

**UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA VEDE O ZDRAVJU**

**VRAČANJE NOGOMETAŠEV V PROCES TRENINGA
PO REKONSTRUKCIJI SPREDNJE KRIŽNE VEZI**

DIPLOMSKA NALOGA

Študent: MATIC TEPEŠ

Mentor: doc. dr. JERNEJ ROŠKER

Somentor: doc. dr. MATEJ VOGLAR

Študijski program: študijski program 1. stopnje Aplikativna kineziologija

Izola, 2020

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Jerneju Roškerju, ki mi je skozi vsa leta študija posredoval znanje in mi nudil strokovno pomoč ter podporo pri izdelavi diplomske naloge.

Rad bi se zahvalil tudi svoji družini. Hvala staršema, da sta mi omogočila študij in me ob tem podpirala. Hvala, ker verjameta vame in mi vedno stojita ob strani. Hvala tudi tebi, sestrica, ki si bila vedno dober vzgled, in za vse spodbudne besede in pogovore, ki si mi jih namenila.

Posebna hvala tudi puncu in prijateljem za vso pomoč in podporo. Hvala, da ste verjeli vame in me spodbujali ves čas izdelave diplomske naloge.

IZJAVA O AVTORSTVU

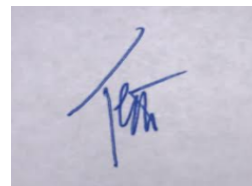
Spodaj podpisani *Matic Tepeš* izjavljam, da je:

- predložena diplomska naloga izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oziroma citirana v skladu s pravili UP Fakultete za vede o zdravju;
- se zavedam, da je plagiatorstvo po Zakonu avtorski in sorodnih pravicah Uradni list RS št. 16/2007 (v nadaljevanju ZASP) kaznivo.

Soglašam z objavo diplomske naloge v Repozitorju UP.

Izola, 16. 9. 2020

Podpis študenta:

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be 'Matic Tepeš'.

KLJUČNE INFORMACIJE O DELU

Naslov	Vračanje nogometaša v proces treninga po rekonstrukciji sprednje križne vezi
Tip dela	diplomska naloga
Avtor	TEPEŠ, Matic
Sekundarni avtorji	ROŠKER, Jernej (mentor), VOGLAR, Matej (somentor)
Institucija	Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju
Naslov inst.	Polje 42, 6310 Izola
Leto	2020
Strani	VI, 46 str., 8 pregl., 9 sl., 0 pril., 51 vir
Ključne besede	sprednja križna vez, nogomet, vračanje v šport, rehabilitacija
UDK	796.01
Jezik besedila	slv
Jezik povzetkov	slv/eng
Izvleček	<p>Namen diplomske naloge je bil predstaviti problematiko poškodbe sprednje križne vezi v nogometu. Zanimalo nas je, kakšna je stopnja vrnitve v šport, kakšni so kriteriji, ki jih mora dosegati nogometaš za čim bolj varno vrnitev v šport, in kakšni so vadbeni pristopi, predvsem v zaključni fazi rehabilitacije. Raziskave so pokazale, da je stopnja vrnitve v šport sicer zelo visoka, vendar je po daljši spremljavi odstotek tistih, ki se še vedno ukvarjajo s športom, na enaki ravni precej nižji. Prav tako se je izkazalo, da je statistična predstava igralcev po vrnitvi v šport slabša, kot je bila pred poškodbo. Ko govorimo o kriterijih za vrnitev v šport, so ob časovnih kriterijih ključnega pomena funkcionalna merila. Najpogosteje uporabljeni testi pred vrnitvijo v šport vključujejo teste poskokov in moči, kjer se pogosto uporablja izračun indeksa simetrije spodnjih okončin. Prav tako sta priporočljivi tudi ocena kakovosti gibanja in ocena telesne pripravljenosti športnika pred vrnitvijo v šport. Pomemben vidik je tudi psihološko stanje športnika. V zaključni fazi rehabilitacije je ključnega pomena integracija športno specifičnih vsebin. V diplomski nalogi so predstavljeni pristopi, ki temeljijo predvsem na rehabilitaciji na terenu, kjer je poudarek na obnovitvi kakovosti gibanja, telesne priprave, športno specifičnih gibanjih in progresivnem razvoju kronične obremenitve.</p>

KEY WORDS DOCUMENTATION

Title	Football player returning to practice after anterior cruciate ligament reconstruction
Type	Diploma work
Author	TEPEŠ, Matic
Secondary authors	ROŠKER, Jernej (mentor), VOGLAR, Matej (somentor)
Institution	University of Primorska, Faculty of Health Sciences
Address	Polje 42, 6310 Izola
Year	2020
Pages	VI, 46 p., 8 tab., 9 fig., 0 ann., 51 ref.
Keywords	anterior cruciate ligament, football, return to sport, rehabilitation
UDC	796.01
Language	slv
Abstract language	slv/eng
Abstract	<p>The aim of this paper was to present anterior cruciate ligament injury in football and why it is problematic. We were interested in the proportion of athletes returning to sport, the criteria that football players need to meet to return to sport safely and the nature of exercise approaches, especially in the final phase of rehabilitation. The research has shown that the proportion of athletes returning to sport is high; nonetheless, the proportion of those who practice sports on the same level as before is much lower. It was also determined that athletes' performance after returning to sport is statistically poorer than before their injury. When it comes to the criteria for returning to sport, two types of criteria are the most important: time and performance criteria. The most common tests to evaluate preparedness to return to sport are jump and strength tests, where lower limb symmetry index is often calculated. Moreover, movement quality assessment is also recommended, along with physical condition assessment of athletes before returning to sport. Another important factor to consider is athletes' psychological condition. The integration of sport-specific elements is crucial in the final phase of rehabilitation. The paper presents approaches, which are based on field rehabilitation, emphasising the restoration of athletes' level of movement quality, fitness, sport-specific movement and progressive development of chronic strains.</p>

KAZALO VSEBINE

KLJUČNE INFORMACIJE O DELU	I
KEY WORDS DOCUMENTATION	II
KAZALO VSEBINE.....	III
KAZALO SLIK.....	IV
KAZALO PREGLEDNIC.....	V
SEZNAM KRATIC.....	VI
1 UVOD	1
2 NAMEN IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA.....	5
3 METODE DELA.....	6
4 REZULTATI.....	10
4.1 Uspešnost vrnitve v šport in stopnja ponovne poškodbe	10
4.2 Testi in kriteriji za vrnitev v šport.....	12
4.3 Rehabilitacijski pristopi v zaključni fazi za nogometaša	14
5 RAZPRAVA	16
5.1 Uspešnost vrnitve v šport nogometašev.....	16
5.2 Testi in kriteriji za vrnitev v šport nogometašev	17
5.3 Zaključna faza rehabilitacije nogometašev po rekonstrukciji sprednje križne vezi ...	25
5.3.1 Rehabilitacija na terenu	27
5.3.2 Napotki za vadbo moči.....	34
5.3.3 Vadba pliometrije	38
6 ZAKLJUČEK.....	40
7 VIRI.....	41

KAZALO SLIK

Slika 1:	Shematski prikaz iskanja literature za prvo raziskovalno vprašanje.....	7
Slika 2:	Shematski prikaz iskanja literature za drugo raziskovalno vprašanje.....	8
Slika 3:	Shematski prikaz iskanja literature za tretje raziskovalno vprašanje.....	9
Slika 4:	(A) Enonožni hop-test, (B) trojni enonožni hop-test, (C) navzkrižni enonožni hop-test	20
Slika 5:	Yo-Yo intermittent recovery test	25
Slika 6:	Dva primera vaj v odprti kinetični verigi, (1) ekstenzija v kolenu, (2) fleksija kolena	35
Slika 7:	Šest primerov enonožnih in sonožnih vaj v zaprti kinetični verigi, (1) front squat, (2) split squat, (3) pistol squat, (4) mrtvi dvig, (5) good morning, (6) step-ups.....	36
Slika 8:	Sonožni doskok z zunanjo pozornostjo	39
Slika 9:	Enonožni poskok z zunanjo pozornostjo.....	39

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled člankov o uspešnosti vrnitve v šport za nogometaše	10
Preglednica 2: Pregled člankov o kriterijih za vrnitev v šport.....	12
Preglednica 3: Pregled člankov o rehabilitacijskih pristopih v zaključni fazi rehabilitacije ...	14
Preglednica 4: Različne faze vrnitve v šport	26
Preglednica 5: Pet stopenj pozne faze rehabilitacije in rehabilitacije na terenu za nogometaša po rekonstrukciji sprednje križne vezi	30
Preglednica 6: Primer progresivne obremenitve nogometaša med fazami rehabilitacije na terenu	34
Preglednica 7: Štiri faze protokola vadbe moči	34
Preglednica 8: Kriteriji moči za različne aktivnosti	36

SEZNAM KRATIC

ACL-RSI	Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Inury (vrnitev v šport po poškodbi)
ADL	Activities of Daily Living (aktivnosti vsakdanjega življenja)
AP	Anaerobni prag
BW	Body weight (telesna teža)
EPIC	Estimated Preinjury Capacity (ocena zmogljivosti pred poškodbo)
GPS	Global positioning system (sistem globalnega pozicioniranja)
H/Q	Razmerje sprednja/zadnja stegenska mišica
HR	Heart rate (srčni utrip)
IKDC	International Knee Documentation Committee (Mednarodni odbor za dokumentacijo kolena)
KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (lestvica poškodbe kolena in osteoartritisa)
LESS	Landing Error Scoring System (sistem točkovanja napak pri doskoku)
LSI	Limb Symmetry Index (indeks simetrije spodnjih okončin)
MZMK	Maksimalna zavestna mišična kontrakcija
PEP	Prevent and enhance performance programme (program za preventivo in izboljšanje učinkovitosti)
PRO	Patient Reported Outcomes (rezultati, o katerih poročajo bolniki)
PT/BW	Maksimalni navor/telesna teža
RM	One Rep Max (maksimalna ponovitev)
RSSA	Repeated shuttle sprint ability test (ponavljajoči se preizkus sposobnosti sprinta)
SRS	Stopnja razvoja sile
TAS	Tegner Activity Scale (lestvica aktivnosti Tegner)
TE-TA	Tehnika-taktika

1 UVOD

Nogomet je eden izmed najpopularnejših športov na svetu, s katerim se po podatkih, ki jih beleži FIFA, ukvarja približno 300 milijonov aktivnih igralcev. Poškodba sprednje križne vezi je v nogometu pogosta, saj nogometaši zaradi nje pogosto tudi končajo svojo kariero (Bizzini, Hancock in Impellizzeri, 2012). Sprednja križna vez ima pomembno vlogo pri kinematiki kolena, saj preprečuje prekomerne anteriorno usmerjene in rotacijske gibe golenice. Njena poškodba povzroči funkcionalno nestabilnost kolena, kar športniku oteži izvajanje poskokov, rotacijskih gibanj in hitrih sprememb smeri gibanja. Petersen, Taheri, Forkel in Zantop (2014) navajajo, da lahko funkcionalna nestabilnost nadalje povzroči dodatne poškodbe drugih kolenskih struktur. Zato je še posebej pri športnikih, ki se imajo namen vrniti v šport, priporočljiva kirurška rekonstrukcija, s katero zagotovimo pasivno stabilnost kolena.

