

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

MARTIN HÄUSCHEN

Ljubljana 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Kineziologija

**REHABILITACIJA NOGOMETAŠEV PO OPERACIJI
SPREDNJE KRIŽNE VEZI**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

SOMENTOR:

Asist. Vedran Hadžić, dr. med.

RECENZENT:

doc. dr. Aleš Dolenc, prof. šp. vzg

avtor dela

MARTIN HÄUSCHEN

Ljubljana 2014

Ključne besede: poškodba, sprednja križna vez, rehabilitacija nogometašev

REHABILITACIJA NOGOMETAŠEV PO OPERACIJI SPREDNJE KRIŽNE VEZI

Martin Häuschen

POVZETEK

Poškodbo sprednje križne vezi uvrščamo med težke poškodbe, ki zahtevajo dolgotrajno rehabilitacijo. Za uspešno rehabilitacijo po poškodbi sprednje križne vezi je potrebno razumevanje anatomije in biomehanike kolenskega sklepa. Zelo pomembno je dobro poznavanje značilnosti in obremenitev pri nogometni igri, kar nam pomaga pri vračanju nogometašev v polno aktivnost. Rezultati raziskav kažejo na ustreznost delitve rehabilitacije po poškodbi križne vezi v različne faze z določenimi cilji in metodami. Predstavljene so smernice nogometno specifičnega rehabilitacijskega treninga. Osrednji problem je atrofija sprednjih stegenskih mišic in izguba propriocepcije v kolenu. Predstavljene so nogometašem prilagojene vaje v različnih fazah rehabilitacije. Pred nogometaševo vrnitvijo k ekipnim nogometnim treningom in tekam je smiselno opraviti teste, ki pokažejo stanje operirane noge glede na neoperirano. Poleg tega nam določeni testi omogočajo vpogled v posameznikovo kondicijsko pripravljenost.

Keywords: injury, ACL, rehabilitation of football players

REHABILITATION OF SOCCER PLAYER AFTER ACL RECONSTRUCTION

Martin Häuschen

ABSTRACT

We view anterior cruciate ligament (ACL) injuries as complicated injuries that demand long term rehabilitation. Thorough understanding of knee joint anatomy and biomechanics is required for successful rehabilitation. It is very important that we know the characteristics of the football matches and the strains which occur, this helps us with the returning of players back to their full activity. Studies show that it is efficient to divide the rehabilitation of ACL into several phases with specific goals and methods. We presented guidelines for football specific rehabilitation training. The key problem is atrophy of quadriceps and the loss of proprioception in the knee. We provided football specific exercises in different phases of the rehabilitation. Tests of the reconstructed knee and its contrasting with the healthy one should be done before the player is back with the team and plays matches. Besides, some tests enable us to estimate the individual's physical fitness.

KAZALO

1 UVOD	8
1.1 ANATOMIJA IN BIOMEHANIKA KOLENSKEGA SKLEPA	10
1.1.1 KOSTNE STRUKTURE	10
1.1.2 STRUKTURE ZNOTRAJ SKLEPA	10
1.1.3 STRUKTURE ZUNAJ SKLEPA	11
1.2 BIOMEHANIKA KOLENSKEGA SKLEPA.....	14
1.3 MEHANIZMI POŠKODBE ACL PRI NOGOMETU.....	14
1.4 FUNKCIONALNA REHABILITACIJA PO PRETRGANJU ACL	16
2 JEDRO	17
2.1 PRVA FAZA: FAZA ZAŠČITE PRESADKA	17
2.2 DRUGA FAZA: FAZA NADZOROVANEGA TRENINGA	18
2.3 TRETJA FAZA: FAZA INTENZIVNEGA TRENINGA.....	22
2.4 ČETRTHA FAZA: FAZA VRNITVE K EKIPNIM TRENINGOM IN TEKMAM.....	32
2.4.1 DELNA VRNITEV K NOGOMETNIM TRENINGOM.....	32
2.4.2 POPOLNA VRNITEV K NOGOMETNIM TRENINGOM.....	33
2.5 TESTNE BATERIJE	34
2.5.1 HOP TEST	34
2.5.2 IZOKINETIČNO OCENJEVANJE KOLENA	35
2.5.3 TEST PONAVLJAJOČIH ŠPRINTOV (RSSA).....	36
2.5.4 TEST TRAJAJOČI TEK SEM- TJA (YO-YO TEST).....	37
3 SKLEP	39
4 VIRI.....	40

KAZALO SLIK

<i>Slika 1.</i> Sprednja in zadnja križna vez.	11
<i>Slika 2.</i> Mišice kolenskega sklepa.	13
<i>Slika 3.</i> Postavitev noge pri nastanku poškodbe ACL. Skrajno levo je koleno obrnjeno navznoter (valgus) in stopalo navzven, v sredini je koleno obrnjeno navzven (varus) in stopalo navznoter. Skrajno desno je prikazana hiperekstenzija kolena (Kobayashi idr., 2010).	15
<i>Slika 4.</i> Poškodba sprednje križne vezi desnega kolena ob kombinaciji valgus deformacije kolena in pomikom tibie naprej med naglim zaviranjem in spremembo smeri pri nogometu (Alentorn-Geli idr., 2009).	15
<i>Slika 5.</i> Vračanje žoge z neoperirano nogo (osebni arhiv).	19
<i>Slika 6.</i> Vračanje žoge z neoperirano nogo na nestabilni površini (osebni arhiv).	19
<i>Slika 7.</i> Vračanje žoge z neoperirano nogo na trampolinu (osebni arhiv).	20
<i>Slika 8.</i> Počepi z napihljivo žogo ob steni (osebni arhiv).	20
<i>Slika 9.</i> Drsenje v izpadni korak z obema nogama (osebni arhiv).	21
<i>Slika 10.</i> Vaja z drsniki za zadnjo ložo (osebni arhiv).	21
<i>Slika 11.</i> Izpadni korak z dodatnim bremenom na nestabilni površini (osebni arhiv).	22
<i>Slika 12.</i> Enonožni počep na nestabilni površini (osebni arhiv).	23
<i>Slika 13.</i> Enonožni počep ob steni (osebni arhiv).	23
<i>Slika 14.</i> Nožna preša.	23
<i>Slika 15.</i> Rolanje žoge s spodnjim delom stopala (osebni arhiv).	24
<i>Slika 16.</i> Rolanje žoge in stoja na napihljivi blazini (osebni arhiv).	25
<i>Slika 17.</i> Stoja na dveh bosujih in vračanje žoge z glavo (osebni arhiv).	25
<i>Slika 18.</i> Frontalni enonožni poskoki (osebni arhiv).	26
<i>Slika 19.</i> Lateralni enonožni poskoki (osebni arhiv).	26
<i>Slika 20.</i> Frontalni skoki na bosu in vračanje žoge z nogo (osebni arhiv).	26
<i>Slika 21.</i> Lateralni poskoki na bosujih in vračanje žoge z nogo (osebni arhiv).	27
<i>Slika 22.</i> Sonožni poskoki na bosu in udarec z glavo (osebni arhiv).	27
<i>Slika 23.</i> Sonožni skoki na trampolinu in udarec z glavo (osebni arhiv).	28
<i>Slika 24.</i> Enonožni frontalni skoki na trampolin in vračanje žoge z nogo (osebni arhiv).	28
<i>Slika 25.</i> Teki v obliki zvezde (Bizzini idr., 2012).	30
<i>Slika 26.</i> Blokiranje udarcev (osebni arhiv).	31
<i>Slika 27.</i> Udarjanje premikajočih predmetov (osebni arhiv).	31
<i>Slika 28.</i> Simulacija telesnih kontaktov.	32
<i>Slika 29.</i> Hop test (Myer idr., 2011).	35

KAZALO TABEL

Tabela 1. Faza protekcije (Bizzini idr., 2012).	17
Tabela 2. Faza nadzorovanega treninga (Bizzini idr., 2012).	18
Tabela 3. Faza intenzivnega treninga (Bizzini idr., 2012).	22
Tabela 4. Stopnjevanje obremenitve pri teku in nogometnih vajah (Bizzini idr., 2012).	29
Tabela 5. Delna vrnitev k nogometnim treningom (Bizzini idr., 2012).	32
Tabela 6. Popolna vrnitev k nogometnim treningom (Bizzini idr., 2012).	33
Tabela 7. Rezultati glede na stopnjo treniranosti in igralno pozicijo (Impellizzeri idr., 2008).	37

1 UVOD

Nogomet je najpopularnejši šport na svetu, s katerim se po podatkih FIFA ukvarja 300 milijonov aktivnih igralcev. Poškodba sprednje križne vezi je ena najresnejših poškodb nogometašev, ki jim lahko potencialno ogrozi nadaljevanje kariere. Vsako leto jo utrpi približno tisoč nogometašev (v Bizzini idr., 2012).

O resnosti poškodbe sprednje križne vezi govori tudi podatek, da pet najpogostejše citiranih člankov v priznani mednarodni reviji *American Journal of Sports Medicine* govori ravno o poškodbah sprednje križne vezi (Hadžić in Dervišević, 2005).

Kadar je resnost poškodbe velika, je potrebno daljše obdobje imobilizacije ali počitka. Kot posledica se pojavijo večje fiziološke izgube, področje zmanjšane zmogljivosti okoli poškodovanega predela je širše. V takšnih okoliščinah je treba pričakovati, da bo rehabilitacija trajala dlje časa (Dervišević in Hadžić, 2005).

Rehabilitacija po poškodbi sprednje križne vezi je trd terapevtski oreh za vse tiste, ki se ukvarjajo z rehabilitacijo športnikov. V preteklosti je trajala bistveno dlje, šele ko je Shelbourne leta 1990 v članku opisal pospešen protokol rehabilitacije po poškodbi sprednje križne vezi, se je uspeh rehabilitacije drastično izboljšal. Osnovna načela, opisana takrat, veljajo še danes. Vsekakor so trendi v sodobni rehabilitaciji takšni, da se fizikalne procedure, rehabilitacija in terapevtska vadba prilagajajo stanju posameznika in ne obstaja program vadbe, ki bi ga lahko izvajal sleherni pacient (Hadžić in Dervišević, 2005).

Razumevanje mehanizmov poškodbe sprednje križne vezi je težko razumeti brez poznavanja anatomije in biomehanike kolenskega sklepa. V nalogi bom najprej predstavil strukture kolena ter mehanizme, ki pri nogometni igri najpogostejše privedejo do poškodbe križne vezi. Ker se ljudje med seboj razlikujemo, prav tako pa se razlikujejo obremenitve pri posamezni športni panogi, izdelava enotnega rehabilitacijskega programa ni možna.

Namen moje diplomske naloge je, na podlagi znanstveno potrjenih ugotovitev predstaviti različne faze rehabilitacije. Predstavil bom tudi cilje in sredstva posameznih faz ter kriterije za vstop v naslednjo fazo. Na podlagi medicinskih virov ter splošno priznanega poteka rehabilitacije bom v vsaki fazi predstavil tudi vaje, ki se uporabljajo na določeni stopnji rehabilitacije. Predstavitev smernic rehabilitacijskega programa je namenjena nogometašem, zato bom v kasnejše faze rehabilitacije vpeljeval čim več nogometno specifičnih vsebin oziroma vaj prilagojenih nogometašem.

V literaturi ni moč najti dokazanih športno specifičnih testov, ki bi pokazali ali je nogometaš pripravljen na obremenitve pri nogometni tekmi po operaciji sprednje križne vezi. Predstavil bom nekatere uveljavljene splošne testne baterije, ki nam omogočajo določiti, kdaj so športniki pripravljeni na vrnitev k svoji športni panogi. Poleg tega bom predstavil še dva nogometno specifična testa, ki veljata za veljavna in zanesljiva. Testa se uporabljata pri zdravih nogometaših in nam pomagata določiti stopnjo nogometaševe pripravljenosti, glede na zahteve in obremenitve sodobne nogometne igre.

