta na vrhunskem nivoju brez bolečin pa je bil naš skupni cilj. V prihodnosti velja več pozornosti nameniti ekscentrični vadbi, ki se je v večini raziskav (Gerber idr., 2007 in Gerber idr., 2009) izkazala za izredno učinkovito. Poleg tega je iz istih raziskav razvidno, da ni nič večja možnost poškodb pri ekscentrični vadbi kot pri standardni vadbi. Mogoče velja v prihodnosti razmisliti o uporabi ES pri ekscentrični vadbi, ki je hitro vpeljana v trening po poškodbah SKV, v kolikor je to sploh mogoče in ima pozitivne učinke.

7. LITERATURA

- Antolič, V. (1994). Uvod v biomehaniko kolena. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena*. (str. 7–17). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.
- Bregar, M., (2005). *Rehabilitacija bolnikov po rekonstrukciji sprednje križne vezi*. V Metode in uspešnost zahtevnejše medicinske rehabilitacije v naravnih zdraviliščih (str. 30–39). Celje: Skupnost slovenskih naravnih zdravilišč.
- Colonna, S., Cardelli, R. (1999). *Prevention and functional rehabilitation of sports injuries*. Forli: Technogym.
- Čokl, J. (2005). *Terapevtska vadba v sklopu rehabilitacije po poškodbi in rekonstrukciji sprednje križne vezi*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Dahmane, R. (2005). *Ilustrirana anatomija*, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- DeLee, J.C., Drez, D., & Miller, M.D. (2003). *Orthopaedic Sports Medicine, Principles and Practice* (str. 332). USA: Elsevier Science.
- Floyd, R.T. & Thompson, C.W. (1998). *Manual of structural kinesiology* (thirteenth edition). Singapore. WCB / McGraw-Hill.
- Gerber, P.J., Marcus, L.R., Dibble, E.L., Greis, E.P., Burks, T.R., Lastayo, C.P. (2007). Safety, feasibility, and efficacy of negative work exercise via eccentric muscle activity following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of orthopaedic sports Physical Therapy*, 37(1), 10–18.
- Gerber, P.J., Marcus, L.R., Dibble, E.L., Greis, E.P., Burks, T.R., Lastayo, C.P. (2009). Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: A 1 – year follow-up study of a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 89(1), 51–59.
- Gerbino, P. & Nielson, J. (2007). *Knee Injuries*. In S. Pioli (Ed.), *Clinical Sports Medicine* (p. 421–439). New York: Elsevier Inc.
- Gruber, M., & Gollhofer, A. (2004). *Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation*. *Eur J Appl Physiol*, 92, 98–105.
- Harre, D. (1973). *Priručnik za trenere*. Beograd: Sportska knjiga.
- Horvat, D. (2002). *Proprioceptivna vadba*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Mesesnel, D. (2005). Funkcionalna rehabilitacija vrhunškega športnika po težki poškodbi kolena. *Šport*, 53 (3), 27–32.