Uspešna rehabilitacija športnika po rekonstrukciji sprednje križne vezi je kompleksna in zahtevna. Zanj je potreben biopsihosocialni pristop, nanj pa vpliva več dejavnikov. Norouzi, Esfandiarpour, Mehdizadeh, Yousefzadeh in Parnianpour (2019) menijo, da večina rehabilitacijskih pristopov ni dovolj celovitih in ne zagotavljajo zadostne intenzivnosti ali pa niso dovolj specifični, da bi športnika v celoti pripravili na zahteve športa, s katerim se ukvarja in v katerega se namerava vrniti. V zadnjih nekaj letih je bilo predstavljenih veliko uspešnih programov rehabilitacije, kar je pospešilo vrnitev v športne aktivnosti po operaciji. Vendar večina predstavljenih raziskav zajema le vidike akutnega pooperativnega obdobja. Le redko se omenja podrobnosti o pristopih v zaključnih fazah rehabilitacije. Della Villa idr. (2012) navajajo, da je zdravniška pomoč športnikom v prvih mesecih po operaciji zelo velika, vendar se le-ta postopno zmanjšuje, ko se rehabilitacija bliža zaključni fazi. Športnik je tako pogosto prepuščen nasvetom trenerja, ki je bolj usposobljen za treniranje zdravih športnikov, kot takšnih, ki okrevajo po operaciji. Na tak način lahko pride do zapletov in nepopolnega okrevanja. Tudi če ne pride do zapletov, je zaključna faza rehabilitacije sprednje križne vezi profesionalnih športnikov tvegana in občutljiva ter je le redko nadzorovana s strani zdravnika ali specialista za rehabilitacijo, kar lahko vodi do nepopolne rehabilitacije in povišanja tveganja za ponovno poškodbo.

Kljub številnim napredkom na tem področju v zadnjih letih je odstotek vrnitve v šport in poznejša stopnja ponovne poškodbe nezadovoljiva. Tudi v dobro urejenih profesionalnih okoljih se običajno 20 do 25 % športnikov ne uspe vrniti v šport na enako raven (Buckthorpe, 2019). Tisti, ki se vrnejo, pa večinoma to storijo pri nesprejemljivem tveganju za ponoven nastanek poškodbe. Omenjeni avtor navaja, da je skupno tveganje za ponovno poškodbo 15-odstotno, medtem ko imajo mladi športniki 30 % možnosti ponovne poškodbe v prvih dveh letih od prvotne poškodbe. Omenjeni podatki nakazujejo potrebo po optimizaciji procesa rehabilitacije poškodbe sprednje križne vezi.

Poškodba sprednje križne vezi je v svetu športa zelo pogosta, še posebej pri športnikih, starih 15–25 let (Della Villa idr., 2012). Omenjeni vir navaja, da lahko poškodba sprednje križne vezi privede do zmanjšane funkcije spodnjih okončin. Z namenom vrnitve v športno aktivnost, kjer prihaja do veliko sprememb smeri gibanja in hitrosti, ter izvedbe poskokov

(košarka, nogomet idr.) športniki opravijo kirurško rekonstrukcijo. Čeprav so kirurške tehnike zelo pomembne, ima kakovostna rehabilitacija ključno vlogo pri okrevanju po operaciji.

V nogometu je prisotno veliko teka s spremembo smeri, skokov, doskokov, udarcev, obratov in kontaktne igre. Alentorn-Geli idr. (2009) ugotavljajo, da se večina poškodb sprednje križne vezi pri nogometaših zgodi brez fizičnega kontakta med dvema igralcema. Omenjeni avtorji navajajo, da pogoste igralne situacije, pri katerih pride do nekontaktne poškodbe, vključujejo spremembo smeri v kombinaciji z zaviranjem, doskokih na iztegnjeno nogo ali doskokih, kjer pride do zasuka v kolenu pri skoraj polni ali polni ekstenziji ter z »zasajenim« stopalom. Drugi opisani mehanizmi poškodbe vključujejo hiperekstenzijo in hiperfleksijo kolena, valgus in varus, notranjo in zunanjo rotacijo ter anterotranslacijsko silo. Raziskave kažejo, da kombinacija sil povzroči večje obremenitve na sprednjo križno vez, kot zgoraj omenjeni izolirani gibi in navori (Alentorn-Geli idr., 2009). Tako na primer sama notranja ali zunanja rotacija kolena ali valgus in varus ne obremenjujejo sprednje križne vezi v takšnem obsegu, kot se to zgodi pri kombinaciji gibov, kot na primer anteriorno usmerjena sila pridružena valgusu ali notranji rotaciji kolena. Grassi idr. (2017) so v svoji raziskavi analizirali 34 videoposnetkov poškodbe sprednje križne vezi pri nogometaših. Najpogostejši vzorec poškodbe glede na položaj medenice, kolena in gležnja je bil addukcija (65 %) in fleksija (79 %) kolka, koleno v valgusu (82 %) in zgodnji fleksiji (59 %) ter stopalo v pronaciji (59 %) in zunanji rotaciji (56 %). Glede na položaj telesa so opazili, da je bilo telo v 74 % primerov medialno glede na poškodovano koleno in v 85 % primerov medialno glede na stopalo poškodovane noge. Stojna noga je bila poškodovana v 91 % primerov. Od tega je bila v 59 % primerov celotna teža na poškodovani nogi, v 26 % je bila večina teže na stojni nogi, v 6 % pa je bila teža na nepoškodovani nogi. V vseh treh primerih (9 %), kjer je bila poškodovana nepodporna noga, je poškodbo povzročil neposreden stik.

Bien in Dubuque (2015) navajata, da rekonstrukcija sprednje križne vezi povzroči spremenjeno biomehaniko kolena in spremenjene gibalne vzorce. Omenjene spremembe so opazne pri številnih športno specifičnih gibanjih, kot so enonožni poskoki, bočni poskoki in doskoki ter tek s spremembo smeri. Omenjena avtorja navajata tudi, da so lahko te spremembe prisotne od šest mesecev in tudi do dve leti po operaciji, tudi pri nekaterih športnikih, ki so se vrnil na tekmovalno raven. Ruptura sprednje križne vezi vodi v mehansko nestabilnost kolena in posledično vpliva na živčno-mišični nadzor zaradi motnje mehanoreceptorjev znotraj križnega ligamenta. Laboute, Verhaeghe, Ucay in Minden (2019) navajajo, da aferentne proprioceptivne informacije prihajajo iz sklepnih, mišičnih in kožnih receptorjev. 2,5 % križne vezi je sestavljeno iz senzoričnih elementov. Ti pa so sestavljeni iz počasnih prilagajajočih se receptorjev, ki so občutljivi na položaj sklepov in hitro prilagodljivih receptorjev, ki so občutljivi na spremembe hitrosti ali smeri med premikanjem sklepov. Zaradi uporabe različnih receptorjev in vloge statičnega stabilizatorja igra SKV tudi vlogo dinamičnega stabilizatorja, ki omogoča prilagajanje mišične napetosti med sklepi (Boerboom idr., 2008). Študije nakazujejo, da so proprioceptivni deficiti odgovorni za nestabilnost v kolenskem sklepu po poškodbi sprednje križne vezi, tudi ob odsotnosti drugih večjih motoričnih deficitov. Poškodba sprednje križne vezi in posledično spremembe v

motorični kontroli vplivajo na spremembo propriocepcije in medmišično koordinacijo. Poškodba sprednje križne vezi se zato lahko obravnava kot nevrofiziološka disfunkcija in ne le kot preprosta mišično-skeletna poškodba.

Bolečina, ki je nedvomno prisotna po rekonstrukciji sprednje križne vezi, ima lahko velike posledice pri živčno-mišičnem nadzoru in sproži prilagoditve, ki so lahko dolgoročno škodljive pri funkcionalnosti gibanja (Bien in Dubuque, 2015). Te adaptacije se sprožijo z namenom, da zaščitijo poškodovani predel kolena in vključujejo: prerazporeditev aktivnosti znotraj mišic ali med njimi in spremembe mehničnega vedenja, vključno s togostjo ali spremenjenimi gibalnimi vzorci. Omenjeni avtorji navajajo, da čeprav te adaptacije pripomorejo h kratkoročnemu olajšanju, pa lahko povzročijo zmanjšan obseg giba v kolenu, zmanjšano variabilnost gibanja in povečano obremenitev v nekaterih predelih kolenskega sklepa. Dolgoročno ima to negativen vpliv na zdravje kolena, tveganje ponovne poškodbe in športno udejstvovanje. Tucker, Larsson, Oknelid in Hodges (2012) podpirajo to ugotovitev, saj so ugotovili, da na pravilno aktivacijo štiriglave stegenske mišice ne vpliva samo bolečina, ampak tudi anticipacija bolečine.

Thomas, Villwock, Wojtys in Palmieri-Smith (2013) so ugotovili, da so primanjkljaji v moči mišic fleksorjev in ekstenzorjev kolena po rekonstrukciji prisotni dalj časa kot deficit ekstenzorjev kolka, primikalk kolka in plantarnih fleksorjev gležnja, ki so okrevali hitreje. Številne študije so potrdile, da je po rekonstrukciji sprednje križne vezi prisoten velik deficit zadnjih stegenskih mišic, še posebej pri večjih kotih fleksije. Ristanis idr. (2009) so ugotovili, da je pri osebah s presadkom iz zadnje stegenske mišice prisotna zamuda pri aktivaciji zadnje stegenske mišice. Prav tako so imele osebe z omenjenim presadkom boljšo medialno aktivacijo v primerjavi z lateralno aktivacijo zadnje stegenske mišice. Spremembe v aktivaciji zadnje stegenske mišice lahko prispevajo k spremenjeni mehaniki spodnjih okončin pri osebah po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Mnoge študije so dokazale oslabiljenost fleksorjev kolena oziroma štiriglave stegenske mišice ter deficite v aktivaciji tako v zgodnjem kot tudi poznem pooperativnem obdobju. V zgodnjem obdobju je navadno prisoten izliv v kolenu, ki povzroči inhibicijo štiriglave stegenske mišice in spremembe v aferentnih povratnih informacijah (Bien in Dubuque, 2015). Omenjeni avtorji omenjajo tudi deficite v stopnji razvoja sile, ki je pomemben dejavnik pri sposobnosti pospeševanja, zaustavljanja in spremembi smeri.

Dingenen in Gokeler (2017) v svoji raziskavi ugotavljata, da je odstotek vrnitve v šport pri nogometaših zelo visok (>90 %) po enem letu od rekonstrukcije sprednje križne vezi, vendar po treh letih jih je od tega le še 65 % igralo na najvišji ravni. Do podobne ugotovitve prihajajo tudi Niederer, Engeroff, Wilke, Vogt in Banzer (2018), ki so opazovali 125 nogometašev po poškodbi sprednje križne vezi. Odstotek vrnitve v šport je bil 98,2 %, vrnitev na enako raven kot pred poškodbo pa 59,4 %. Pet let po operaciji se jih je 69,9 % še vedno ukvarjalo z nogometom. Omenjeni avtorji navajajo tudi, da sta pri nogometaših po rekonstrukciji sprednje križne vezi opazni tudi slabša statistika na uradnih tekmah (manj zadetkov, točnih podaj in igranih minut) in krajša kariera.