METODE DELA

Diplomska naloga je monografskega tipa. Uporabil sem deskriptivno metodo raziskovanja. Za preučevanje problema sem uporabil slovensko, angleško in nemško literaturo, v obliki znanstvenih člankov. Vire sem našel s pomočjo spletne podatkovne baze MEDLINE (iskalnik Pub Med), spletnega iskalnika Google ter kooperativnega online bibliografskega sistema Cobbis. Uporabil sem naslednje ključne besede: rekonstrukcija sprednje križne vezi, poškodbe kolena nogometašev, križna vez, rehabilitacija po poškodbi sprednje križne vezi...

CILJI DIPLOMSKEGA DELA:

- predstaviti in opisati potek posameznih faz rehabilitacije po rekonstrukciji sprednje križne vezi,
- predstaviti primerne vaje v posameznih fazah rehabilitacije ter jih prilagoditi nogometašem,
- predstaviti testne baterije, ki nam pomagajo določiti, kdaj je nogometaš sposoben vrnitve k ekipnim nogometnim treningom ter tekmam.

1.1 ANATOMIJA IN BIOMEHANIKA KOLENSKEGA SKLEPA

Kolenski sklep je največji sklep v telesu. Sklep je po mehaniki kombiniran, tečajast in čepast s prečno in vzdolžno ležečima osema. Lahko ga upogibamo in iztezamo, rotiramo pa le, kadar je sklep delno upognjen in sta obe stranski vezi sproščeni (Dahmane, 2005). Anatomsko razdelimo kolenski sklep na kostne dele, strukture znotraj sklepa ter strukture zunaj sklepa.

1.1.1 KOSTNE STRUKTURE

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

1.1.2 STRUKTURE ZNOTRAJ SKLEPA

MEDIALNI IN LATERALNI MENISKUS

Medialni meniskus je čvrsto priraščen na sklepno ovojnico in na medialni kolateralni ligament. Lateralni meniskus je priraščen le deloma na sklepno ovojnico in še to ohlapno ter je zaradi večje mobilnosti redkeje poškodovan. Meniskusa premoščata asimetrijo, ki nastane na površini stegneničnih in goleničnih kondilov. Sodelujeta pri lumbrikaciji sklepa, pri prerazporejanju pritiskov v sklepu, povečujeta stabilnost ter elastičnost sklepa (v Zupanc, 2002).

KRIŽNI VEZI

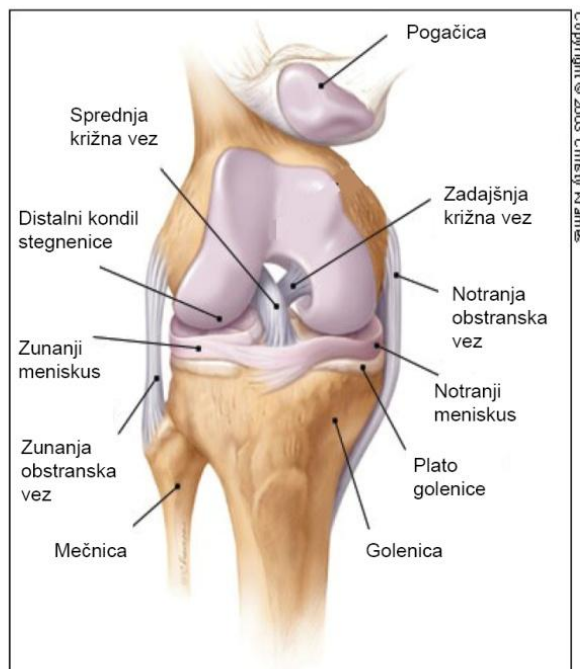
Sta dve kratki, močni vezi v notranjosti sklepa. Razpeti sta od interkondinalne kotanje na stegnenici do golenice. Med seboj se križata, vsaka pa je zavita tudi okoli svoje osi. Zaradi dvojnega križanja, vezi zagotavljata stalen stik sklepnih površin v vsakem položaju sklepa, ker je del vezi vedno napet (Hlebš, 2014).

SPREDNJA KRIŽNA VEZ (ACL)

ACL izhaja iz zadnjega, gornjega dela notranje strani lateralnega stegneničnega kondila. Usmerjena je navspred, navzdol in rahlo medialno. Narašča se na golenico tik pred interkondilarno eminenco. Sestavljena je iz treh snopov, ki so med seboj prepleteni in pri različnih kotih različno napeti. Gledano kot celota, deluje ACL kot stalno in enakomerno napeta struktura, pravimo, da leži izometrično. ACL ima izredno pomembno stabilizacijsko funkcijo kolenskega sklepa. Preprečuje drsenje golenice navspred in preprečuje preveliko zunanjo rotacijo. Poleg tega ACL stabilizira koleno v polnem iztegu in preprečuje hiperekstenzijo (v Košak in Travnik, 2001).

ZADNJA KRIŽNA VEZ (PCL)

PCL je debelejša in približno dvakrat močnejša od ACL. Izhaja iz prednjega, notranjega dela medialnega stegneničnega kondila in se nato spušča navzdol, navzad in rahlo lateralno ter se pripenja izza interkondilarne eminence. Sestavljena je iz dveh snopov, ki sta med seboj prepletena in pri različnih kotih različno napeta. Gledano kot celota, deluje PCL kot stalno in enakomerno napeta struktura. PCL preprečuje drsenje golenice navzad in preprečuje preveliko notranjo rotacijo golenice glede na stegnenico (v Košak in Travnik, 2001).



Slika 1. Sprednja in zadnja križna vez.

(Pridobljeno 2. 7. 2014, na <http://www.aafp.org/afp/2003/0901/p907.html#afp20030901p907-f1>).

Na sliki 1 so prikazane kosti in strukture znotraj kolenskega sklepa.

1.1.3 STRUKTURE ZUNAJ SKLEPA

Predstavili bomo najpomembnejše strukture zunaj kolenskega sklepa, ki omogočajo stabilnost pri gibanju.

SKLEPNA OVOJNICA

Sklepna ovojnica kolenskega sklepa je široka, ohlapna. Stegnenična epikondila ležita izven nje. Fibrozni sloj ovojnice pravzaprav nima lastnih niti, temveč jih dobi od vezi, ki jo ojačujejo (v Košak in Travnik, 2001).

OBSTRANSKI VEZI

Poleg sklepne kapsule predstavljata notranja in zunanja bočna vez glavne izven-sklepne statično stabilizirajoče strukture kolena (v Podobnik, 2002).

Medialna obstranska vez je trikotna vez na medialni strani kolenskega sklepa, dolga okoli 10 cm. Izhaja iz medialnega epikondila stegenice in se narašča na zgornji del medialnega dela golenice. Medialni obstranski vezi funkcionalno pomagajo kite mišic sartorius, gracilis, semimembranosus in semitendinosus (Hlebš, 2014).

Lateralna obstranska vez izhaja iz lateralnega kondila stegenice in se narašča na sprednji in lateralni del zgornjega dela mečnice. Dolga je 5–6 cm, debela 3–5 cm na prerezu in okrogle oblike. Ima globlji del, ki je povezan s podkolensko mišico, in povrhnji del, ki je popolnoma ločen od sklepne ovojnice (Hlebš, 2014).

Napetost obstranskih vezi je največja med ekstenzijo kolenskega sklepa, med fleksijo so obstranske vezi sproščene. Pretrganje medialne obstranske vezi povzroči prekomerno odpiranje sklepne špranje na notranji strani kolenskega sklepa, oziroma prekomerno abdukcijo golenice (valgus položaj). Pretrganje lateralne obstranske vezi povzroči prekomerno odpiranje sklepne špranje na lateralni strani kolenskega sklepa, oziroma prekomerno addukcijo golenice (varus položaj). Obstranske vezi torej preprečujejo tako prekomerno ekstenzijo kolenskega sklepa, kakor tudi abdukcijo in addukcijo golenice (Hlebš, 2014).

VEZI IN MIŠIČNO-TETIVNE STRUKTURE OB KOLENSKEM SKLEPU

Mišice so dinamični stabilizatorji, ki prečkajo koleno in s svojo refleksno in hoteno aktivnostjo dinamično stabilizirajo sklep med gibanjem. S hotenim in nehotenim aktiviranjem (kitno-mišični refleksi) uravnavajo pravilni gib kolena. V nadaljevanju predstavljamo najpomembnejše mišice, ki delujejo kot stabilizatorji kolenskega sklepa.

Štiriglava stegenska mišica (m. quadriceps femoris) je sestavljena iz štirih mišic in je edina iztegovalka kolenskega sklepa. Prema stegenska mišica (m. rectus femoris) je edina dvosklepna mišica, ki je hkrati tudi upogibalka kolka, pri upognjenem kolenu.

Krojaška mišica (m. sartorius) upogiba, odmika in zunanje rotira kolčni sklep ter upogiba kolenski sklep. Pri upognjenem kolenskem sklepu rotira golen navznoter, pri iztegnjenem pa kolenski sklep stabilizira.

Dvoglava mečna mišica (m. gastrocnemius) izvajata plantarni upogib v zgornjem skočnem sklepu, omogoča dvig na prste in s tem dvig telesa od podlage. Poleg tega izvajata tudi upogib v kolenskem sklepu, ko je koleno iztegnjeno.

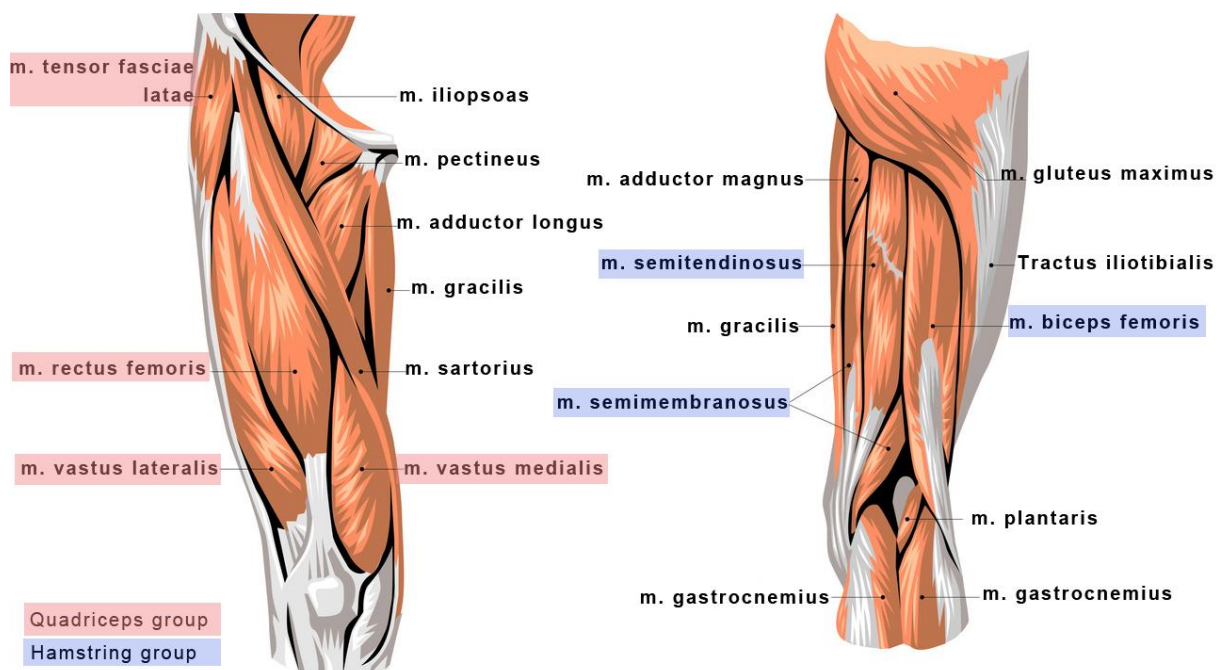
Dvoglava stegenska mišica (m. biceps femoris) je dvoglava in dvosklepna mišica. Dolga glava izteza in zunanje rotira kolčni sklep. Obe glavi upogibata kolenski sklep, pri pokrčenem kolenskem sklepu pa rotirata golen navzven.