- Palma, P. (2005). *Vpliv števila stopenj prostosti pri proprioceptivni vadbi na posamezen sklep*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Palmieri-Smith, M.R., Thomas, C.A., Wojtys, M.E. (2008). Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clinics in sports medicine*, 27(2008), 405–424.
- Pavlovčič, V. (2004). *Bolezni in poškodbe kolena*. Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.
- Pavlovič, M., (2006). *Košarka, teorija in metodika treniranja*. Ljubljana: Bonus Pavlovič k.d.
- Pelicon, M. (2005). *Značilnosti senzorično – motorične vadbe*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Petrovič, S., Sepohar, J., Zaletel, P., Černoš, T., Praprotnik, U. in Mrak, M. (2005). *Pot do uspeha*. Ljubljana: Palestra.
- Radosavljevič, D. (1994). Rehabilitacija kolenskega sklepa. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena* (str. 153–161). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.
- Schmidtbleicher, D., (1991). *Klasifikacija metod za povečanje moči kot motorične sposobnosti*. V J. Novak, M. Čoh in J. Penca (ur.), *Strokovne informacije Atletske zveze Slovenije*. (str. 35–44). Ljubljana: Atletska zveza Slovenije.
- Scuderi, R. G., McCann, D. P., & Bruno, J. P. (1997). *Sports medicine principles of primary care*. United States of America: Mosby – Year Book.
- Siff Cunningham, M. & Verkhoshansky Vitalievitch, Y., (1999). *Supertraining*. Denver USA.
- Stok, R. in Splihal, M., (1994). *Poškodbe kolenskih vezi*. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena* (str. 57–70). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.
- Strojnik, V. in Šarabon, N., (2003). Proprioceptivna vadba v rokometu. *Trener rokomet*, 10 (1), 25–37.
- Strojnik, V., (2001). *Vadba za moč in gibljivost*. Neobjavljeno delo.
- Strojnik, V., (2004). *Vadba za moč in propriocepcijo v rehabilitaciji*. V Zbornik predavanj mednarodnega kongresa sodobne metode rehabilitacije športnikov (37–39). Ljubljana: Fakulteta za šport, Katedra za medicino športa.
- Šimnic, L. (2001). *Poškodbe kolena pri športnikih*. V Dnevi medicine športa XI (str. 17–23). Celje.
- Šimnic, L. (2002). *Ligamentarne poškodbe kolena*. V V. Pavlovčič (ur.), *Poškodbe pri športu* (str. 145–156). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Šimnic, L., (1994). *Poškodbe meniskusov*. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena* (str. 43–56). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Šimnic, L., (2004). *Poškodbe sprednje in zadnje križne kolenske vezi*. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena*. (str. 99–110). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Travnik, L., Košak, R. (2004). *Anatomija in biomehanika kolenskega sklepa*. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena*. (str. 7–21). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Turk, Z. in sodelavci (2008). *Osnove medicine športa*, Maribor: Založba PEF.

Urbanič, R. (2003). *Poškodba sprednjega križnega ligamenta pri nogometu*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Ušaj, A. (2003). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Waddington, G., Adams, R., & Jones, A. (1999). *Wobble board (ankle disc) training effects on the discrimination of inversion movements*. *Am J Sports Med.* 24(5): 615–21.

Zantop, T., Petersen, W., Sekiya, K. J., Musahl, V., & Fu, H.F. (2006). *Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* (14), 982–992.

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

Zupanc, O., Šarabon, N. (2004). *Artroskopski šiv meniskusa*. V V. Pavlovčič (ur.), *Bolezni in poškodbe kolena* (str. 91–110). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

SPLETNI VIRI:

Koleno. (2009). Wikipedija. Pridobljeno 15.10.2009 iz <http://sl.wikipedia.org/wiki/Koleno>

Gibala. (2009). Webset. Pridobljeno 15.10.2009 iz http://www.google.si/imgres?imgurl=http://webset.fe.uni-lj.si/biologija/slike/s07_11.gif&imgrefurl=http://webset.fe.uni-lj.si/biologija/bio_poglavje8.html&h=307&w=419&sz=26&tbnid=2y0SBQEOy8sC7M:&tbnh=92&tbnw=125&prev=/images%3Fq%3Dsklepna%2Bovojnica%2Bslika&hl=sl&u sg= t6Fry5WaLlhH-lxx5rcCAzsoh-M=&ei=CmvXSrvbAtGPsAaA2rCyAQ&sa=X&oi=image_result&resnum=1&ct=image&ved=0CAcQ9QEwAA

Musculoskeletal Radiology. (2009). Department of radiology, University of Washington. Pridobljeno 15.10.2009 <http://www.rad.washington.edu/academics/academic-sections/msk/muscle-atlas/lower-body/>

Hamstrings. (2009). Exrx. Pridobljeno 15.10.2009 iz <http://www.exrx.net/Muscles/Hamstrings.html>

Poškodba meniskusa. (2009). Fizioterapija Grosuplje. Pridobljeno 17.10.2009 iz <http://www.fizioterapijagrosuplje.si/Runtime/PoskodbaMeniscusa.aspx?id=MQA>