Na žalost ne obstaja zlati standard, ki bi določal uspešnost vrnitve v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Van Melick idr. (2016) navajajo, da je prav to največja težava pri odločanju o vrnitvi v šport. Trenutno ni znano, katere meritve in kriteriji določajo varno vrnitev v šport z minimalnim tveganjem ponovne poškodbe. Pri 3–22 % športnikov namreč pride do ponovne poškodbe operiranega kolena, 3–24 % pa si poškoduje kontralateralno sprednjo križno vez v prvih petih letih po prvotni rekonstrukciji. Buckthorpe (2019) navaja, da se tudi v vrhunskem športu 20–25 % športnikov ne uspe uspešno vrniti po poškodbi. To dejstvo nakazuje na to, da programi funkcionalne rehabilitacije in kriteriji za vrnitev v športno aktivnost potrebujejo izboljšave in optimizacijo. Omenjeni avtor navaja, da se športniki pogosto vrnejo v šport s prisotnimi deficiti v živčno-mišični funkciji in kakovosti gibanja ter nezadostno športno-specifično telesno pripravljenostjo. V preglednem članku Bizzini idr. (2012) navajajo, da kar nekaj avtorjev opisuje napotke za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi, vendar le malo raziskav specifično omenja vrnitev na tekmovalno raven nogometa. Omenjeni vir poudarja, da je za uspešno rehabilitacijo nogometaša treba razumeti fizične zahteve njegovega športa in raven tekmovanja, na katero se ima namen vrniti. V diplomski nalogi bomo podrobneje pregledali sodobne pristope predvsem v zaključnih fazah rehabilitacije po rekonstrukciji sprednje križne vezi pri nogometaših. Prav tako bomo pregledali sodobne kriterije in priporočila za vrnitev v šport.

2 NAMEN IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Namen diplomske naloge je na podlagi pregledane znanstvene literature predstaviti problematiko poškodbe sprednje križne vezi pri nogometaših.

Zastavili smo si tri cilje:

1. Preveriti uspešnost vrnitve na tekmovalno raven po poškodbi sprednje križne vezi pri nogometaših
2. Posodobiti kriterije za odločanje o vrnitvi v proces treninga in na tekmovalno raven
3. Preveriti sodobne pristope k vadbi v zaključni fazi rehabilitacije

Na podlagi pregledanega bomo podali posodobljena priporočila za vadbo v zaključnem delu rehabilitacije in fazo vračanja nogometaša na športni teren.

3 METODE DELA

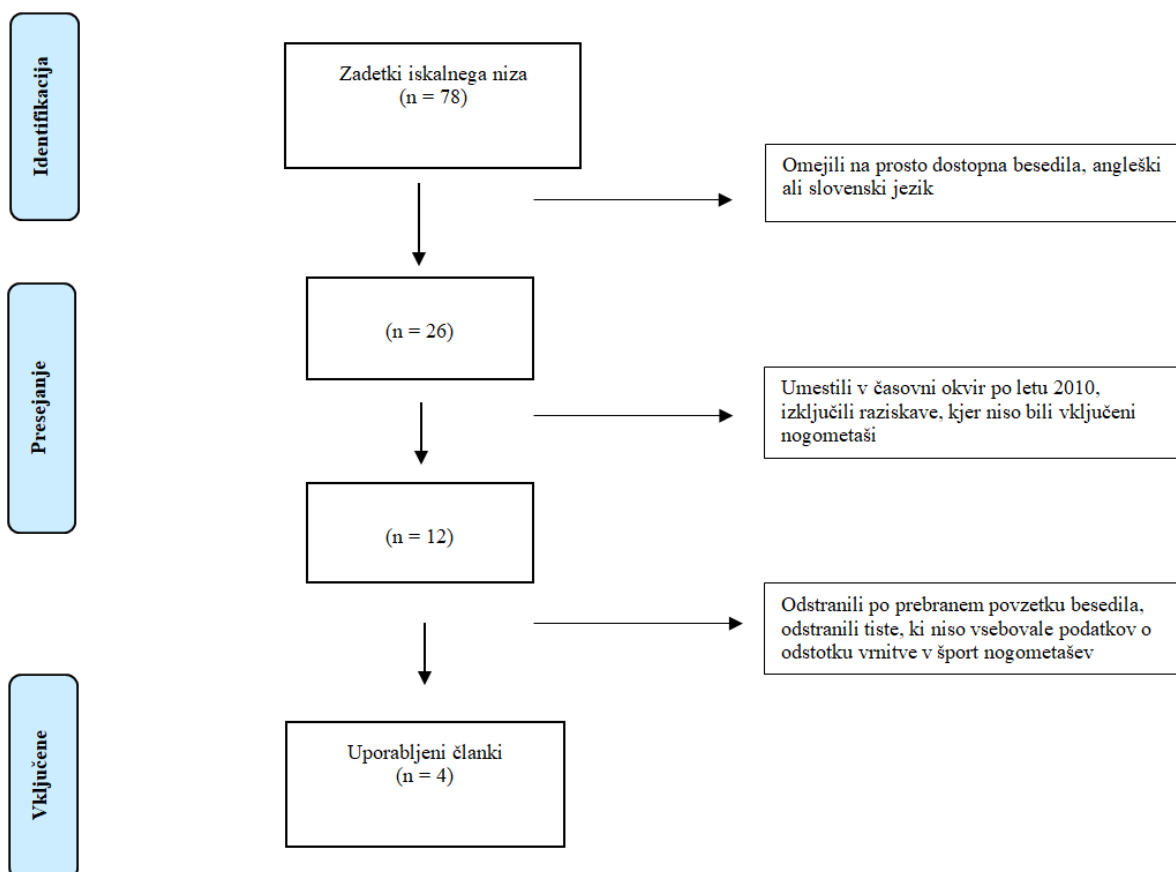
Opravljen je bil obsežen pregled znanstvene literature na temo poškodbe sprednje križne vezi pri nogometaših. Uporabljeni so bili naslednji iskalni nizi za različne cilje: ACL (injury) AND (soccer) AND (injury) AND (return to sport OR return to play) za pregled uspešnosti vrnitve v nogomet, ACL AND (rehabilitation) AND (return to sport OR return to play) AND (soccer OR football) za pregled različnih pristopov k rehabilitaciji ter ACL AND (return to sport) OR (return to play) AND criteria AND (testing OR measurements) AND (quadriceps OR hamstring) AND (performance) za pregled kriterijev za vračanje v proces treninga, oziroma na športni teren.

V pregled literature so bile vključene raziskave, ki so izpolnjevale naslednje kriterije:

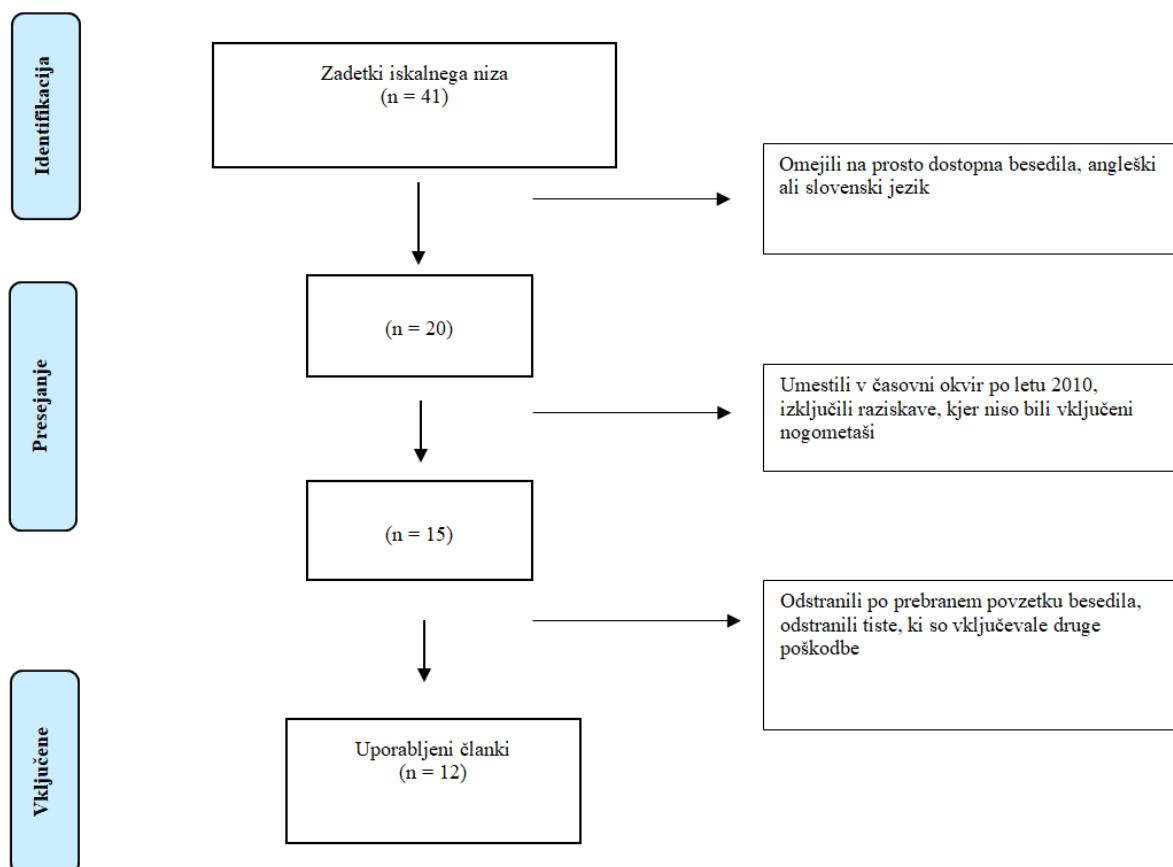
- raziskave, izvedene med letoma 2010 in 2020;
- dostopno celotno besedilo;
- angleški ali slovenski jezik;
- raziskave, ki vsebujejo različne rehabilitacijske pristope po rekonstrukciji sprednje križne vezi;
- raziskave, kjer je opisan rehabilitacijski program po poškodbi sprednje križne vezi za nogometaša;
- raziskave, ki se osredotočajo na zaključno fazo rehabilitacije po rekonstrukciji sprednje križne vezi;
- raziskave, ki opisujejo različne kriterije za vrnitev v šport ali njihovo uspešnost;
- raziskave, v katere so vključeni nogometaši.