Polkitasta mišica (m. semitendinosus) izteza in pomožno primika kolčni sklep. Kolenski sklep upogiba in golen notranje rotira.

Polopnasta mišica (m. semimembranosus) izteza kolčni sklep. Kolenski sklep upogiba in golen notranje rotira pri pokrčenem kolenskem sklepu.

Podkolenska mišica (m. popliteus) je notranji rotator in upogibalec v kolenskem sklepu.

Iliotibialna vez (Tractus iliotibialis) je čvrst vezivni trak, širok 4–6 cm, ki poteka po lateralni strani stegna. Preprečuje primik v kolčnem sklepu in pomaga pri stabilizaciji kolenskega sklepa v iztegnjenem položaju pri hoji v fazi opore ali pri stoji na eni nogi.



Slika 2. Mišice kolenskega sklepa.

(Pridobljeno 10. 7. 2014, iz <http://kneexercises.net/knee-anatomy/knee-muscles/>)

Na sliki 2 so prikazane mišice, ki obdajajo kolenski sklep.

1.2 BIOMEHANIKA KOLENSKEGA SKLEPA

Oblika kolenskega sklepa je taka, da malo prispeva k stabilnosti kolena. Temeljna biomehanična lastnost kolena je, da deluje v območju ohlapnosti in da mora biti istočasno stabilno. To omogočajo mišice-aktivni stabilizatorji kolenskega sklepa in vezi-pasivni stabilizatorji, ki se upirajo prevelikim premikom kolenskih struktur. Relativna ohlapnost kolenskega sklepa je posledica dejstva, da so poleg gibov v sagitalni ravnini (izteg-upogib), npr. pri hoji, vedno prisotne tudi rotacije v transversalni ravnini (notranja in zunanja) ter abdukcija in addukcija v frontalni ravnini. Pri upogibu kolena so rotacijski gibi obsežnejši, pri polnem iztegu pa jih praktično ni. Pri hoji ali še bolj pri intenzivni športni vadbi so torej gibi v kolenu vedno kombinacija naštetih gibov (v Zupanc, 2003).

1.3 MEHANIZMI POŠKODBE ACL PRI NOGOMETU

Mehanizme poškodb sprednje križne vezi lahko razdelimo na kontaktne in nekontaktne. Pri kontaktnih mehanizmih gre običajno za valgusno deformacijo, do katere pride pri udarcu v koleno z lateralne strani, takrat, ko je koleno skoraj popolnoma iztegnjeno (Hadžić in Dervišević, 2005).

Kot nekontaktne poškodbe sprednje križne vezi smatramo tiste poškodbe, do katerih pride brez fizičnega kontakta z ostalimi igralci ob nastanku poškodbe. Približno 70–85 % poškodb sprednje križne je nekontaktnega izvora (v Alentorn-Geli idr., 2009).

Študije nekontaktnih mehanizmov poškodbe sprednje križne vezi pri nogometaših temeljijo na (v Alentorn-Geli idr., 2009):

- intervjujih s poškodovanimi igralci,
- video analizah,
- kliničnih študijah,
- matematičnih modelih in simulacijah poškodbe.

Najpogostejše situacije, pri katerih pride do poškodbe sprednje križne vezi pri nogometaših (v Alentorn-Geli idr., 2009), so:

- hitra sprememba smeri gibanja v povezavi z naglim zaviranjem,
- enonožni doskok na popolnoma oziroma skoraj popolnoma iztegnjeno nogo,
- pivotiranje noge, ko je koleno skoraj popolnoma iztegnjeno,
- hiperekstenzija, hiperfleksija kolena.



Slika 3. Postavitev noge pri nastanku poškodbe ACL. Skrajno levo je koleno obrnjeno navznoter (valgus) in stopalo navzven, v sredini je koleno obrnjeno navzven (varus) in stopalo navznoter. Skrajno desno je prikazana hiperekstenzija kolena (Kobayashi idr., 2010).

Največkrat se omenjene situacije zgodijo v naslednjih pogojih:

- valgus, varus deformacija kolena,
- notranja rotacija kolena,
- zunanja rotacija kolena,
- sila pri pomiku tibije naprej.

Sila pri pomiku tibije naprej, posebno pri fleksiji kolena okoli 20–30 stopinj, naj bi bila najbolj ogrožajoča izolirana sila, povezana z nastankom poškodbe sprednje križne vezi, in je zelo pogosto eden izmed mehanizmov poškodbe (v Alentorn-Geli idr., 2009).



Slika 4. Poškodba sprednje križne vezi desnega kolena ob kombinaciji valgus deformacije kolena in pomikom tibije naprej med naglim zaviranjem in spremembo smeri pri nogometu (Alentorn-Geli idr., 2009).

Na sliki 4 je prikazan pogost mehanizem poškodbe sprednje križne vezi pri nogometaših.

Ravno kombinacija različnih sil (notranja rotacija, zunanja rotacija, valgus, varus) privede do velikega natezanja sprednje križne vezi. Kadar deluje na koleno le ena izmed omenjenih sil, to največkrat še ne privede do poškodbe ACL. Poleg vseh omenjenih mehanizmov, ki najpogosteje privedejo do poškodbe, je največkrat center težišča telesa stran oziroma izza točke, kjer se stopalo dotika podlage (v Alentorn-Geli idr., 2009).

1.4 FUNKCIONALNA REHABILITACIJA PO PRETRGANJU ACL

Bistvo funkcionalne rehabilitacije športnika je postopno in sistematično obremenjevanje vseh organskih sistemov do nivoja, ki zopet omogoča normalno udejstvovanje v procesu športnega treniranja in tekmovanja. Zahteve v športu so povsem drugačne kot v vsakdanjem življenju, zato je treba pri športnikih doseči bistveno višji funkcionalni nivo rehabilitacije kot pri nešportnikih (Mesesnel, 2005).

Meje med funkcionalno rehabilitacijo športnikov in športnim treniranjem niso ostre. Na določeni stopnji namreč rehabilitacija preide v športni trening. Funkcionalno rehabilitacijo športnika lahko zato označimo tudi kot zelo sistematičen in postopen športni trening (Mesesnel, 2005).

Jedro problematike zdravljenja in rehabilitacije bolnika s poškodovanim kolonom je mišična atrofija kolenskemu sklepu pripadajočih mišic, predvsem sprednjih stegenskih. Pri kolenu povzroči imobilizacija selektivno atrofijo, najbolj mišic iztegovalk kolena, medtem ko so spremembe upogibalk kolena manjše. Zaradi tega koleno sili v pokrčen položaj, katerega iztegnitev predstavlja bistveni problem rehabilitacije po poškodbah in rekonstrukcijskih posegih na tem sklepu. Zavedati se namreč moramo, da je za nemoteno funkcijo kolena, predvsem pri hoji, bistvena zmožnost popolne iztegnitve sklepa (Kavšek, 2002).

Upogibalke kolena (mišice zadnje lože) ohranijo svojo moč po operacijah na kolenu, in sicer ne glede na vrsto operacije. Meritve mišične moči z izokinetično aparaturo so pokazale, da upogibalke kolena izgubijo manj moči kot iztegovalke kolena. Poleg tega se njihova moč vedno vrne, tudi če jih ne vključimo v formalni rehabilitacijski program. To njihovo značilnost pojasnjujeta dejstva, da imajo zavirajoč in stabilizacijski učinek na koleno med hojo in da so anatomsko in biomehanično dvosklepne mišice. Izvajajo upogib kolena in izteg kolka. Funkcija sprednjih stegenskih mišic pa je le izteg kolena, z izjemo preme stegenske mišice, ki je tudi upogibalka kolka. Imobilizacija, ki zmanjšuje gibanje kolena, onemogoča normalno funkcijo obeh omenjenih mišičnih skupin (Kavšek, 2002).

Vsak rehabilitacijski trening po rekonstrukciji sprednje križne vezi bo vseboval vaje za moč ter proprioceptivne vsebine za kolenski sklep. Slednje so za učinkovito vračanje popolne funkcije kolenskega sklepa izjemno pomembne (Zupanc in Šarabon, 2003). Vaje proprioceptije izboljšujejo kinestetičen občutek (kontrola za položaj sklepa v prostoru). Pri poškodbah kostno-mišičnega aparata so največkrat poškodovani tudi receptorji v mišicah, tetivah, ligamentih ali sklepni ovojnici. S proprioceptivnimi vajami zmanjšamo možnost ponovne poškodbe, istočasno pa tudi zelo okrepimo paraartikularne mišice (Mesesnel, 2005).

Zgoraj navedena dejstva kažejo na upravičeno zahtevo po čim krajši imobilizaciji kolenskega sklepa. Poleg tega uvrščamo med najpomembnejše značilnosti uspešne rehabilitacije po rekonstrukciji sprednje križne vezi naslednje ukrepe:

- čim hitrejša ponovna pridobitev popolnega obsega gibanja v kolenu,
- povečanje mišične moči atrofiranih kolenskih mišic,
- senzomotorična vadba, zaradi izgube proprioceptije v kolenu.

2 JEDRO

FAZE REHABILITACIJE

Rehabilitacijo lahko razdelimo na štiri faze: faza zaščite presadka, faza nadzorovanega treninga, faza intenzivnega treninga ter faza vrnitve k ekipnim treningom in tekmam (v Bizzini idr., 2012).

Časovni okvir posamezne faze je odvisen od operacijskega postopka ter posameznikovega odziva na operativni postopek. Meje med posameznimi fazami niso trdno določene. Prehode med njimi in obremenitev mora določiti zdravnik v sodelovanju s fizioterapevtom, trenerjem in pacientom (Hadžić in Dervišević, 2005).

2.1 PRVA FAZA: FAZA ZAŠČITE PRESADKA

Tabela 1. Faza protekcije (Bizzini idr., 2012).

Trajanje:	4–6 tednov.
Cilji:	– nadzor otekline in bolečine, – povečati obseg gibanja, – aktivacija štiriglave stegenske mišice s pomočjo električne stimulacije, – vračanje k vsakodnevnim aktivnostim (hoja brez bergel).
Trening:	– vaje za moč za nepoškodovano nogo, – stabilizacijske vaje za trup, – vaje za srčno-žilni sistem (ergometer za zgornji del telesa), – aktivnosti v vodi (preproste vaje za pravilno telesno držo, hoja, ravnotežje).

V Tabeli 1 so prikazani trajanje, cilji in vsebina prve faze rehabilitacije.

Faza 1 nastopi takoj po operaciji. Pri tej fazi se osredotočamo na ponovno pridobitev celotnega obsega gibanja, pasivno razgibavanje ter zmanjšanje otekline po operaciji. Okvirni kriteriji, kdaj je športnik sposoben vstopa v drugo fazo, so prikazani v tabeli 2.

Čimprejšnja obnovitev pasivnega ter aktivnega obsega gibanja v sklepu (s poudarkom na popolni iztegnitvi kolena) po rekonstrukciji ACL zmanjšuje bolečino, spodbuja homeostazo hrustanca ter preprečuje patelo-femuralne probleme, spremembe pri vzorcih hoje, atrofijo štiriglave stegenske mišice ter artrofibrozo kolena. Potrebno je razgibavanje pogačice v vse smeri, saj togost pogačice povzroča zmanjšanje gibljivosti kolena ter manjšo aktivacijo štiriglave stegenske mišice (v Van Grinsven idr., 2010).