Iz pregleda so bile izključene:

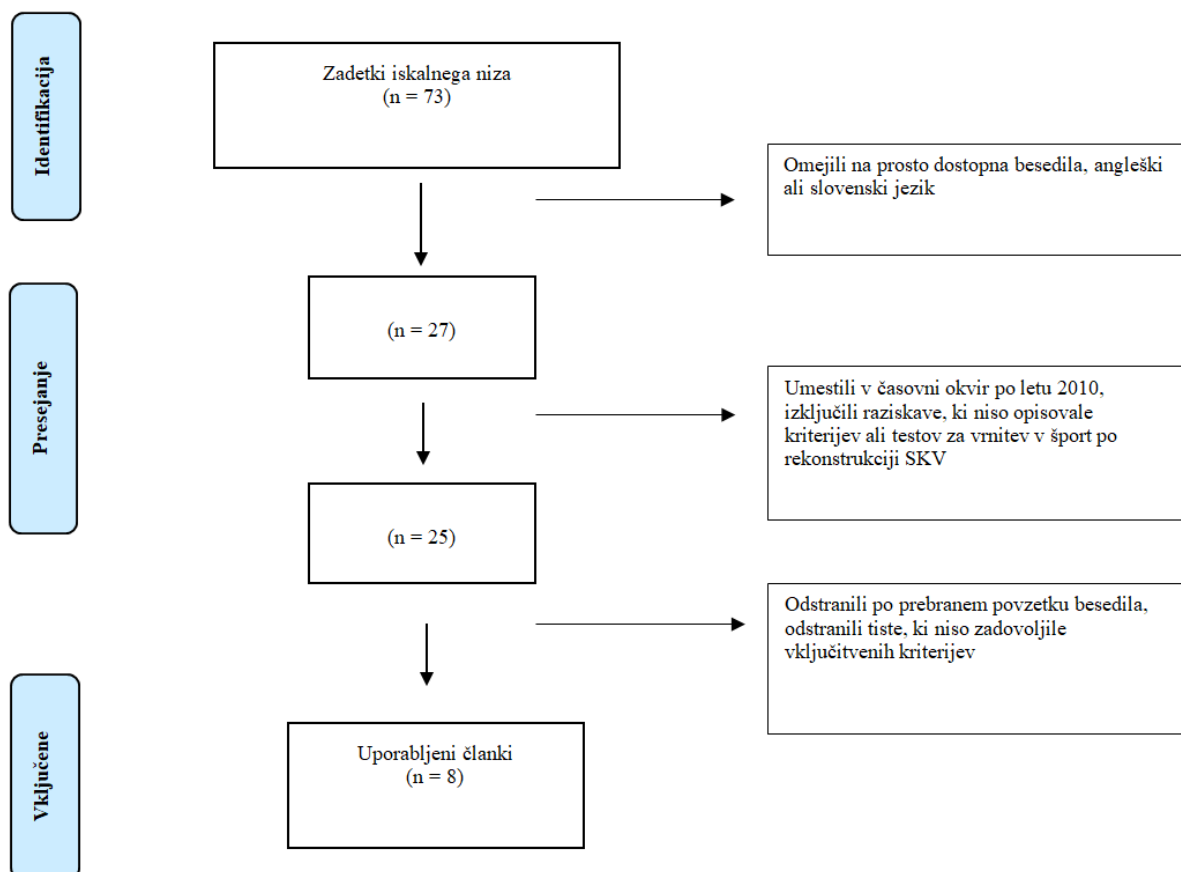
- raziskave, izvedene pred letom 2010;
- raziskave, ki se niso izključno osredotočale na poškodbo sprednje križne vezi;
- raziskave, ki so podrobneje opisovale druge športe.



Slika 1: Shematski prikaz iskanja literature za prvo raziskovalno vprašanje



Slika 2: Shematski prikaz iskanja literature za drugo raziskovalno vprašanje



Slika 3: Shematski prikaz iskanja literature za tretje raziskovalno vprašanje

4 REZULTATI

Na podlagi vključitvenih in izključitvenih kriterijev smo pridobljene raziskave razvrstili glede na zastavljene cilje. V prvi cilj smo vključili štiri raziskave (preglednica 1), ki so podrobneje opisovale vrnitev v nogomet po poškodbi sprednje križne vezi. Drugemu cilju je ustrezalo 12 raziskav (preglednica 2), ki vključujejo različne teste in kriterije za vrnitev v šport. Tretjemu cilju pa je v našem pregledu ustrezalo osem raziskav (preglednica 3), ki opisujejo različne pristope k rehabilitaciji po rekonstrukciji sprednje križne vezi.

4.1 Uspešnost vrnitve v šport in stopnja ponovne poškodbe

Preglednica 1: Pregled člankov o uspešnosti vrnitve v šport za nogometaše

Avtor	Naslov	Vzorec	Metode	Stopnja vrnitve	Čas vrnitve in stopnja ponovne poškodbe	Rezultati
Zaffagnini idr. (2014)	Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in professional soccer players	21 profesionalnih nogometašev	Enak rehabilitacijski protokol, spremljali 3, 6 in 12 mesecev po operaciji ter 4 leta po operaciji	Po 12 mesecih se je 95 % vrnilo na enako raven.	186 ± 53 dni, 1 nogometaš (5 %)	Rehabilitacija je omogočila 95 % in 62 % profesionalnim nogometašem vrnitev na enako raven po 1 letu in 4 letih po operaciji.
Walden, Hagglund, Magnusson in Ekstrand (2016)	ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65 % of players still play at the top level 3 years after ACL rupture	157 poškodb sprednje križne vezi, 140 popolnih ruptur in 17 delnih ruptur. 138 jih je opravilo rekonstrukcijo	Spremljava 78 nogometnih klubov med 2001 in 2015	130 od 134 nogometašev se je vrnilo na enako raven (97 %)	201,5 ± 58 dni, 3 igralci (2,2 %)	97 % se jih je vrnilo na enako raven, 2 igralca sta zaključila kariero, pri 3 je prišlo do ponovne poškodbe, 4 so bili še vedno v postopku rehabilitacije. Po treh letih je od 93 spremljanih igralcev 81 (87,1 %) še igralo nogomet, od tega 64,5 % na enaki ravni.
Barth idr. (2019)	The negative impact of anterior cruciate ligament reconstruction in professional male	176 profesionalnih nogometašev	Pregled javno dostopnih virov, poročil o poškodbi nogometašev, ki so opravili rekonstrukcijo med letoma 1996 in 2015	164 (93,2 %) se jih je uspešno vrnilo v šport na tekmovalno raven	310,9 ± 14,9 dneva, (15,9 %) je utrpelo ponovno poškodbo, (11,6 %) ipsilateralno ponovljivo poškodbo in	Po rekonstrukciji so igralci beležili slabšo statistiko na tekmah prvi dve do tri sezone. Odstotek tekem v začetni postavi, število zadetkov pa se je zmanjšalo v vseh nadaljnjih sezonah.

Avtor	Naslov	Vzorec	Metode	Stopnja vrnitve	Čas vrnitve in stopnja ponovne poškodbe	Rezultati
		footballers			(4,3 %) kontralateraln o rupturo	
Niederer idr. (2018)	Return to play, performance and career duration after ACL rupture: a case-control study in the five biggest football nations in Europe	132 poškodb pri 125 različnih nogometaših	5-letna študija, moški nogometaši prvih dveh lig petih najmočnejših evropskih nogometnih držav, poškodovani med sezonama 2010/2011 in 2011/2012	Vrnitev v šport 98,2 %, vrnitev na enako raven 59,4 %	209 ± 93 dni, 9,5 %.	Po 5 letih jih je 69,9 % še vedno igralo nogomet, 40,9 % na enaki ravni. Tisti po poškodbi so imeli krajšo kariero in slabšo statistiko na tekmah v sezonah po poškodbi

Prvi zastavljeni cilj diplomske naloge je bil pregledati uspešnost vrnitve v šport pri nogometaših po rekonstrukciji sprednje križne vezi, uspešnost nadaljnjega udejstvovanja v tekmovalnem športu in stopnjo ponovne poškodbe. Raziskave, ki smo jih pregledali, so predstavljene v kronološkem vrstnem redu. V vseh omenjenih raziskavah je bila ugotovljena visoka stopnja vrnitve v šport, ki se giblje med 95 in 98,2 %. Po daljši spremljavi vrnitve v šport pa je odstotek tistih, ki so še vedno igrali nogomet, nekoliko nižji. Prav tako je bil nižji odstotek tistih, ki so igrali na enaki ravni kot pred poškodbo. Bizzini in Silvers (2014) navajata, da je po štiriletni spremljavi 71 % nogometašev še vedno igralo na tekmovalni ravni, 62 % jih je igralo na enaki ravni, 9 % pa jih je igralo na nižji ravni, vendar zaradi težav, ki niso bile povezane s poškodbo kolena. Walden idr. (2016) so spremljali nogometaše tri leta po vrnitvi v šport po poškodbi sprednje križne vezi. Po triletni spremljavi so bili podatki dostopni za 93 nogometašev. 81 jih je še vedno igralo nogomet (87,1 %), od tega jih je 60 (64,5 %) igralo na enaki ravni, 21 (22,6 %) na nižji ravni, 12 pa jih je zaključilo svojo nogometno kariero. Niederer idr. (2018) poročajo o 59,4-odstotni vrnitvi na enako raven. Pet let po vrnitvi je 69,9 % nogometašev še vedno igralo nogomet, vendar le 40,9 % na enaki ravni kot pred poškodbo. Omenjeni avtorji prav tako navajajo, da so imeli nogometaši, ki so se vrnili v šport, krajšo kariero in slabšo statistiko na tekmah v sezonah po poškodbi. Do podobnih spoznanj prihajajo tudi Barth idr. (2018), ki navajajo, da je bila statistična predstava igralcev po rekonstrukciji slabša kot pred poškodbo (manj tekem na sezono, minut na sezono in minut na tekmo). Prav tako se je zmanjšalo število doseženih zadetkov na sezono glede na statistiko pred poškodbo. Omenjeni avtorji poročajo o 15,9-odstotni stopnji ponovne poškodbe sprednje križne vezi, v povprečnem času $525,7 \pm 82,6$ dneva po prvotni rekonstrukciji. Devetnajst igralcev (11,6 %) je utrpelo ipsilateralno rupturo, medtem ko je sedem igralcev (4,3 %) utrpelo kontralateralno rupturo. Niederer idr. (2018) pa so v svoji raziskavi navedli 9,5-odstotno stopnjo ponovne poškodbe.

4.2 Testi in kriteriji za vrnitev v šport

Preglednica 2: Pregled člankov o kriterijih za vrnitev v šport

Avtor	Naslov	Vzorec	Testi	Obdobje	Rezultati
Barber-Westin in Noyes (2011b)	Factors Used to Determine Return to Unrestricted Sports Activities After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction	Pregledni članek, 264 člankov			264 obravnavanih raziskav. Od tega 40 % ni navedlo nobenih kriterijev, v 32 % je bil čas edini opisan kriterij, v 15 % je bil opisan čas vključno s subjektivnimi kriteriji. Le 13 % je omenjalo objektivne kriterije za vrnitev v šport.
Barber-Westin in Noyes (2011a)	Objective Criteria for Return to Athletics After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Subsequent Reinjury Rates: A Systematic Review	Pregledni članek, 21 raziskav			Uporaba treh objektivnih kriterijev za vrnitev v šport: moč spodnjih okončin, simetrija spodnjih okončin in pregled obsega giba ter izliva ali otekline.
Angelozzi idr. (2012)	Rate of Force Development as an Adjunctive Outcome Measure for Return-to-Sport Decisions After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction	45 profesionalnih nogometašev	IKDC, Tegner score, KT1000, izometrični test moči za določanje maksimalne izometrične kontrakcije (MPIK) in stopnje razvoja sile (SRS)	Pred operacijo, 6 mesecev in 12 mesecev po operaciji	MPIK po 6 mesecih je bila 97 % povprečne vrednosti pred poškodbo, po 6 mesecih so bile SRS ₃₀ , SRS ₅₀ in SRS ₉₀ vrednosti 80 %, 77 % in 63 % v primerjavi z vrednostmi pred poškodbo. Vrednosti SRS so presegle 90 % šele po 12 mesecih po operaciji.
Herbst idr. (2015)	Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: clinical application of a new test battery	69 športnikov z unilateralno rekonstrukcijo sprednje križne vezi	Enonožni in sonožni testi stabilnosti, counter movement jumps, speedy jumps, pliometrični poskoki in quick feet test	Prvi test 170,7 ± 75,1 dneva po operaciji, ponovni test v povprečju 239,1 ± 79,7 dneva po operaciji	Po prvem in drugem testiranju je 15,9 in 17,4 % športnikov doseglo kriterije za vrnitev v netekmovalne športe, eden je dosegel kriterije za vrnitev v tekmovalni šport po drugem testiranju. Največji omejitveni dejavnik tveganja je bila slaba vrednost LSI.
Rambaud idr. (2017)	Criteria for Return to Sport after Anterior Cruciate Ligament reconstruction with lower reinjury risk (CR'STAL study): protocol for a prospective observational study in France	275 športnikov	Analiza posturalnega nadzora, vprašalniki (IKDC, TSK-11), star excursion test ravnotežja, hoptesti, izokinetični testi	6, 9 in 12 mesecev po operaciji, triletna spremljava	Rezultati raziskave še niso znani. Objavljeni bodo predvidoma sredi leta 2020. Članek opisuje protokol baterije testov za določanje pripravljenosti vrnitve v šport.
Davies, McCarty, Provencher in Manske (2017)	ACL return to Sport Guidelines and Criteria	Pregledni članek			

Avtor	Naslov	Vzorec	Testi	Obdobje	Rezultati
Werner idr. (2018)	Decision to Return to Sport Participation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part II: Self-Reported and Functional Performance outcomes	Dve skupini: 18, ki so se vrnili v šport (RTS), in 12, ki se niso vrnili (NRTS).	Subjektivni vprašalniki, star excursion test ravnotežja, enonožni hop-testi, izokinetični testi in step-down-to-fatigue test	Minimalno 1 leto po operaciji	Skupina NRTS je imela slabše rezultate pri subjektivnih vprašalnikih, pri funkcionalnih testih ni bilo večjih razlik.
van Melick, van Rijn, Nijhuis-van der Sanden, Hoogbeem in van Cingel (2019)	Fatigue affects quality of movement more in ACL-reconstructed soccer players than in healthy soccer players	14 rekreativnih nogometašev z rekonstrukcijo sprednje križne vezi in 19 zdravih nogometašev	Hop-testi, countermovement jump	12,4 meseca po operaciji	V rezultatih kvantitativnih testov ni bilo razlik med skupinama. Razlike so bile prisotne v kakovosti gibanja, ki je bila poslabšana v stanju utrujenosti v primerjavi s kontrolno skupino.
Wellsandt, Failla in Snyder-Mackler (2017)	Limb Symmetry Indexes Can Overestimate Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Injury				
Norouzi idr. (2019)	Lower extremity kinematic analysis in male athletes with unilateral anterior cruciate reconstruction in a jump-landing task and its association with return to sport criteria	27 nogometašev (14 doseglo kriterije, 13 jih ni) in 15 zdravih nogometašev	Kinematična ocena, jump-landing test	Vsaj 6 mesecev po operaciji	Manjši kot abdukcije v kolku pri skupinah nogometašev, ki so se in ki se niso vrnili v šport, v primerjavi z zdravo kontrolno skupino. Inverzija v gležnju je bila veliko manjša kot pri ostalih dveh skupinah. V kinematiki kolena ni bilo razlik.
Kaplan in Witvrouw (2019)	When Is It Safe to Return to Sport After ACL Reconstruction? Reviewing the Criteria	Pregledni članek, 83 člankov			5 glavnih kriterijev za vrnitev v šport: psihološki dejavniki, funkcionalni testi, testi moči, čas ter spremenljivi in nespremenljivi dejavniki tveganja.
Welling, Benjaminse, Lemmink in Gokeler (2020)	Passing return to sports tests after ACL reconstruction is associated with greater likelihood for return to sport but fail to identify second injury risk	64 oseb (primerjava tistih, ki so se vrnili v šport, in tistih, ki se niso)	Hop-testi, testi poskokov in doskokov (LESS), izokinetični testi	10,1 ± 1,0 mesecev po operaciji	Skupina, ki se je vrnila v šport, je imela nižje vrednosti LESS, boljše rezultate pri hop-testih z obema nogama in boljšo moč zadnje stegenske mišice poškodovane noge. Ni bilo razlik v rezultatih med tistimi, ki so utrpeli ponovno poškodbo, in tistimi, ki je niso.

Drugi cilj diplomske naloge je bil pregledati in analizirati sodobne teste in kriterije za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi pri nogometaših. Po pregledu literature na izbrano tematiko smo po upoštevanju vključitvenih in izključitvenih meril natančneje pregledali 12 raziskav, ki so navedene v preglednici 2 po kronološkem vrstnem redu.

Najpogosteje omenjeni testi za oceno športnikove pripravljenosti so enonožni testi poskokov (angl. hop tests). Omenjeni testi se izvajajo v različnih oblikah, kot so enonožni poskok, »cikcak« poskoki, trojni poskok in 6-metrski tempirani poskoki. Na podlagi rezultatov se izračuna indeks simetrije spodnjih okončin (LSI – Limb Symmetry Index), ki primerja poškodovano in nepoškodovano nogo. Kot kriterij za vrnitev v šport se običajno uporabni vrednost LSI > 90 %. Med najpogostejše teste se uvrščajo tudi izokinetične meritve moči, različni testi stabilnosti, testi za oceno kakovosti gibanja in subjektivni vprašalniki za samooceno športnikove zmogljivosti. Kot sprejemljivi kriteriji meritev mišične moči se prav tako navaja LSI > 90 % moči glede na nepoškodovano nogo. Angelozzi idr. (2012) so prvi opisali stopnjo razvoja sile kot kriterij odločanja za vrnitev v šport. Ugotovili so, da so kljub skoraj popolni povrnitvi maksimalne zavestne izometrične kontrakcije mišic še vedno prisotni defeciti v stopnji razvoja sile šest mesecev po operaciji. Stopnja razvoja sile je presegla 90 % vrednosti pred poškodbo šele po 12 mesecih. V sodobni literaturi se že nekaj časa opozarja na pomembnost upoštevanja funkcionalnih kriterijev pred časovnimi merili za odločanje o vrnitvi v šport. Vendar pa Kaplan in Witvrouw (2019) poročata, da je priporočljivo čas rehabilitacije podaljšati od predhodnih priporočil (šest mesecev) na vsaj devet mesecev. Dokazano je namreč bilo, da lahko ta ukrep zmanjša možnost ponovne poškodbe za 84 %.

4.3 Rehabilitacijski pristopi v zaključni fazi za nogometaša

Preglednica 3: Pregled člankov o rehabilitacijskih pristopih v zaključni fazi rehabilitacije

Avtor	Naslov	Intervencija	Rezultati
Bizzini idr. (2012)	Suggestions From the Field for Return to Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer	Rehabilitacija na terenu	Priporoča se nogometno specifičen funkcionalen rehabilitacijski program. Integracija nogometnih elementov v zgodnji fazi rehabilitacije. Štiri faze rehabilitacije s kriteriji za prehod med fazami do vrnitve v trening.
Bien in Dubuque (2015)	Considerations for late stage ACL rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance	Pregledni članek, 136 člankov	Dejavniki za uspešno vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi so večfaktorski. Spremembe v živčno-mišičnem sistemu, mehanika gibanja, psihološka priprava in defeciti v motoričnem učenju so pomembni dejavniki v pozni fazi rehabilitacije.
van Melick idr. (2016)	Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus	Sistematični pregledni članek, 90 študij	Rehabilitacija po poškodbi sprednje križne vezi mora vsebovati predrehabilitacijsko fazo in tri pooperativne faze, ki temeljijo na doseganju kriterijev: (1) faza za odpravo defecitov, (2) športno specifičen trening in (3) faza vrnitve v šport. Uporaba baterije testiv za odločanje o vrnitvi v šport mora vsebovati teste moči, hop-teste, oceno kakovosti gibanja in psihološke priprave.
Buckthorpe, Della Villa, Della Villa in Roi (2019a)	On-field Rehabilitation Part 1: 4 Pillars of High-Quality On-Field Rehabilitation Are Restoring Movement Quality, Physical Conditioning, Restoring Sport-Specific Skills, and Progressively Developing Chronic Training Load	Klinični komentar, rehabilitacija na terenu	Štirje stebri rehabilitacije na terenu: obnovitev kakovosti gibanja, kondicijska priprava, povrnitev športno specifičnih spretnosti in razvoj progresivnega obremenjevanja

Avtor	Naslov	Intervencija	Rezultati
Buckthorpe, Della Villa, Della Villa in Roi (2019b)	On-field Rehabilitation Part 2: A 5-Stage Program for the Soccer Player Focused on Linear Movements, Soccer-Specific Skills, Soccer-Specific Movements, and Modified Practice	Klinični komentar, rehabilitacija na terenu	5-stopenjska rehabilitacija na terenu za nogometaša po poškodbi sprednje križne vezi, ki se osredotoča na linearno gibanje, gibanje v več smereh, nogometna tehnično taktična znanja, nogometna gibanja in simulacijo nogometnega treninga.
Welling, Benjaminse, Lemmink, Dingenen in Gokeler (2019)	Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction in amateur male soccer players	Raziskava, 38 moških nogometašev amaterjev, 30 nogometašev amaterjev kontrolna skupina	Primerjava rezultatov protokola treninga moči nogometašev po rekonstrukciji sprednje križne vezi v primerjavi z zdravimi nogometaši in vpliv treninga na maksimalno moč kvadricepsa in zadnje stegenske mišice. Ni večjih razlik v moči 7 mesecev po operaciji, 65 % jih je imelo LSI > 90 % 10 mesecev po operaciji za moč kvadricepsa.
Gokeler, Neuhaus, Benjaminse, Grooms in Baumeister (2019)	Principles of Motor Learning to Support Neuroplasticity After ACL Injury: Implications for Optimizing Performance and Reducing Risk of Second ACL Injury	Principi motoričnega učenja	Sodobni rehabilitacijski programi se ne osredotočajo na deficite, povezane s prvotno poškodbo. Motorično učenje za ponovno pridobitev motoričnih sposobnosti in nevroplastične zmogljivosti ni vključeno v rehabilitacijske programe. Članek opisuje principe motoričnega učenja za integracijo v rehabilitacijo za izboljšanje funkcionalnosti in zmanjšanje možnosti za ponovno poškodbo.
Buckthorpe (2019)	Optimising the Late-Stage Rehabilitation and Return-to-Sport Training and Testing Process After ACL Reconstruction	Pregledni članek	Članek opisuje dejavnike, ki so pomembni za proces vrnitve v šport, vendar do sedaj niso bili dovolj raziskani ali uporabljeni v procesu rehabilitacije. Ti dejavniki so: eksplozivna živčno-mišična izvedba, deficiti v kakovosti gibanja, vpliv utrujenosti in pomanjkanje športno specifičnega treninga.

Tretji cilj diplomske naloge je bil pregledati in opisati rehabilitacijske pristope, predvsem v zaključni fazi rehabilitacije nogometašev po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Po pregledu znanstvene literature in upoštevanju vključitvenih in izključitvenih kriterijev smo podrobneje pregledali osem člankov na omenjeno tematiko. Bizzini idr. (2012) priporočajo integracijo nogometno specifičnih vsebin in opisujejo štiri faze rehabilitacije ter kriterije za prehode med posameznimi fazami. Kadar govorimo o zaključni fazi rehabilitacije, je rehabilitacija na terenu ključnega pomena. Le-ta namreč deluje kot most med začetnimi fazami rehabilitacije in vrnitvijo v šport. Buckthorpe idr. (2019a) opisujejo glavne stebre rehabilitacije na terenu, ki temeljijo na obnovitvi kakovosti gibanja, kondicijski pripravi, povrnitvi športno specifičnih spretnosti in razvoju progresivnega obremenjevanja. Gokeler idr. (2019) navajajo, da se sodobni rehabilitacijski programi ne osredotočajo na deficite, ki so povezani s prvotno poškodbo sprednje križne vezi. Omenjeni avtorji opisujejo principe motoričnega učenja za integracijo v rehabilitacijo za izboljšanje funkcionalnosti in zmanjšanje možnosti za ponovno poškodbo. Tudi Buckthorpe (2019) opisuje nekatere dejavnike, za katere meni, da do sedaj niso bili dovolj raziskani ali uporabljeni v procesu rehabilitacije. Ti dejavniki so eksplozivna živčno-mišična izvedba, deficiti v kakovosti gibanja, vpliv utrujenosti in pomanjkanje športno specifičnega treninga.