Mišično kontrolo oziroma aktivacijo v 1. fazi, brez ogrožanja rekonstruirane sprednje križne vezi ponovno pridobimo (v Van Grinsven idr., 2010) z:

- izometričnimi vajami v zaprti kinetični verigi (varno gibanje od 0° (iztegnjeno koleno) do 60°),
- vajami odprte kinetične verige (varno gibanje od 90° - 40°) brez dodatnih uteži,
- napenjanjem štiriglave stegenske mišice v ležečem položaju,
- dvigovanje iztegnjene noge.

Pomembno je, da se čimprej (po 10 dneh) poskuša doseči ponovno osvojitev normalnega vzorca hoje. Tako namreč povečamo aktivnost štiriglave stegenske mišice, preprečujemo patelo-femuralno bolečino ter vzdržujemo stabilnost kolena. Pri hoji je zlasti pomembna faza opore, ko naj bi bilo koleno iztegnjeno. Hoja s pokrčenim kolenom privede do skrajšanja tetiv zadnjih stegenskih mišic in obremenitve patelo-femoralnega sklepa (Hadžić in Dervišević, 2005).

2.2 DRUGA FAZA: FAZA NADZOROVANEGA TRENINGA

Tabela 2. Faza nadzorovanega treninga (Bizzini idr., 2012).

Trajanje:	4–6 tednov do 8–12 tednov.
Kriteriji za vstop v fazo 2:	– minimalna bolečina/oteklina, – blizu popolnega obsega gibanja, – normalna hoja, – dobra mobilnost pogačice, – ustrezna moč in kontrola štiriglave stegenske mišice.
Cilji:	– priprava nogometno specifične živčno-mišične kontrole gibanja, – pripraviti športnika na zahtevnejšo tretjo fazo.
Trening:	– stabilizacijske vaje za trup, – okrepiti mišice poškodovane noge (odprta/zaprta kinetična veriga), – krepitev srčno-žilnega sistema (sobno kolo), – gibljivost, – tek v vodi z vodnim jopičem, – v vodi vaje za gibljivost.

V Tabeli 2 so prikazani kriteriji za vstop v fazo 2, kakor tudi okvirno trajanje, cilji in vsebina.

Temeljno vodilo druge faze je pridobivanje občutkov oziroma živčno mišične kontrole poškodovanega kolena ter postopna krepitev kolenu pripadajočih mišic. Po operaciji so poškodovani tudi kolenski receptorji, ki nam normalno pomagajo pri varovanju kolena, zato preko vaj na nestabilnih površinah te občutke zopet pridobivamo. Pomembno je, da težavnosti stopnjujemo postopoma, saj moramo koleno na nove situacije prilagoditi.

Kljub različnim rezultatom študij je splošno sprejeto, da pride do izgube propriocepcije v kolenu v primeru poškodbe sprednje križne vezi. Za funkcionalno okrevanje je torej bistven

živčno-mišični trening, ki je pomemben faktor tudi pri preprečevanju ponovne poškodbe sprednje križne vezi (v Beynnon idr. 2005).

Prvotno se osredotočimo na stabilizacijo kolena oziroma spodnjih okončin v stabilnem položaju. Začnemo s statičnimi vajami, ki jih počasi stopnjujemo v dinamične. Posebna pozornost je namenjena kontroli varus/valgus in kontroli rotacije operiranega kolena ter vajam za stabilizacijo medenice in trupa. Za povečanje živčno-mišične aktivacije in kontrole je priporočljiv trening na nestabilnih površinah (v Bizzini idr. 2012).

Živčno-mišični trening naj bi vključili takoj, ko je možna hoja brez bergel. Začnemo z enostavnimi nekompleksnimi vajami ter počasi napredujemo iz statičnih vaj v dinamične vaje za ravnotežje (v Van Grinsven idr. 2010).



Slika 5. Vračanje žoge z neoperirano nogo (osebni arhiv).



Slika 6. Vračanje žoge z neoperirano nogo na nestabilni površini (osebni arhiv).



Slika 7. Vračanje žoge z neoperirano ного na trampolinu (osebni arhiv).

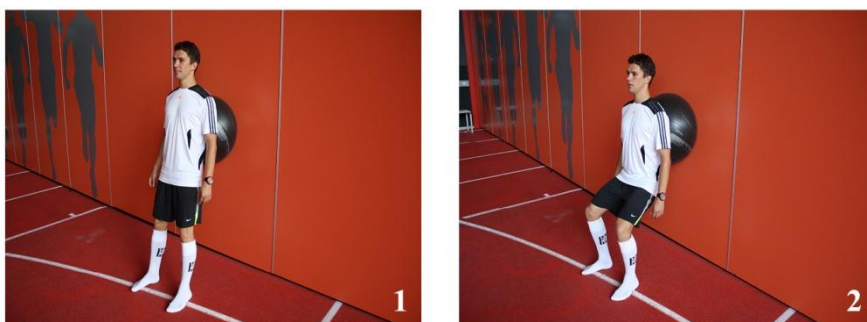
Na sliki 5, 6 in 7 so prikazani načini živčno-mišičnega treninga. Vaja se izvaja na različnih površinah, nogometaš stoji na operirani nogi in vrača žogo z neoperirano. Število ponovitev in serij prilagajamo glede na stanje kolena.

Vključevanje nogometne žoge je pomembno za izboljšanje stabilizacije kolena ter pridobivanje živčno-mišične kontrole gibanja. Poleg tega služi tudi kot motivacijsko sredstvo psihološko zahtevne rehabilitacije (v Bizzini idr. 2012).

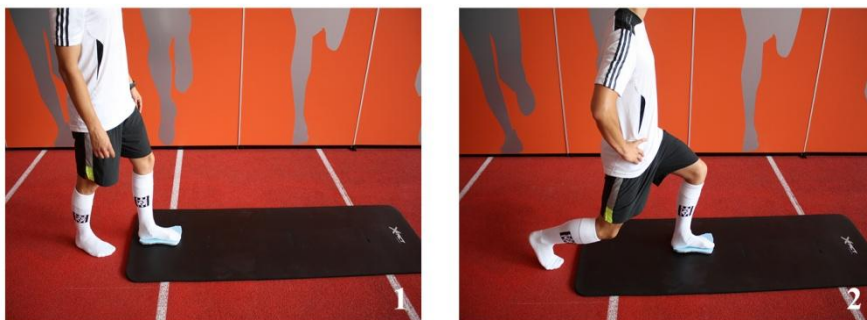
Moč presadka (sprednje križne vezi) še ni optimalna. Moč štiriglave stegenske mišice ter zadnjih stegenskih mišic pridobivamo z izometričnimi vajami ter vajami odprte in zaprte kinetične verige (ZKV: 0–90°, OKV: 90–30°) (v Van Grinsven idr. 2010).

Izokinetične vaje so v tem obdobju zelo priporočljive, če imamo na voljo ustrezno opremo. Zaradi možnosti prilagajanja upora glede na proizvedeno mišično silo so izokinetične naprave zelo uporabne za vadbo v celotnem poteku rehabilitacije. Posebno v zgodnjem obdobju po poškodbi je vadba s to napravo bistveno bolj varna, saj natančna kontrola proizvedene mišične napetosti zmanjšuje tveganje za ponovitev ali nastanek novih poškodb.

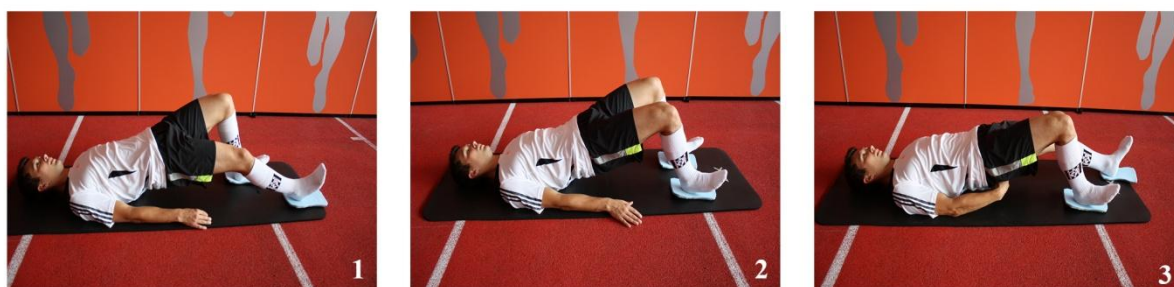
Izometrične mišične kontrakcije, ki so prevladovala v prvi fazi rehabilitacije, v drugi fazi dopolnjujejo koncentrično-ekscentrične vaje. Začetna bremena (upor) so majhna, število ponovitev večamo z dodajanjem serij, breme pa ostaja enako. Pomembno je, da mišico s pomočjo gibanja ponovno aktiviramo in tako napredujemo v vzdržljivostni moči. Trening maksimalne in hitre moči izvajamo v kasnejših fazah, ko so kolenske mišice že na ustreznem nivoju (v Kokmeyer idr. 2012).



Slika 8. Počepi z napihljivo žogo ob steni (osebni arhiv).



Slika 9. Drsenje v izpadni korak z obema nogama (osebni arhiv).



Slika 10. Vaja z drsniki za zadnjo ložo (osebni arhiv).

Na sliki 8, 9 in 10 so prikazane vaje, primerne za krepitev sprednjih in zadnjih stegenskih mišic. Na sliki 9 in 10 se vaja izvaja s pomočjo pripomočka, tj. drsnikov, s katerimi drsimo po podlagi. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.

Nadaljujemo s treningom hoje oziroma pridobivanjem pravih vzorcev hoje na tekaški preprogi oziroma ravni podlagi. Še vedno lahko namreč obstajajo zaščitni gibalni vzorci, čeprav je možno, da kot opazovalci tega ne opazimo (v Van Grinsven idr., 2010).

Kronološko stopnjevanje specifičnih vaj v 2. fazi (v Van Grinsven idr., 2010):

- hoja na tekaški preprogi, kolesarjenje na kolesarskem ergometru na začetku faze 2,
- vaje na napravi za step (5. teden),
- kolesarjenje zunaj (9. teden).

Kasneje v fazi 2 je cilj nadzor telesa pri premikanju naprej, nazaj, lateralno, diagonalno ter pri rotacijah, pri čemer se osredotočamo na stabilizacijo kolena. Vaje proti uporabi elastike so odlično sredstvo treninga živčno-mišične kontrole, saj je gibanje kolena, spodnjih okončin, medenice ter zgornjega dela telesa nadzorovano glede na smer uporabe elastike. Najprej se osredotočimo na pravilno stabilizacijo pri počasnem izvajanju vaj, nato stopnjujemo hitrost ter dinamiko gibanja (v Bizzini idr., 2012).

2.3 TRETJA FAZA: FAZA INTENZIVNEGA TRENINGA

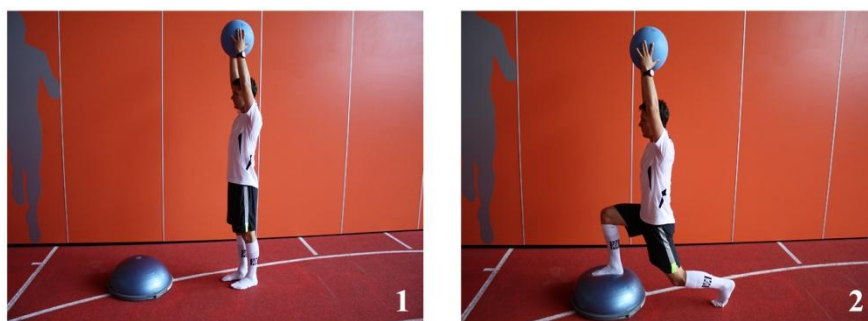
Tabela 3. Faza intenzivnega treninga (Bizzini idr., 2012).