5 RAZPRAVA

5.1 Uspešnost vrnitve v šport nogometašev

Glede na pregled literature je očitno, da je uspešnost vrnitve v šport po poškodbi sprednje križne vezi nezadovoljiva. Odstotek nogometašev, ki se vrnejo na tekmovalno raven po poškodbi sprednje križne vezi, je sicer visok, vendar je po daljši spremljavi odstotek tistih, ki še vedno igrajo na enaki ravni, precej nižji. Zaskrbljujoči so tudi podatki o stopnjah ponovne poškodbe. Zaffagnini idr. (2014) poročajo 95-odstotno vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi 21 profesionalnih nogometašev 12 mesecev po operaciji. Rehabilitacija je trajala 157 ± 49 dni, čas nastopa na uradni tekmi pa je bil 186 ± 53 dni po operaciji. Po štiriletni spremljavi jih je 62 % še vedno igralo na enaki ravni kot pred poškodbo. Skupno je po zadnji spremljavi 71 % teh nogometašev še vedno igralo nogomet na tekmovalni ravni. Ponovna poškodba pa je bila zabeležena pri enem nogometašu (5 %). Raziskavo s precej večjim vzorcem so opravili Walden idr. (2016), ki so ob spremljavi 78 nogometnih klubov med letoma 2001 in 2015 zabeležili 157 poškodb sprednje križne vezi, od tega 140 popolnih in 17 delnih ruptur. Tudi v tej raziskavi so opazni podobni trendi. 138 igralcev, ki so utrpeli popolno rupturo sprednje križne vezi, je opravilo kirurško rekonstrukcijo. Vsi razen štirih igralcev, ki so bili še vedno v procesu rehabilitacije, so se vrnili v proces treninga, kar pomeni kar 97-odstotno vrnitev na enako raven. Čas vrnitve v proces treninga je znašal $201,5 \pm 58$ dni, čas nastopa na uradni tekmi pa $225,0 \pm 80,3$ dneva. Po triletni spremljavi 93 igralcev jih je 81 (87,1 %) še vedno igralo nogomet, od tega 60 (64,5 %) na enaki ravni kot pred poškodbo, 21 (22,6 %) na nižji ravni, 12 pa jih je zaključilo z nogometno kariero. Čeprav so se v omenjeni raziskavi praktično vsi nogometaši uspeli vrniti v proces treninga, je pet igralcev (4 %) utrpelo ponovno rupturo sprednje križne vezi v zaključni fazi rehabilitacije ali pred nastopom na prvi tekmi po poškodbi. Nadalje so štirje igralci (3 %) utrpeli ponovno rupturo v prvih treh mesecih po vrnitvi v tekmovalje, eden od njih celo na prvi tekmi po zaključeni rehabilitaciji. Ponovna poškodba sprednje križne vezi, ki se zgodi v zaključni fazi rehabilitacije ali v zgodnji vrnitvi v šport, se lahko dojema kot rehabilitacijski neuspeh. V raziskavi sicer ni podrobneje opisan proces rehabilitacije. Prav tako ni navedeno, ali je bila pred vrnitvijo v šport opravljena kakršna koli baterija testov in kakšni so bili kriteriji za vrnitev v proces treninga ali na tekmovalno raven. Tudi tisti nogometaši, ki se uspejo vrniti v šport, imajo določene posledice. Barth idr. (2018) namreč v svoji raziskavi ugotavljajo, da imajo nogometaši po rekonstrukciji sprednje križne vezi v povprečju krajšo kariero in beležijo slabšo statistiko na tekmah po vrnitvi v šport. V svoji raziskavi so spremljali 176 profesionalnih nogometašev. Podobno kot pri ostalih raziskavah je bil tudi tukaj odstotek vrnitve visok (93,2 %). Čas vrnitve je bil $310,9 \pm 14,9$ dneva po operaciji. Skupno je pri 26 igralcih (15,9 %) prišlo do ponovne rupture sprednje križne vezi $525,7 \pm 82,6$ dneva po prvotni rekonstrukciji. Statistično gledano, so igralci, ki so se vrnili v šport po poškodbi sprednje križne vezi, beležili manj tekem na sezono, minut na sezono, minut na tekmo, dosegli manj golov na sezono in napravili več prekrškov na sezono v primerjavi s statistiko pred poškodbo. Za položaj branilca je podatek o storjenih prekrških primernejše statistično merilo kot podatek o doseženih zadetkih. Avtorji navajajo, da večje število storjenih

prekrškov nakazuje na dejstvo, da so bili branilci manj spretni ob obrambnih akcijah in pri zavedanju položaja na igrišču po poškodbi sprednje križne vezi. Nasprotno sicer navajajo Erickson idr. (2013), ki v svoji raziskavi niso opazili občutnih sprememb v statistični predstavi igralcev po rekonstrukciji sprednje križne vezi v Major League Soccer. Izjema sta bila dva statistična podatka, in sicer manjše število strelav na gol in asistenc. Uporabili so tudi občutno manjši vzorec igralcev. O krajši karieri in slabši statistiki nogometašev po poškodbi sprednje križne vezi poročata tudi Niederer in Wilke (2018), ki v svoji raziskavi prav tako navajata visok odstotek vrnitve po poškodbi. Zabeležili so 132 poškodb pri 125 igralcih. 98,2 % se jih je vrnilo v šport, od tega 59,4 % na enako raven. Čas vrnitve na uradno tekmo je znašal 209 ± 93 dni. Po petletni spremljavi jih je od tega skupno le še 69,9 % igralo nogomet, 40,9 % od tega na enaki ravni kot pred poškodbo. Omenjeni avtorji prav tako navajajo razlike v času vrnitve v šport za različne igralne položaje nogometašev. Analiza je pokazala, da so vratarji (150 ± 47 dni) in branilci (192 ± 94 dni) potrebovali manj časa za vrnitev v šport v primerjavi z napadalci (238 ± 109 dni). Vratarji so se vrnilo tudi hitreje v primerjavi s krilnimi igralci (196 ± 34 dni) in ofenzivnimi veznimi igralci (201 ± 72 dni). Razvidno je, da so bolj ofenzivno usmerjeni igralci potrebovali več časa za vrnitev v šport. Razlog za slednje so lahko razlike v tehničnih, psiholoških in taktičnih zahtevah, ki lahko vodijo v različne biomehanske zahteve in obremenitve na kolenski sklep. Po opisanih ugotovitvah lahko zaključimo, da je odstotek vrnitve v šport pri nogometaših visok, vendar se ta odstotek občutno zmanjša, ko govorimo o vrnitvi na enako raven. Prav tako so nezadovoljivi podatki o stopnji ponovne poškodbe in o uspešnosti nadaljnje kariere. Ob omenjenih podatkih se poraja vprašanje, kakšni kriteriji se uporabljajo ob odločitvi za vrnitev v šport pri nogometaših in tudi kakšni so pristopi v zaključni fazi rehabilitacije, ki mora športnika optimalno pripraviti na zahteve svojega športa s čim manjšim tveganjem za ponovno poškodbo.

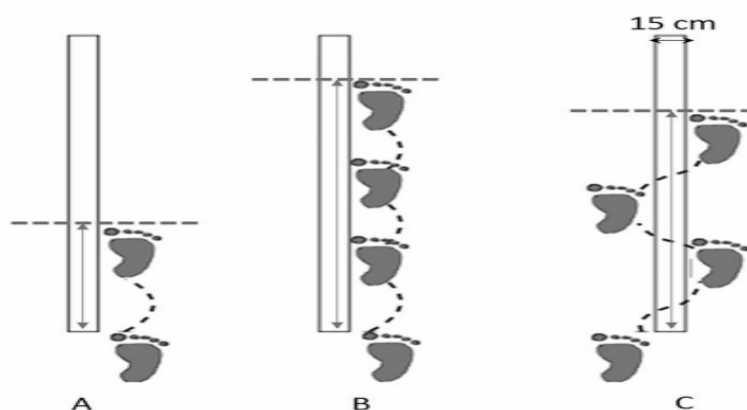
5.2 Testi in kriteriji za vrnitev v šport nogometašev

Dovoliti športniku, da se vrne v proces treninga in na tekmovalno raven po poškodbi sprednje križne vezi, je vsekakor zelo zahtevna in kompleksna odločitev. V literaturi se poraja vprašanje o primernih in optimalnih funkcionalnih kriterijih, ki bi se morali uporabljati pri odločanju o vrnitvi v šport. Glede na številne spremenljivke, ki lahko vplivajo na končno odločitev o vrnitvi v šport, se zdi očitno, da mora biti proces rehabilitacije in vrnitve v šport postopen in prilagojen posamezniku. Barber-Westin in Noyes (2011a) sta bila prva, ki sta opravila obsežnejši pregled literature o uporabi kriterijev za vrnitev v neomejeno športno aktivnost po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Omenjena avtorja sta opravila pregled 264 raziskav. V 32 % raziskavah je bil čas po operaciji edini kriterij za vrnitev v šport. V 15 % raziskav je bil naveden čas po operaciji skupno s subjektivnimi kriteriji, le 13 % (35) raziskav pa je navajalo objektivne kriterije za vrnitev v šport. Od teh 35 raziskav je 9 % uporabilo kriterije moči med 80 in 90 % za sprednjo in zadnjo stegensko mišico v primerjavi s kontralateralno nogo, 6 % raziskav je uporabilo obseg giba in izliv v kolenu, 4 % je uporabilo enonožne teste poskoka, ena raziskava je uporabila stabilnost, ena pa samo subjektivne vprašalnike. Ista avtorja sta v drugem preglednem članku istega leta opravila tudi podrobnejši sistematski pregled objektivnih kriterijev za vrnitev v šport. Najpogosteje uporabljeni kriteriji