Trajanje	8–12 do 16–24 tednov.
Kriteriji za vstop v fazo 3:	– brez bolečine/otekanja, – popoln obseg gibanja, – dobra živčno-mišična kontrola kolena, trupa in kolka, – moč štiriglave stegenske mišice in zadnjih stegenskih mišic > 75 % neoperirane noge, – dobra tehnika skoka in pristanka.
Cilji:	– optimizacija živčno-mišične kontrole gibanja, – priprava funkcionalnih sposobnosti za vrnitev nogometaša k moštvenim treningom.
Trening:	– moč in stabilizacija trupa, – okrepitev nožnih mišic (vaje odprte/zaprte kinetične verige), – trening srčno-žilnega sistema, – gibljivost, – tek v vodi (vzdržljivostni trening).

V tabeli 3 je prikazan potek faze intenzivnega treninga.

Odpornost vezi proti nategu se v tej fazi zelo povečuje. Moč stabilizatorjev kolena povečujemo še naprej z vajami odprte ter zaprte kinetične verige. Bolečina in otekanje sklepa sta dejavnika, ki določata napredovanje treninga za vzdržljivost (veliko ponovitev, brez dodatne teže) v trening za moč (manj ponovitev, povečevanje upora) (v Van Grinsven idr., 2010).

Vstop v to fazo pogojuje jakost štiriglave stegenske mišice, ki mora znašati vsaj 70 % jakosti neoperirane noge. To pomeni, da smo nogo toliko okrepili, da je pripravljena za tek, ki je v tej fazi že vključen v proces rehabilitacije (Hadžić in Dervišević, 2005).

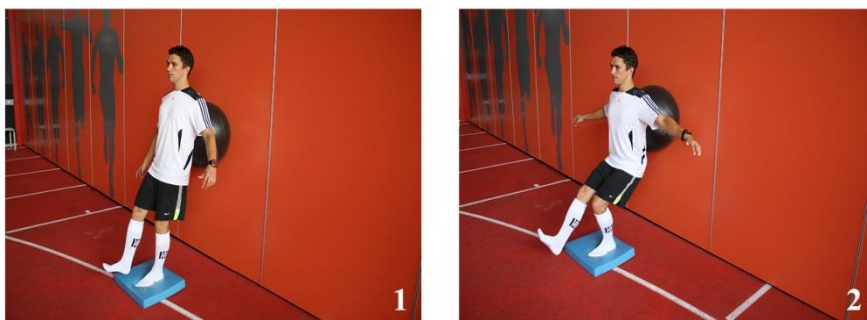


Slika 11. Izpadni korak z dodatnim bremenom na nestabilni površini (osebni arhiv).



Slika 12. Enonožni počep na nestabilni površini (osebni arhiv).

Na sliki 12 so prikazani počepi na švedski klopi. Zaradi nestabilnosti švedske klopi potrebujemo varovalno oporo ali partnerja oziroma izvajamo vajo na pokrovu švedske skrinje, ki je bolj stabilna.



Slika 13. Enonožni počep ob steni (osebni arhiv).



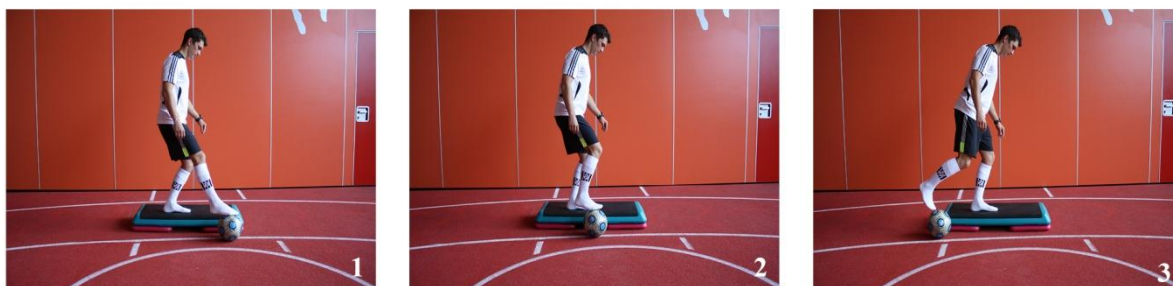
Slika 14. Nožna preša.

(Pridobljeno 5.7.2014, iz <http://www.sparrow.org/HealthLibrary/Content.aspx?DocID=SM00041#slide-7>)

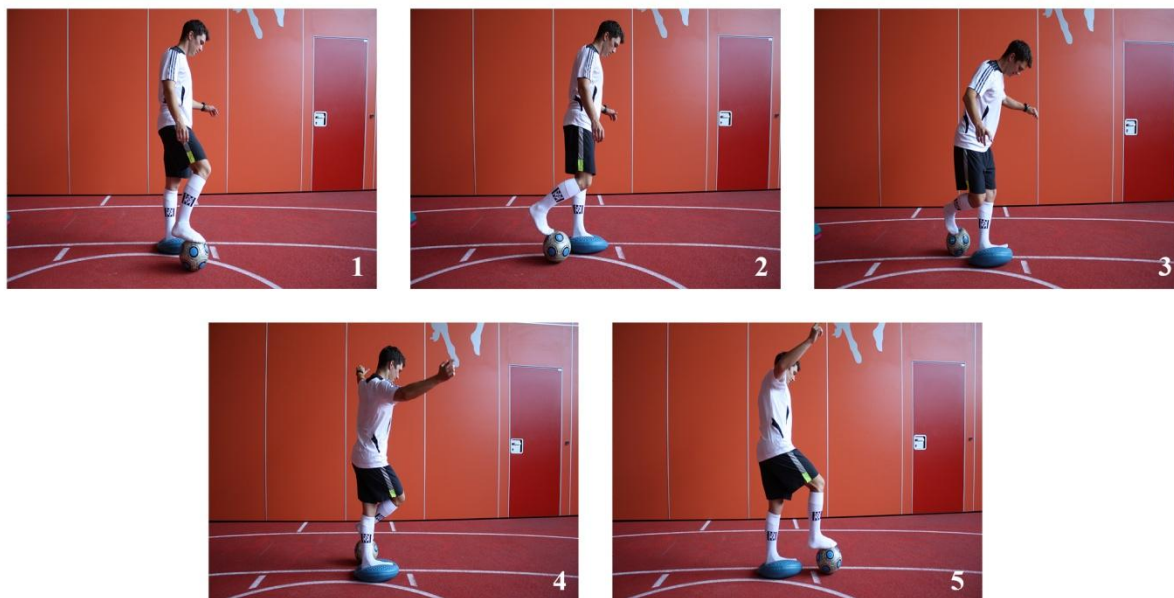
Na sliki 11, 12 in 13 so prikazane vaje za moč in živčno-mišično kontrolo, ki jih izvajamo na nestabilni površini. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15-20 ponovitev. Na sliki 14 je naprava za iztegovanje kolena in kolka nožna preša, ki predstavlja zelo učinkovit trening za moč v tej fazi rehabilitacije. Najprej se izvaja sonožni izteg kolena, kasneje tudi enonožni ob postopnem dodajanju bremena. Ob zadostni moči se izvaja tudi nožna preša z odzivom, kjer lahko vadimo oddrive in pristanke ob zmanjšani obremenitvi.

Vzdrževanje oziroma povečevanje obsega giba je še vedno pomembno, saj preprečuje pooperativne komplikacije, kot je bolečina pri gibanju sklepa zaradi brazgotine (v Van Grinsven idr., 2010).

Živčno-mišično kontrolo stopnjujemo s postopnim povečevanjem stopnje težavnosti funkcionalnega, dinamičnega treninga za ravnotežje ter pliometričnimi vajami. Slednje služijo tudi kot primerna priprava na trening agilnosti, saj izboljšajo moč koncentrične kontrakcije mišice, tako da so mogoče hitrejše spremembe smeri gibanja. Funkcionalni trening omogoča medsebojno delovanje med stabilizacijskimi strukturami celotne kinetične verige (trup, kolk, koleno, gleženj) (v Van Grinsven idr., 2010).



Slika 15. Rolanje žoge s spodnjim delom stopala (osebni arhiv).



Slika 16. Rolanje žoge in stoja na napihljivi blazini (osebni arhiv).

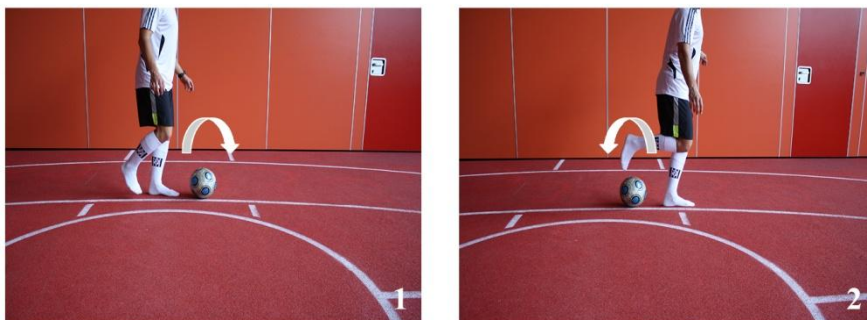


Slika 17. Stoja na dveh bosujih in vračanje žoge z glavo (osebni arhiv).

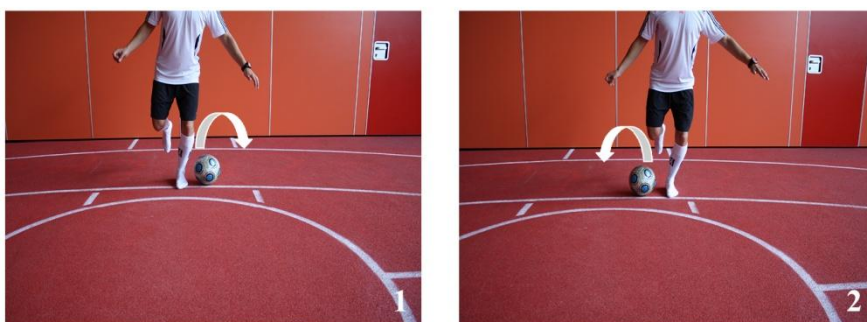
Na sliki 15, 16 in 17 so prikazane vaje za ravnotežje oziroma živčno-mišično kontrolo. Nogometno žogo vključujemo kot moteči dejavnik, ki otežuje izvedbo, in hkrati vadimo elemente nogometne igre. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.

Pri pliometričnih vajah najprej posvetimo pozornost pravilnemu pristanku ter stabilizaciji. Obremenitve stopnjujemo, najprej sonožne aktivnosti, kasneje enonožne. Predvsem na začetku posvečamo pozornost kvaliteti in ne kvantiteti gibanja. Postopoma dodamo k vajam udarec žoge z glavo, ob dobri tehniki faze odriva ter pristanka (v Bizzini idr., 2012).

Spodaj so prikazane pliometrične vaje (slika 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 in 26), ki se izvajajo v tej fazi rehabilitacije. Pomemben je pristanek na pokrčenem kolenu ter preprečevanje valgus/varus in rotacije kolena.



Slika 18. Frontalni enonožni poskoki (osebni arhiv).



Slika 19. Lateralni enonožni poskoki (osebni arhiv).

Na sliki 18 in 19 so prikazani frontalni in lateralni poskoki. Poskoke najprej izvajamo sonožno preko nižjih ovir, kasneje izvajamo tudi poskoke na eni nogi. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.



Slika 20. Frontalni skoki na bosu in vračanje žoge z nogo (osebni arhiv).

Na sliki 20 je prikazan frontalni skok na bosu in vračanje žoge z notranjim delom stopala. Vajo izvajamo tudi z lateralnimi doskoki na bosu. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.