so bili: moč spodnjih okončin, indeks simetrije spodnjih okončin (LSI – Limb Symmetry Index) ter parametri obsega giba in izliva ali otekline v kolenskem sklepu. Le ena raziskava je podala konkretna priporočila za izokinetična testiranja. Avtorji so zahtevali od >80 % do >90 % mišične moči v primerjavi s kontralateralno stranjo za vrnitev v šport. Podanih ni bilo nobenih priporočil za minimalno razmerje moči med sprednjo in zadnjo stegensko mišico. Tri študije so za pogoj vrnitve v šport navedle <1 cm ali <0,5 cm razlike v primerjavi obsega stegen poškodovane in nepoškodovane noge. Kot drugi najpogostejši objektivni kriterij za vrnitev v šport Barber-Westin in Noyes (2011a) navajata LSI, merjen z uporabo enonožnih hop-testov. V sedmih študijah je doseganje kriterija za vrnitev v šport od športnika bilo zahtevano, da je sposoben s poškodovano nogo opraviti >90 % razdalje v primerjavi z nepoškodovano nogo. Kot tretji najpogostejši kriterij pa se priporočata poln obseg giba in popolna odsotnost otekline in izliva v kolenskem sklepu. Herbst idr. (2015) v svoji raziskavi opisujejo baterijo funkcionalnih testov, ki jo je opravilo 69 oseb. Uporabljeni so bili naslednji testi: sonožni in enonožni testi stabilnosti, sonožni in enonožni »counter-movement jump« z merjeno višino in silo, »speedy« poskoki, kjer merjenec izvaja hitre poskoke v smeri naprej in v stran, pliometrični poskoki in »quick feet« test, kjer merjenec izvaja hiter skiping v smeri naprej in nazaj. Vrednosti opravljenih testov so bile razdeljene v pet kategorij: »zelo dobro«, »dobro«, »normalno«, »slabo« in »zelo slabo«. Za izračun LSI se je uporabila vrednost poškodovane noge deljena z vrednostjo nepoškodovane noge pomnoženo s 100. Za teste stabilnosti, »quick feet« test in »speedy« poskoke so bile nižje vrednosti upoštevane kot boljši rezultat, tako je bil tudi izračun indeksa simetrije drugačen. V tem primeru je bila vrednost nepoškodovane noge deljena z vrednostjo poškodovane noge in pomnožena s 100. Za doseganje kriterijev za vrnitev v šport je bilo treba doseči vsaj »normalno«, tisti, ki pa so se nameravali vrniti v tekmovalne visoko tvegane športe za poškodbo (smučanje, nogomet itd.), pa so morali doseči vsaj normativno vrednost »dobro«. Kriterij za indeks simetrije spodnjih okončin je bil zahtevan >90 % za dominantno in >80 % za nedominantno nogo. Ob prvi izvedbi testiranja (5,6 meseca po operaciji) je le 11 (15,9 %) od 69 oseb izpolnilo kriterije za varno vrnitev športno udeleževanje, vendar na tej točki nihče od 63 oseb ni dosegal kriterijev za vrnitev v šport na tekmovalno visoko tvegano raven. Po drugi izvedbi testiranja (osem mesecev po operaciji) je bilo 12 oseb (17,4 %) pripravljenih za vrnitev v športno udeleževanje, le eden pa je dosegal kriterije za vrnitev v šport na tekmovalno raven. Najpomembnejša ugotovitev raziskave je bila, da so bili osem mesecev po rekonstrukciji sprednje križne vezi pri 82,6 % oseb še vedno prisotni številni deficiti v primerjavi z zdravo kontrolno skupino. Ob uporabi striktnih kriterijev pa je le ena oseba dosegla kriterije za varno vrnitev v tekmovalni šport. Te ugotovitve je v prihodnosti treba upoštevati pri odločanju o vrnitvi športnika na tekmovalno raven in s tem preprečiti predčasno vrnitev. Številni se namreč v šport vrnejo prehitro glede na njihove funkcionalne sposobnosti ali biomehanske lastnosti presadka, kar lahko tudi izdatno poveča tveganje za ponovno poškodbo. Barber-Westin in Noyes (2011b) navajata, da večina raziskav, kljub zaznani visoki variabilnosti časa vrnitve v šport (od ≥ 12 tednov do ≥ 12 mesecev) navaja obdobje šest mesecev ali več kot dovoljeno časovno obdobje za vrnitev v šport. Omenjena avtorja prav tako navajata, da izbira vrste presadka sprednje križne vezi nima večjega vpliva na čas vrnitve. Kaplan in Witvrouw (2019) v svojem pregledu prihajata do ugotovitve, da se je stopnja ponovne poškodbe

sprednje križne vezi zmanjšala za 51 % za vsak mesec, ko se je rehabilitacija podaljšala do devet mesecev po operaciji. S tem dokazom avtorji priporočajo, da se trenutna časovna priporočila za vrnitev v šport iz štiri do šest mesecev podaljšajo na minimalno devet mesecev. Seveda pa mora odločitev o vrnitvi v šport temeljiti ne samo na časovnih merilih, temveč tudi na številnih drugih funkcionalnih in objektivnih kriterijih. Davies idr. (2017) v preglednem članku navajajo številne teste, ki se lahko poleg zdravniške odobritve opravijo za potrditev varne vrnitve v šport. Ti testi so: obseg giba, KT1000/KT2000, Lachmanov test, Pivot-shift test, izokinetični testi moči, testi maksimalnega navora in navora pod različnimi koti, testi stopnje razvoja sile, hop-testi, testi poskokov in doskokov (LESS), testi propriocepcije, kinestezije in sklepne položaja, testi kakovosti gibanja, kinematična analiza, testi psiholoških dejavnikov, ki temeljijo na lestvici o vrnitvi v šport po poškodbi (angl. anterior cruciate ligament-return to sport after injury scale – ACL-RSI), ter izidi, o katerih poročajo bolniki (angl. patient reported outcomes – PRO's): ACL-RSI-lestevica, lestevica mednarodnega odbora za dokumentacijo kolena (angl. International Knee Documentation Committee – KDC), lestevica poškodbe kolena in osteoartritisa (angl. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score – KOOS), lestevica aktivnosti vsakdanjega življenja (angl. Activities of Daily Living scale – ADL), lestevica aktivnosti Tegner (angl. Tegner Activity scale – TAS), Lysholm lestevica in Tampa Kinesiophobia Indeks. Uporaba slednjih se je pokazala kot ključna pri odločanju o vrnitvi v šport, saj je bilo dokazano, da lahko psihološka priprava za vrnitev v šport napove uspešnost vrnitve eno leto po rekonstrukciji sprednje križne vezi (Welling idr., 2020). Rambaud idr. (2017) navajajo, da se vrednosti pri IKDC-vprašalniku znotraj 15. percentila zdravih oseb dojemajo kot kriterij za uspešno vrnitev v šport. Dodatno opisujejo TSK11-vprašalnik, ki je sestavljen iz 11 vprašanj (izbira med petimi odgovori) in se uporablja za oceno športnikovega strahu pred gibanjem (kineziofobijo) in strahu pred ponovno poškodbo z vrednostmi od 11 do 55. Vrednost pod 20 označuje nizko stopnjo strahu in se lahko uporabi kot kriterij za vrnitev v šport. Vprašalnik ACL-RSI ocenjuje čustva, samozavest v izvedbi in oceno tveganja na lestevici od 0 do 100. Omenjena lestevica se uporablja kot napovedni parameter za uspešno vrnitev v šport. Tudi Kaplan in Witvrouw (2019) sta mnenja, da je psihološka priprava športnika eden izmed glavnih dejavnikov uspešne in varne vrnitve v šport. Dokazano je, da sta slabša psihološka pripravljenost in kineziofobija povezani s slabšimi rezultati vrnitve v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Omenjena avtorja navajata, da so bili v raziskavi najpogostejši razlogi, da se športniki niso vrnili v šport, nezaupanje v koleno (28 %), strah pred ponovno poškodbo (24 %) in slaba funkcija kolena (22 %). Za športnike, ki so bili bolj psihološko pripravljeni za vrnitev v šport, je bilo tako bolj verjetno, da se bodo vrnili na enako raven kot pred poškodbo, hitreje in imeli boljše rezultate po vrnitvi v šport. Nezaupanje v koleno in strah pred ponovno poškodbo pa sta lahko tudi posledica tega, da športnik subjektivno oceni funkcijo svojega kolena z vidika, ki morda še ni dobro poznan ali bi se ga dalo preveriti oziroma izmeriti. Tako lahko športnik oceni, da koleno še ni povsem funkcionalno in pripravljeno na največje napore, kar je lahko pokazatelj slabe funkcije kolena in ne zgolj neko splošno nezaupanje v koleno ali pomanjkanje samozavesti.

Ko govorimo o funkcionalnih kriterijih za vrnitev v šport, je vsekakor največ poudarka na hop-testih (testih poskokov), ki so postali osnovno merilo uspešnosti pri testiranju športnikov za vrnitev v šport po poškodbi sprednje križne vezi. Kaplan in Witvrouw (2019) navajata, da se je skozi zadnja leta razvilo več variacij klasičnega hop-testa. Wellsandt idr. (2017) so v raziskavi opravili štiri različne hop-teste: enonožni test poskoka, »crossover« enonožni poskoki, trojni enonožni poskok v daljino in šestmetrski test tempiranih enonožnih poskokov. Kaplan in Witvrouw (2019) dodatno navajata še test globinskega poskoka (angl. drop jump test), bočni enonožni test poskoka in vertikalni test poskoka. Rambaud idr. (2017) so podrobneje opisali izvedbo posamičnih testov. Pri enonožnem testu poskoka merjenci stojijo na eni nogi z rokami na ramenih in skočijo čim dlje v daljino z nadzorovanim doskokom, ki ga morajo za uspešno opravljen test zadržati vsaj tri sekunde. Če merjenec ne zadrži položaja, opravi dodatne poskoke ali pa ne zadržijo rok na ramenih, test ni veljaven in se ponovi. Za trojni enonožni poskok so roke v poljubnem položaju. Merjenec opravi tri zaporedne enonožne poskoke v daljino. Pri zadnjem doskoku prav tako ohrani položaj minimalno tri sekunde. Pri »crossover« enonožnem poskoku merjenec prične v enonožni stoji z rokami v poljubnem položaju. Test je opravljen na 6,5 m dolgem in 15 cm širokem traku. Merjenec opravi tri enonožne poskoke, vsak poskok mora prečkati sredinsko črto. Za zadnji doskok veljajo enaka navodila kot pri prejšnjih testih. »Crossover« enonožni test poskoka ocenjuje sposobnosti hitrih horizontalnih sprememb gibanja ali strižnih sil merjenca. Prav tako nalaga sile na kolenski sklep v bočni ravnini in rotacijske sile v čelni ravnini. Dodatno preizkuša kakršne koli nestabilnosti v kolenu in preverja mišično moč in silo, propriocepcijo, živčno-mišični nadzor, dinamično ravnotežje in agilnost. Werner idr. (2018) dodatno opisujejo še šestmetrski test časovno merjenih enonožnih poskokov, kjer merjenci pričnejo s stojo na eni nogi in opravijo poskoke preko črte, ki označuje razdaljo šest metrov v čim krajšem času. Čas se prične meriti, ko peta zapusti tla, in konča, ko merjenec prečka razdaljo 6 m.