Slika 21. Lateralni poskoki na bosujih in vračanje žoge z nogo (osebni arhiv).

Na sliki 21 so prikazani izmenični lateralni skoki in vračanje žoge z notranjim delom stopala. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.



Slika 22. Sonožni poskoki na bosu in udarec z glavo (osebni arhiv).

Kontroliran doskok in živčno-mišično kontrolo lahko vadimo s sonožnimi skoki na bosu (slika 22), dodamo še udarec žoge z glavo. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.



Slika 23. Sonožni skoki na trampolinu in udarec z glavo (osebni arhiv).



Slika 24. Enonožni frontalni skoki na trampolinu in vračanje žoge z nogo (osebni arhiv).

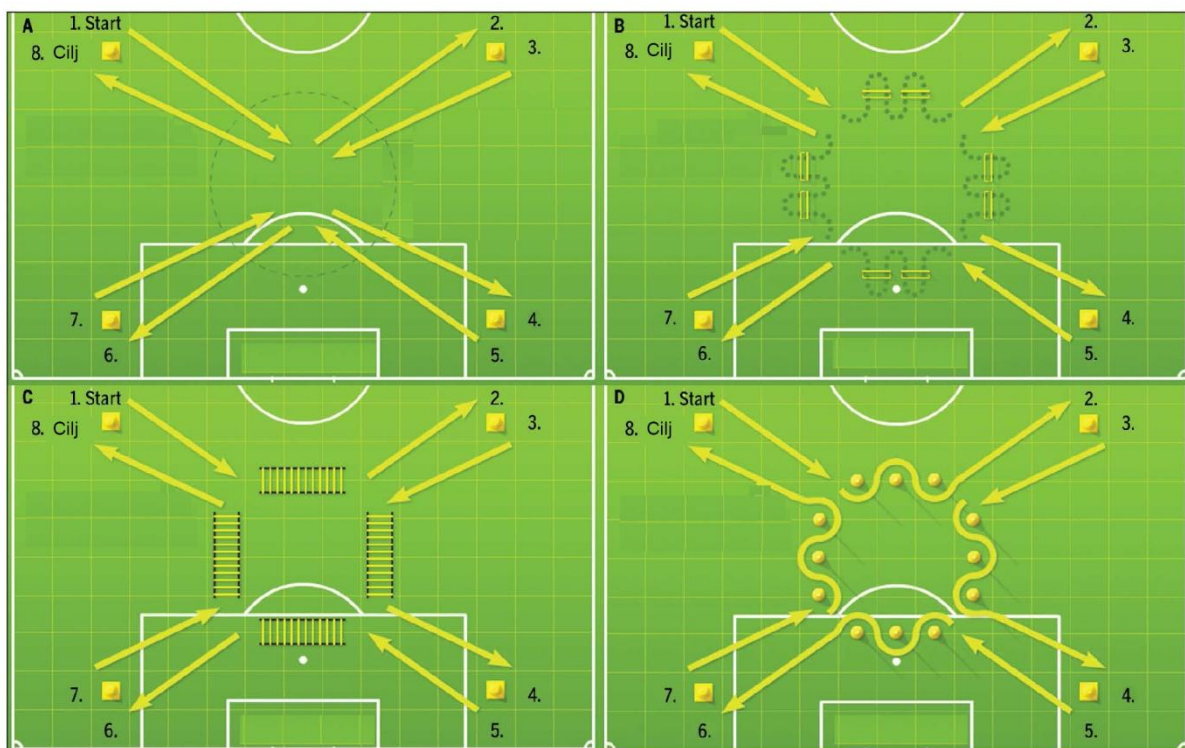
Trampolin je odličen pripomoček pri vadbi doskokov in živčno-mišične kontrole. Na sliki 23 je prikazan udarec žoge z glavo in doskok na pokrčenih kolenih. Slika 24 prikazuje doskok na eni nogi ter vračanje žoge z notranjim delom stopala. Vajo se izvaja tudi z lateralnimi skoki na trampolin. Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.

V tabeli 4 (Bizzini idr., 2012) je prikazan načrt klasičnega stopnjevanja obremenitve pri teku ter vajah s tipičnimi nogometnimi vsebinami. Vsebine so razdeljene na tri enote: tek, podajanje/udarjanje žoge in vodenje žoge. Vsaka enota je razdeljena na štiri stopnje, kjer so vaje zasnovane tako, da se z vsako stopnjo obremenitev večja. Specifične enote/stopnje dodajamo oziroma odvezujemo glede na napredek/stanje nogometaša. Časovni okvir za napredovanje na naslednjo stopnjo ni določen. Priporoča se izvedba vseh vsebin (a, b, c ...) določene stopnje z enako obremenitvijo (razdalja, čas, število ponovitev, intenzivnost) tri dni, preden vstopimo v naslednjo stopnjo. Tak način nam omogoča postopen napredek pri vsaki enoti ter zagotavlja pravilno delovanje. Pomembno je tudi neprestano spremljanje stanja kolena, brez negativnega odziva preden napredujemo na naslednjo stopnjo. Skupni imenovalec neuspešnih rehabilitacijskih programov je prehitro stopnjevanje obremenitve glede na hitrost in trajanje izvedbe oziroma preveliko dodajanje vaj obremenitve kolena oziroma rekonstruirane sprednje križne vezi.

Tabela 4. Stopnjevanje obremenitve pri teku in nogometnih vajah (Bizzini idr., 2012).

	Tek	Podajanje/udarci žoge	Vodenje žoge
Stopnja 1:	<u>Tek naravnost</u> a)Vzdržljivost (čas/razdalja) b)Teki z razdaljami glede na igralno pozicijo igralca c)Krajše razdalje d)Postopno stopnjevanje hitrosti e)Intervalni teki: (Laktatni prag) -1:4 minutne intervale (1min teka, 4 minute pavze) stopnujemo do razmerja 1:1 (1minuta tek, 1minuta pavze). Naredimo 4 serije. -2:1 minutni interval (2 minuti tek, 1 minuta pavze). Naredimo 3 serije.	<u>Podaja z notranjim delom stopala</u> Na začetku je žoga pred izvedbo podaje v mirovanju zaradi večje kontrole, nato stopnujemo v podaje, kjer žoga ne miruje pred udarcem (podaje v gibanju). a)Kratke razdalje b)Večje razdalje c)Večja hitrost žoge pri podajah	<u>Vodenje žoge</u> a)Vodenje žoge naravnost b)Vodenje žoge naprej, nazaj (z obratom) c)Vodenje, sprejem žoge s sprednjim delom stopala d)Vodenje, sprejem žoge z zunanjim delom stopala
Stopnja 2:	<u>Tek – risanje osmic</u> Stopnujemo po enakem postopku kot pri teku naravnost (stopnja 1).	<u>Podajanje s sprednjim delom stopala (nart)</u> a)Kratke razdalje b)Daljše razdalje c)Večja hitrost žoge pri podaji	<u>Vodenje žoge lateralno cik-cak med stožci)</u> a)Velike razdalje med stožci b)Krajše razdalje med stožci c)Večja hitrost vodenja žoge d)Vodenje žoge v stran, ob znaku sprememba smeri
Stopnja 3:	<u>Bočni cik-cak teki</u> a)Vzdržljivostni tek z dolgimi zavoji b)Postopno zmanjševanje razdalje med stožci c)Povečamo število zavojev, prav tako povečamo hitrost zavojev	<u>Izvajanje udarcev iz kota</u> a)Skrajšana razdalja b)Večamo razdaljo c)Večamo hitrost podaje	
Stopnja 4:	<u>Tek-rotacije</u> a)Brez žoge b)Z žogo	<u>Izvajanje prostih strelav ter strelj proti голу</u> Intenzivnost postopoma stopnujemo (glej zgornje primere).	<u>Vodenje žoge z obrati</u> a)Obrati so dolgi oziroma veliki b)Krajšanje obsega obrata c)Hitri, ostri obrati z žogo v obe smeri d)Sprejem žoge z obratom

Teki v obliki zvezde so zelo primerna vsebina treninga, saj vsebujejo oziroma simulirajo veliko aspektov obremenitev, ki se pojavljajo med nogometno igro. Vključujemo različna koordinacijska gibanja ter poskoke. Držimo se načela postopnosti in najprej povečujemo velikost kvadrata in trajanje obremenitve. Ob ustreznem napredku kvadrat manjšamo in stopnujemo obremenitve ter dodajamo eksplozivna gibanja s hitrim zaustavljanjem oziroma spremembo smeri gibanja.



Slika 25. Teki v obliki zvezde (Bizzini idr., 2012).

Na sliki 25 je prikazana vaja v obliki zvezde. Dodajamo jo k tekaškim in nogometno specifičnim treningom. Vsebuje lahko vse aspekte nogometne igre (tek naprej, tek nazaj, spremembe smeri, koordinacijske vaje, poskoki itd.). V sredini lahko dodajamo tehnične elemente nogometne igre in strel na gol. Pri A različici vajo začnemo pri točki 1 in tečemo v smeri puščice proti sredini kvadrata, kjer s pomočjo trenerja ali partnerja izvedemo tehnični element (npr. partner nam vrže žogo, ki jo moramo sprejeti s prsmi in mu jo vrniti z notranjim delom stopala). Nato tečemo v smeri puščice do točke 2, se zaustavimo oziroma naredimo spremembo smeri in se zopet vrnemo proti sredini kvadrata, kjer ponovno izvedemo tehnični element (npr. partner nam vrže žogo v visokem loku, ki mu jo vrnemo v skoku z udarcem z glavo). Ponovno sledi tek s spremembo smeri (puščica 4 in 5) in v sredini tehnični element (npr. partner nam poda žogo, ki jo sprejmemo s kolenom in mu jo vrnemo s sprednjim delom stopala). Sledi tek s spremembo smeri (puščica 6 in 7). V sredini nam partner poda žogo, ki jo sprejmemo, sledi strel na gol ter zadnji tek v smeri puščice 8. Pri različicah B, C in D namesto tehničnih elementov v sredini opravljamo različne gibalne naloge. Pri različici B poskoke ali skipinge preko palic, pri različici C različna koordinacijska gibanja na koordinacijski lestvi in pri različici D teke med stožci s spremembami smeri. To različico lahko kasneje izvajamo tudi z nogometno žogo.

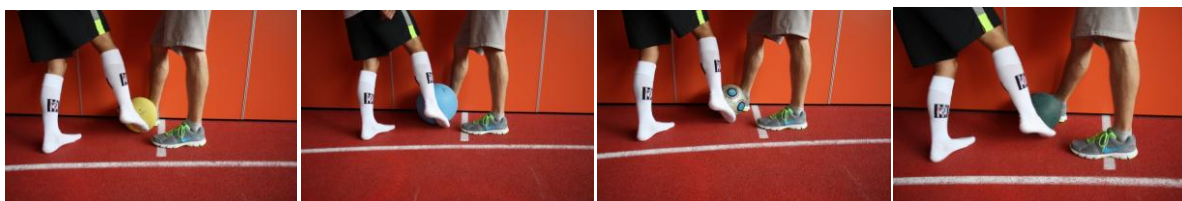
Raziskave s pomočjo analiziranja nogometnih tekem (Stolen idr., 2005) kažejo, da igralci večinoma šprintov izvedejo na razdalji med 10 in 25 metrov ter za to porabijo 3 do 5 sekund. Ti podatki nam služijo pri načrtovanju treningov, saj so prevladujoči energijski procesi pomemben faktor trenažnih procesov pri vračanju nogometašev v skupinske nogometne treninge. Nogometaši morajo trenirati tako v anaerobnih, kot aerobnih pogojih, saj profesionalni nogometaši v povprečju pretečejo od 10 (branilci) do 12 kilometrov (zvezni igralci).

Del nogometno specifičnega treninga, ki ga uvajamo v tej fazi, so tudi kontaktne situacije, ki predstavljajo pomemben element nogometne igre. Kontaktni elementi so v fazi rehabilitacije velikokrat spregledani. Igralci teh situacij niso vajeni in se prvič srečajo z njimi pri treningu z ostalimi soigralci, kjer je okolje veliko bolj nekontrolirano. S tem razlogom priporočamo uvedbo tega elementa nogometne igre najprej v nadzorovano okolje v procesu rehabilitacije. Če je igralčevo koleno sposobno nuditi odpor vagus/varus silam z in brez rotacij, so igralci sposobni prenašati sile, ki jih povzročajo kontaktne situacije (v Bizzini idr., 2012).

Kontaktne situacije lahko treniramo na različne načine:

Blokiranje udarcev

Blokiranje udarcev pri različnih kotih in pri različni intenzivnosti udarca. Na začetku uporabljamo mehke (manj napihnjene) nogometne žoge, kasneje priključimo trše medicinske žoge (slika 26). Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15-20 ponovitev. Vaja se izvaja z obema nogama.



Slika 26. Blokiranje udarcev (osebni arhiv).

Skrajno levo udarec v mehko žogo. Sledijo udarci v nekoliko tršo žogo, nogometno žogo in medicinko.

Udarjanje premikajočih predmetov z eno ного

Brca v blazino, medtem ko uravnavamo ravnotežje na nestabilni podlagi, s čimer vključujemo stabilizacijske vaje med izvajanjem kontakta. Uporaba nestabilnih površin pomaga pri pridobivanju različnih reakcijskih stabilizacijskih strategij (slika 27). Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev. Vaja se izvaja z obema nogama.



Slika 27. Udarjanje premikajočih predmetov (osebni arhiv).

Simulacija telesnih kontaktov na tleh in v zraku

Simulacija dvobojev ob udarcih z glavo v nadzorovanem okolju (v telovadnici). Igralec je osredotočen na pravilen pristanek na sprednji del stopala, kar pomaga pri absorpciji velikih sil pri doskoku (slika 28). Vaje izvajamo počasi in kontrolirano. Glede na stanje kolena izvedemo do 3 serije po 15–20 ponovitev.



Slika 28. Simulacija telesnih kontaktov.

Ponavljajoči se treningi pravilne tehnike doskoka omogočijo nogometašem razvoj priučenih reakcij pri doskoku, ki jim pomagajo preprečevati poškodbe med treningom oziroma tekmo (v Bizzini idr., 2012).

2.4 ČETRТА FAZA: FAZA VRNITVE K EKIPNIM TRENINGOM IN TEKAM

Četrto fazo razdelimo na dva dela.

2.4.1 DELNA VRNITEV K NOGOMETNIM TRENINGOM

Tabela 5. Delna vrnitev k nogometnim treningom (Bizzini idr., 2012).

Trajanje:	16.–24. teden do ?
Kriteriji za vstop v fazo 4a:	– brez bolečine/otekanja, – simetričen obseg gibanja, – optimalna nogometno specifična živčno-mišična kontrola, – moč štiriglave stegenske mišice ter zadnjih stegenskih mišic > 85 % neoperirane noge, – Hop index (opisano v nadaljevanju) > 80 % neoperirane noge.
Cilji:	– vrniti nogometaša k ekipnemu treningu brez omejitev (ustrezna raven tehničnih in fizičnih sposobnosti).
Treninig:	– vadba za moč/stabilizacijo trupa, – vadba za moč (okrepitev mišičnih skupin, ki so šibke), – vadba gibljivosti.

V tabeli 5 je prikazan potek faze delne vrnitve k nogometnim treningom.

Faza delne vrnitve k ekipnim treningom je zelo pomembna, saj predstavlja nekakšen most med vadbo v »nadzorovanem okolju« ter vadbo v »nenadzorovanem okolju«. V slednjem je nogometaš izpostavljen nepredvidljivim situacijam, na katere mora biti dobro pripravljen. V tej fazi igralci lahko sodelujejo v delu ekipnega treninga, kjer nimajo telesnega kontakta z drugimi igralci. Poleg tega pa izvajajo dodatni trening (moč, koordinacija, vzdržljivost, hitrost, gibljivost), saj se deficiti v moči in funkcionalnosti operirane noge kažejo 6 ali več mesecev po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Ravno neustrezna sorazmerja mišic nog povečujejo tveganje za ponovno poškodbo (v Bizzini idr., 2012).

2.4.2 POPOLNA VRNITEV K NOGOMETNIM TRENINGOM

Tabela 6. Popolna vrnitev k nogometnim treningom (Bizzini idr., 2012).

Trajanje:	– odvisno od posameznega primera.
Kriteriji za vstop v fazo 4b:	– brez bolečine/otekanja, – simetričen obseg gibanja, – optimalna nogometno specifična živčno-mišična kontrola, – moč štiriglave stegenske mišice ter zadnjih stegenskih mišic > 95 % neoperirane noge, – Hop index > 90 % neoperirane noge, – zadovoljivi rezultati pri testih Yo-Yo in RSSA (test ponavljajočih šprintov) (testa sta opisana v nadaljevanju).
Cilji:	– zaključna priprava nogometaša na tekmovalne obremenitve pri nogometu.

V tabeli 6 je prikazan potek faze popolne vrnitve k nogometnim treningom.

2.5 TESTNE BATERIJE

2.5.1 HOP TEST

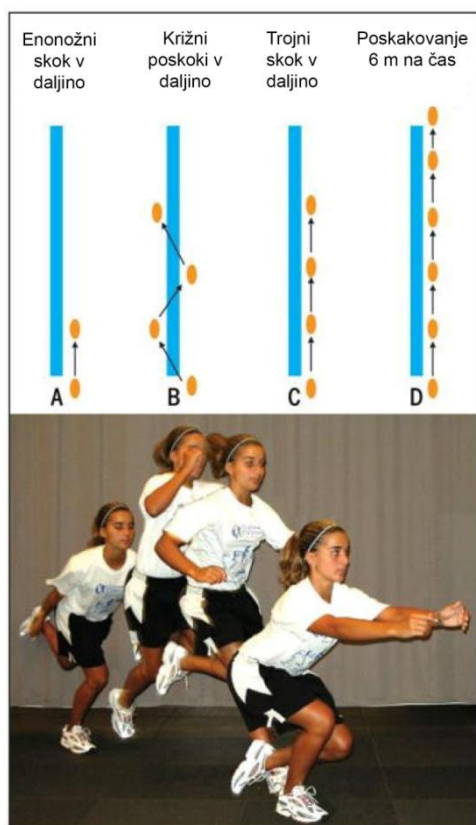
Myer idr. 2011 so predstavili testno baterijo, s katero odkrivamo deficite moči operirane noge pri unilateralnih gibanjih (npr. enonožni poskok). Pri bilateralnih gibanjih (sonožni poskok) deficiti niso razvidni, zato je uporaba enonožnih testov, s katerimi nadzorujemo šibkost operirane noge v razmerju z neoperirano nogo veliko bolj smiselna. Asimetrije v moči spodnjih ekstremitet so dejavnik tveganja za nastanek poškodb, zato se priporoča uporaba naslednjih testov.

ENONOŽNI SKOK V DALJINO: začetni položaj je stoja na nogi, katero testiramo. Merjenec začne skok z zamahom rok naprej, hkratno iztegne kolk in koleno ter skoči v daljino, kolikor daleč zmore, tako da lahko varno pristane na isti nogi. Stabiliziran, eno sekundo dolg pristanek na nogi, je potreben za uspešno izvedbo. Od dveh poskusov štejemo tistega z večjo dolžino skoka. Test se opravi na obeh nogah.

KRIŽNI POSKOKI V DALJINO: začetni položaj je stoja na nogi, katero testiramo. Merjenec začne skok z zamahom rok naprej, hkratno iztegne kolk in koleno ter skoči v daljino, kolikor daleč zmore, s tem da pristane na isti nogi, vendar na drugi strani linije, ki leži medialno na stojno nogo. Merjenec naredi še dva tekoča poskoka v daljino preko linije. Doskok pri zadnjem skoku mora zadržati eno sekundo. Zopet obravnavamo boljšega od dveh poskusov. Test se opravi na obeh nogah.

TROJNI SKOK V DALJINO: začetni položaj je stoja na nogi, katero testiramo. Merjenec začne skok z zamahom rok naprej, hkratno iztegne kolk in koleno ter skoči v daljino, kolikor daleč zmore, tako da lahko varno pristane na isti nogi. Ob doskoku tekoče nadaljuje gibanje v še dva zaporedna skoka, pri tretjem doskoku položaj zadrži in stabilizira eno sekundo za pravilno izvedbo. Zopet se upošteva daljši od obeh poskusov. Test se opravi za obe nogi.

POSKAKOVANJE 6 METROV NA ČAS: za izvajanje tega testa je priporočljiva ustrezna oprema (merilniki časa in hitrosti). Začetni položaj je stoja na nogi, katero testiramo. Merjenec začne skok z zamahom rok naprej, hkratno iztegne kolk in koleno ter skoči v daljino, kolikor daleč zmore, tako da lahko varno pristane na isti nogi. Pri začetnem položaju ima merjenec sprednji del stopala na začetnem oddajniku. Merjenje časa se začne, ko se pritisk prstov na podlago zaključi (ob odzivu) ter konča, ko prekine infrardeči žarek na razdalji šest metrov od začetne linije. Upoštevamo najhitrejši čas od dveh pravilnih izvedb. Test se opravi na obeh nogah.



Slika 29. Hop test (Myer idr., 2011).

Na sliki je prikazana izvedba hop testa.

2.5.2 IZOKINETIČNO OCENJEVANJE KOLENA

Izokinetično testiranje je sodobna in po vsem svetu uveljavljena standardna metoda za ocenjevanje mišične jakosti in moči dinamičnih stabilizatorjev kolena. Zlasti uporabno je pri enostranskih poškodbah kolena, pri katerih nepoškodovana stran predstavlja referenčno vrednost, s katero primerjamo vrednosti poškodovane strani. Večkratno testiranje pacienta omogoča časovno spremljanje poteka kliničnega zdravljenja in rehabilitacije pacienta ter omogoča objektivno spremljanje izboljšanja mišičnih zmogljivosti poškodovane strani ter nadaljnji napredek v rehabilitacijskem procesu vse do popolne, predvsem pa varne vrnitve k vsakodnevnim aktivnostim (Dervišević in Hadžić, 2009).

Pri zdravih ljudeh znašajo razlike v jakosti štiriglave stegenske mišice in zadnje lože stegna med obema stranema pod 10 %. Velike razlike v jakosti teh mišičnih skupin med obema stranema, zlasti pa štiriglave stegenske mišice so dejavnik tveganja za poškodbe spodnjega uda (Dervišević in Hadžić, 2009).

Poleg absolutnih vrednosti mišičnega navora in razlik med obema stranema običajno izračunamo še razmerja med mišicami, ki nam dajo podatke o mišičnem ravnovesju in sklepni stabilizaciji, kar je pomembno pri preprečevanju poškodb kolenskega sklepa. Dokaj običajna

ugotovitev je koncentrična šibkost zadnje lože stegna (upogibalk kolena) ob zelo dobrih vrednostih mišičnega navora štiriglave stegenske mišice (iztegovač kolena).

Računanje mišičnih razmerij (Dervišević in Hadžić, 2009)

To je razmerje med maksimalnim koncentričnim navorom mišic zadnje lože oziroma hamstringov (Hconc) in maksimalnim koncentričnim navorom štiriglave stegenske mišice (Qconc). To razmerje se uporablja za določanje funkcionalne sposobnosti mišic kolenskega sklepa. Dokazano je, da je razmerje HQR odvisno od hitrosti izvajanja kontrakcij: pri nizki hitrosti (60°/s) je normalno razmerje HQR okoli 0,60 (maksimalni navor mišic zadnjega dela je okoli 60 % maksimalnega navora mišic sprednjega dela stegna), pri srednjih in višjih hitrostih (180°/s, 240°/s) pa so vrednosti okoli 1,00 ali več.

Funkcionalni dinamično razmerje: DFR razmerje=Hecc/Qconc

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

Znotraj-mišična razmerja

Poleg računanja razmerij med mišicami lahko računamo tudi razmerja iste mišične skupine (znotraj-mišična razmerja). Gre za primerjavo ekscentričnih in koncentričnih navorov iste mišične skupine. Če izvedemo izokinetični test m. Quadriceps pri isti kotni hitrosti koncentrično in ekscentrično, mora biti razmerje ECC/CON večje od 1,00. To pomeni, da mora biti vrednost maksimalnega ekscentričnega navora mišice večja od maksimalnega koncentričnega navora iste mišice, kar potrjuje teorijo o odnosu sila-hitrost. Če povečamo hitrost merjenja, ker z naraščajočo hitrostjo raste ekscentrična sila, medtem ko koncentrična sila pada.

2.5.3 TEST PONAVLJAJOČIH ŠPRINTOV (RSSA)

Nogomet je kompleksen šport, ki zahteva ponavljanje različnih aktivnosti kot so tek, šprintanje in skoki. Igralci morajo velikokrat izvesti ponavljajoče, kratkotrajne maksimalne oziroma submaksimalne šprinte (1–7 s), z vmesnimi kratkimi pavzami. Sposobnost izvajanja večkratnih sprintov pri visoki hitrosti je pomemben dejavnik uspešnega nastopa na tekmi. Ravno zato je priporočljiva izvedba testov, sestavljenih iz več zaporednih šprintov, z vmesnimi kratkimi premori. Izvedba takšnih vaj nam zagotavlja fiziološke odgovore organizma, podobne intenzivnim obdobjem nogometne tekme (Impellizzeri, 2008).

Rampinni in drugi (2007) so pri profesionalnih nogometaših dokazali, da obstaja povezava med šprinti in visoko intenzivnimi teki, opravljenimi med uradno nogometno tekmo ter rezultati pri testu ponavljajočih šprintov. Pri slednjem igralci opravijo šest šprintov,

dolgih 2 x 20 metrov (dvajset metrov naprej, obrat, dvajset metrov nazaj) . Po vsakem šprintu sledi dvajset sekund pasivnega premora. Enkratna izvedba testa nam pomaga pri ocenitvi športnikovega trenutnega stanja, medtem ko nam večkratna izvedba testa v različnih delih sezone omogoči primerjavo ter ocenjevanje uspešnosti vadbenih vsebin.

Veljavnost testa nakazujejo razlike med nogometaši različnih nivojev tekmovanja (profesionalni nogometaši, pol-profesionalni nogometaši ter amaterji). Razlike pri rezultatih se pojavljajo tudi glede na igralne položaje nogometašev (branilci, bočni igralci, vezisti, napadalci). Zadostno zanesljivost kažejo le izračuni povprečja pridobljenih časov pri vseh šestih šprintih.

Tabela 7. Rezultati glede na stopnjo treniranosti in igralno pozicijo (Impellizzeri idr., 2008).

Stopnja tekmovanja	Povprečje rezultatov (s)
Profesionalni igralci	7.12 ± 0.17
Polprofesionalni igralci	7.20 ± 0.19
Amaterski igralci	7.55 ± 0.25
Igralna pozicija	
Centralni branilci	7.40 ± 0.28
Bočni branilci	7.18 ± 0.27
Vezni igralci	7.25 ± 0.27
napadalci	7.26 ± 0.21

2.5.4 TEST TRAJAJOČI TEK SEM-TJA (YO-YO TEST)

Nogometaševa aerobna in anaerobna kapaciteta je ena ključnih elementov, ki pogojujejo uspešen nastop na tekmi. YO-YO test nam zaradi svoje specifičnosti in praktičnosti omogoča ocenitev nogometaševe sposobnosti ponavljanja visoko intenzivnih obremenitev (Bangsbo idr., 2008).

YO-YO testi vsebujejo teke 2 x 20 metrov (sem ter tja) pri naraščajoči hitrosti, prekinjeni z deset sekundnimi intervali aktivnega odmora. Intervali obremenitve in odmora so vodeni preko slušnih signalov, predvajanih preko zvočnega medija. Posameznik teče, dokler je sposoben slediti tempu, in razdalja pretečena v tistem trenutku predstavlja njegov rezultat.

Obstajata dve stopnji testa. Stopnja 1 (Yo-Yo 1) se začne pri nižji hitrosti in hitrost je stopnjevana počasneje kot pri stopnji 2 (Yo-Yo 2). Pri treniranih osebah traja test YO-YO 1 10–20 minut in določa posameznikovo vzdržljivostno kapaciteto, saj privede posameznika do maksimalne aktivacije aerobnih energijskih sistemov. Yo-Yo 2 test traja 5–15 min in določa sposobnost ponavljanja intenzivnih obremenitev z večjim vključevanjem anaerobnih energijskih sistemov.

Ustreznost testov kažejo tudi rezultati, ki so glede na stopnjo oziroma rang tekmovanja boljši. Razlike se ne kažejo le med profesionalnimi ter amaterskimi nogometaši, temveč tudi med profesionalnimi nogometaši na različnih nivojih. Pri Yo-Yo 1 testu dosegajo nogometaši najvišjih nivojev rezultate okoli 2500 m (Yo-Yo 1) oziroma 1300 m (Yo-Yo 2).

3 SKLEP

S prepoznavanjem posameznikovih deficitov oziroma šibkosti lahko marsikatero poškodbo, ki nastane kot posledica nesimetrij oziroma neustreznih mišičnih razmerij, preprečimo. Kljub temu se pri večini športnih panog dogajajo nenačrtovane in nepredvidljive situacije, na katere posameznik ni pripravljen, in privedejo do poškodbe. Ko se to zgodi, je cilj vsakega športnika čim hitrejša vrnitev v normalen trenažni proces. Poškodba sprednje križne vezi je težka poškodba, ki ji sledi dolga in zahtevna rehabilitacija. Vsako leto jo utrpi približno tisoč nogometašev.

Tako v preventivi, kot tudi pri rehabilitaciji po poškodbi sprednje križne vezi je potrebno poznavanje in razumevanje anatomije in biomehanika kolenskega sklepa, ki je največji sklep v človeškem telesu.

Poškodba sprednje križne vezi je trd terapevtski oreh za vse udeležene v rehabilitaciji in zahteva združevanje strokovnih znanj medicinskih in športnih delavcev. Pomembna je tudi motivacija in želja športnika po uspešni vrnitvi, saj ga čaka fizično in psihično naporna ter dolgotrajna rehabilitacija.

Zelo pomembno je iskanje optimalnih rehabilitacijskih rešitev, ki športnika v čim krajšem času privedejo do uspešne vrnitve. Za dobro in učinkovito rehabilitacijo je potrebno veliko znanja in izkušenj, saj ne obstaja enoten rehabilitacijski program po poškodbi sprednje križne vezi, ki bi bil primeren za vsakega posameznika.

Pri izbiri trenažnih vsebin, sredstev in metod je nujno upoštevanje osnov športnega treniranja, ki temeljijo na postopnosti obremenjevanja. Predstavili smo temeljne vsebine rehabilitacije po operaciji sprednje križne vezi, ki nam pomagajo pri pripravi programa rehabilitacijskih treningov. Osredotočili smo se na osnovna sredstva rehabilitacije, pridobivanje mišične moči atrofiranih mišic in izboljšanja propriocepcije v kolenu. Poleg tega je potrebno vzdrževati oziroma izboljšati tudi ostale gibalne sposobnosti, zlasti deficite v moči in pomanjkanje gibljivosti, ki je pogost dejavnik tveganja za različne poškodbe.

Glavno orodje oziroma sredstvo pri nogometaših je nogometna žoga, ki jo poskušamo čimprej in čim pogosteje vključiti v rehabilitacijske treninge. Slednja služi kot motivacijsko sredstvo ter sredstvo nogometno živčno-mišične kontrole gibanja in stabilizacije kolena. Pomembna je namreč vadba v podobnih razmerah, ki jih pričakujemo na treningih in tekmah.

Kljub temu, da je nogometašem težko, ko ne morejo normalno trenirati, pa se morajo zavedati, da imajo v času vračanja po poškodbi priložnost za vrhunsko pripravo na nadaljevanje kariere in se lahko popolnoma posvetijo odpravljanju svojih telesnih pomanjkljivosti. Nezadostna mišična moč, neustrezna sorazmerja v jakosti mišic, slaba gibljivost in nesimetrična gibanja so dejavniki, ki bistveno povečajo možnost nastanka poškodb. Poleg normalne rehabilitacije po poškodbi križne vezi lahko to razmeroma dolgo obdobje čim bolj izkoristimo in minimaliziramo možnosti za nastanek novih poškodb v prihodnosti.

4 VIRI

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lazaro-Haro, C in Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.*, 17, 705–729.
- Bangsbo J., Iaia, F.M. in Krstrup, P. (2008). The Yo- Yo intermittent recovery test. *Sports medicine.*, 38(1), 37–51.
- Bizzini, M., Hancock, D. in Impellizzeri, F. (2012). Suggestions from the field for return to sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: Soccer. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy.*, 42(4), 304–312.
- Dahmane, R. (2005). *Ilustrirana anatomija*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Dervišević, E. in Hadžić, V. (2005). Športne poškodbe v Sloveniji. *Šport.* 53(2), 2–9.
- Dervišević, E. in Hadžić, V. (2009). Izokinetično ocenjevanje kolena. *Rehabilitacija.*, 8(1), 48–56.
- Hadžić, V. in Dervišević, E. (2005). Biomehanika kolena po poškodbi in rekonstrukciji sprednje križne vezi. *Šport.* 53(2), 16–24.
- Hlebš, S. (2014). *Funkcionalna anatomija spodnjega uda*. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castanga C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A in Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated- sprint test for football. *International journal of sports medicine*, 29, 899–905.
- Kavšek, N. (2002). Rehabilitacija poškodovanega kolena. V Koleno (str. 57–60). Celje: Zdravstveni dom Celje.
- Kobayashi, H., Kanamura, T., Koshida, S., Miyashita, K., Okado, T., Shimizu, T. in Yokoe, K. (2010). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in sports activities: a twenty- year clinical research of 1.700 athletes. *Journal of sports science and medicine.*, 9(4), 669–675.
- Košak, R. in Travnik, R. (2001). Anatomija in stabilnost kolenskega sklepa. V Zbornik izbranih predavanj simpozija o poškodbah in okvarah kolena (str. 8–17). Celje: Splošna in učna bolnica Celje.
- Myer, G. D., Schmitt, L., L., Brent, J. L., Ford, K. R., Barber Foss, K. D., Scherer, B. J.,... Hewett, T. E. (2011). Utilization of modified NFL combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy.*, 41(6), 377–387.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, 28, 228–235.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. in Wisloff, U. Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine.*, 35(6), 501–536.
- Van Grinsven, S., Van Cingel, R. E. H., Holla, C. J. M. in Van Loon, C. J. M. (2009). Evidence- based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.*, 10, 1128–1144.

- Zupanc, O. (2002). Poškodbe križnih vezi. V *Koleno* (str. 27–34). Celje: zdravstveni dom Celje.
- (2007). Validity of simple field tests as indicator of match- related physical performance in top- level professional soccer players. *International journal of sports*
- Zupanc, O. in Šarabon, N. (2003). Poškodbe prednje križne vezi. *Šport*, 51(4), 29–37.
- medicine*, 28, 228-235.