Slika 4: (A) Enonožni hop-test, (B) trojni enonožni hop-test, (C) navzkrižni enonožni hop-test (prirejeno po Rambaud idr., 2017)

Poleg testov poskokov se v literaturi kot eden izmed najpogostejših kriterijev za vrnitev v šport navajajo izokinetične meritve mišične moči. Slednje se lahko izvajajo na več načinov. Davies idr. (2017) navajajo, da izokinetične meritve v zaprti kinetični verigi sočasno primerjajo več mišičnih skupin v spodnjih okončinah. Posledično se ob prisotnih deficitih

slednje ne da natančno locirati. Testiranje moči v odprti kinetični verigi se lahko izvede z uporabo manualnega mišičnega testiranja, ročnim dinamometrom ali z dinamičnim izokinetičnim testiranjem. Davies idr. (2017) navajajo številne razloge za izolirano testiranje, ki vključujejo pregled možnih medsebojnih odvisnosti mišic proksimalno ali distalno od kolenskega sklepa za določanje morebitnih deficitov ali kompenzacij, identifikacijo mišic, ki kompenzirajo potencialne deficite znotraj kinetične verige, in določanje izolirane mišične zmogljivosti za oceno odvisnosti od ostalih mišic v kinetični verigi. Čeprav se v literaturi kot največkrat ocenjena vrednost navaja maksimalen navor, omenjeni avtorji priporočajo, da se popolno oceno športnikove mišične zmogljivosti z uporabo izokinetičnih meritev oceni navor pod različnimi koti, povprečno moč in stopnjo razvoja sile. Predhodno je bilo namreč dokazano, da so deficiti v stopnji razvoja sile eden izmed najbolj omejujočih dejavnikov za vrnitev v šport. Sposobnost hitrega razvoja sile je eden izmed ključnih dejavnikov za mišično zmogljivost in uspešno vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi. S to ugotovitvijo se strinjajo tudi Angelozzi idr. (2012), ki so bili prvi, ki so raziskovali stopnjo razvoja sile kot dodatni kriterij za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi. V svoji raziskavi so izvedli meritve na 45 profesionalnih nogometaših. Vsi merjenci so v skladu z njihovim predprvenstvenim postopkom opravili bilateralni izometrični test potiska nog za določanje maksimalne zavestne mišične kontrakcije (MZMK) in stopnje razvoja sile (SRS) kvadricepsa. Enak test so opravili tudi šest in 12 mesecev po rekonstrukciji sprednje križne vezi. To je bila prva raziskava, ki je vključevala podatke o MZMK in SRS pred poškodbo nogometašev in jih primerjala z rezultati šest in 12 mesec po rekonstrukciji. Ocenjevalci so raziskovali stopnjo razvoja sile pri 30 % (SRS₃₀), 50 % (SRS₅₀) in 90 % (SRS₉₀) MZMK. Ugotovili so, da so bile vrednosti SRS po šestih mesecih občutno nižje v primerjavi z vrednostmi, zabeleženimi pred poškodbo sprednje križne vezi. Ti rezultati so bili v nasprotju z rezultati vrednosti MZMK, ki so bili v tej točki primerljivi z rezultati pred poškodbo. Dejstvo, da se vrednosti SRS šest mesecev po operaciji niso približale vrednostim pred poškodbo, je zelo zaskrbljujoče glede na to, da je omenjeni čas pogosto naveden kot čas vrnitve v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Predhodne raziskave, ki so poudarjale maksimalno mišično moč, izmerjeno kot izometrično ali dinamično MZMK, so priporočale, da mora moč poškodovane noge dosegati 85–90 % vrednosti nepoškodovane noge za varno vrnitev v šport. Vendar pa so rezultati raziskave, ki so jo opravili Angelozzi idr. (2012), pokazali, da so bili šest mesecev po operaciji nogometašev s poškodbo sprednje križne vezi prisotni veliki deficiti v SRS, kljub skoraj popolnemu doseganju standardnih kriterijev za vrnitev v šport (IKDC, Tegner, KT1000 in MZMK). Popolna obnovitev SRS je bila dosežena šele po 12 mesecih, vključno z 20-tedenskim dodatnim treningom s poudarkom na razvoju SRS. Omenjeni podatki navajajo, da morajo standardne baterije testov za vrnitev v šport nogometašev po poškodbi sprednje križne vezi vsebovati teste za oceno SRS. Werner idr. (2018) opisuje uporabo izokinetičnega dinamometra za oceno mišične moči. Dinamometer je bil nastavljen tako, da se je koleno gibalo od 90 do 10° fleksije s hitrostjo 60 in 180 °/s. Merjenci so bili v sedečem položaju, kot v kolčnem sklepu je bil 85°, kolenska os vrtenja je bila poravnana z gredjo dinamometra, spodnji rob podporne blazinice pa je bil postavljen tik nad medialnim maleolom. Noga in kolk sta bila pritrjena preko stegna in mečnih mišic. Merjenci so izvedli pet poskusnih ponovitev, počivali eno minuto in nato izvedli pet

maksimalnih ponovitev pri hitrosti 60 °/s in osem maksimalnih ponovitev s hitrostjo 180 °/s. Zabeležen je bil maksimalen koncentričen in ekscentričen navor fleksorjev in ekstenzorjev za obe nogi. Enako izvedbo meritev so izvedli tudi Rambaud idr. (2017), Welling idr. (2020) pa so izvedli še meritve pri hitrosti 300 °/s. Slednji kot kriterij za vrnitev v šport navajajo LSI >90 % za izokinetične meritve moči kvadricepsa in zadnje stegenske mišice, moč kvadricepsa, normalizirana na telesno maso (angl. Body weight – BW), >3,0 Nm/kg za poškodovano nogo pri 60 °/s, razmerje med zadnjo stegensko mišico in kvadricepsom (H/Q) >55 % za ženski spol in >62,5 % za moški spol pri poškodovani nogi pri hitrosti 300 °/s. Tudi Kaplan in Witvrouw (2019) navajata vrednosti LSI > 90 % v primerjavi z nepoškodovano nogo kot kriterij za vrnitev v šport. Omenjena avtorja pravita tudi, da še vedno ni znano, ali so omenjene vrednosti dovolj za varno vrnitev v šport, saj so deficiti v moči kvadricepsa in zadnje stegenske mišice lahko prisotni tudi do dve leti po operaciji. Posledično avtorji svetujejo, da se izokinetični testi moči opravijo tako predoperativno kot tudi šest, osem in deset mesecev po operaciji. Omenjeni avtorji prav tako navajajo, da je bolj kot izolirana mišična moč pomembno razmerje moči med štiriglavo stegensko mišico in zadnjimi stegenskimi mišicami.

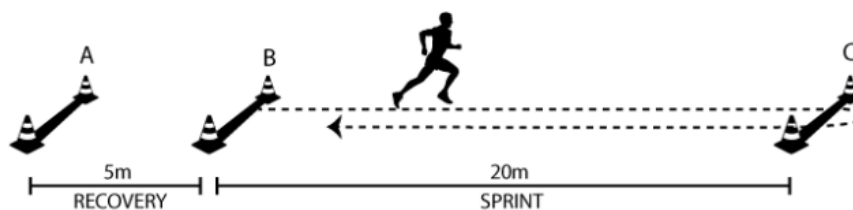
Indeks simetrije spodnjih okončin je zelo pogost kriterij, ki je določen z razmerjem poškodovane in nepoškodovane noge. Uporablja se pri ocenjevanju in primerjanju vrednosti testov poskokov, kot tudi pri izokinetičnih meritvah moči. Večinoma se v literaturi, ki opisuje kriterije za vrnitev v šport, navaja vrednost indeksa simetrije nog med 85 do 90 % ali več. Kaplan in Witvrouw (2019) pa navajata, da je vrednost LSI > 90 %, vprašljiva, saj testi za vrnitev v šport morda niso dovolj zahtevni ali občutljivi in površno zaznavajo razlike med poškodovano in nepoškodovano stranjo. Predhodno so v svoji raziskavi na to opozorili tudi Wellsandt idr. (2017), ki menijo, da uporaba sočasne vrednosti nepoškodovane noge kot referenčni standard ni primerna. V svoji raziskavi so namreč dokazali, da je primerjava vrednosti poškodovane noge pred vrnitvijo v šport z vrednostmi nepoškodovane noge pred rekonstrukcijo primernejša, saj le-ta bolje napove možnosti ponovne poškodbe. V raziskavi je od 70 merjencev 40 doseglo vrednosti 90 % indeksa simetrije nog, kadar se je vrednost poškodovane noge primerjala z vrednostjo nepoškodovane noge šest mesecev po operaciji. Le 16 od teh 40 pa je doseglo 90 % vrednosti, kadar se je poškodovano nogo primerjalo z nepoškodovano nogo pred operacijo. Ti rezultati so lahko posledica tega, da se rehabilitacija osredotoča predvsem na unilateralno krepitev in živčno-mišični trening. Nepoškodovana noga je tako deležna omejene fizične aktivnosti z izjemo hoje in dnevnih aktivnosti med dolgotrajnim procesom rehabilitacije. Posledično pride do kompenzacijskih adaptacij, ki vključujejo deficite v mišični moči nepoškodovane noge po poškodbi sprednje križne vezi. Slednji lahko tako čez čas ob meritvah indeksa simetrije podajo napačno predstavo o funkcionalnosti poškodovane noge. Omenjeni avtorji tako kot alternativo LSI priporočajo oceno kapacitete pred poškodbo (angl. Estimated Preinjury Capacity – EPIC). Tudi van Melick idr. (2018) navajajo, da lahko indeks simetrije nog preceni funkcijo operirane noge, saj so deficiti po rekonstrukciji sprednje križne vezi prisotni tudi v nepoškodovani nogi. Omenjeni avtorji priporočajo uporabo indeksa simetrije nog, ki primerja vrednosti

dominantne in nedominantne noge (LSI-D/ND), in navajajo, da mora ob zaključku rehabilitacije dosegati vsaj 95 % pri testih poskoka.

V zadnjem času je bilo več pozornosti namenjeno ne le uspešnosti opravljenih testov za vrnitev v šport, temveč tudi na kakovost gibanja med izvajanjem le-teh. 3D-sistem za opazovanje kakovosti gibanja je zelo uporaben pripomoček pri ocenjevanju biomehanskih dejavnikov tveganja. Kaplan in Witvrouw (2019) navajata, da čeprav lahko kakovost gibanja vpliva na ponovno poškodbo sprednje križne vezi, se pri vračanju v šport po poškodbi sprednje križne vezi premalo osredotoča na njeno ocenjevanje in trening. Za ocenjevanje kakovosti gibanja so bili razviti sistemi, kot so »Jump Landing System« in sistem točkovanja napak pri doskoku (angl. Landing Error Scoring System – LESS), vendar je še vedno nejasno, kako kakovost gibanja vpliva na pojavnost ponovnih poškodb. Testiranje LESS vsebuje 17 različnih spremenljivk živčno-mišičnega nadzora med globinskim doskokom, ki mu sledi vertikalni poskok. Ocenjevalec beleži izbrane gibalne vzorce merjenca v sagitalni in v frontalni ravnini. Na podlagi sistema LESS se nato v različnih fazah leta, poskoka in doskoka obravnava položaj nog in trupa. Višji kot je rezultat na lestvici LESS, slabša je kakovost gibanja in obratno. Na osnovi rezultata se merjenec oceni kot odlično (LESS < 4), dobro (LESS > 4 oz. ≤ 5), srednje dobro (LESS > 5 oz. ≤ 6) in slabo (LESS > 6) (Padua idr., 2009). Tudi van Melick idr. (2018) navajajo, da se morajo kriteriji za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi nogometashev osredotočati na meritve kakovosti gibanja. Omenjeni avtorji opozarjajo tudi, da morajo biti meritve izvedene na nogometnem igrišču in v stanju živčno-mišične utrujenosti. Dokazano je namreč, da živčno-mišična utrujenost zmanjša funkcionalnost in stabilnost kolena ter poveča tibialno translacijo, kar posledično poslabša kakovosti gibanja in tudi poveča možnost ponovne poškodbe. Testi poskokov in kakovosti gibanja, ki niso izmerjeni v omenjenih pogojih za nogometase, lahko dajo napačne pozitivne rezultate. Posledično se lahko nogometas v šport vrne prezgodaj, kar predstavlja povečano tveganje za ponovno poškodbo. Vzroki za ponovno poškodbo pa niso omejeni samo na deficite v mišični moči ali v funkcionalni izvedbi. Norouzi idr. (2019) pravijo, da obstaja povezava med spremenjeno kinematiko spodnjih okončin in poškodbo sprednje križne vezi, še posebej med izvajanjem zapletenih gibanj v različnih anatomskih ravninah, kot so poskoki in doskoki. Omenjeni avtorji so v svoji raziskavi analizirali kinematiko spodnjih okončin ob izvajanju skoka z nasprotnim gibanjem. Zanimale so jih razlike v kinematiki spodnjih okončin med tistimi športniki, ki so dosegli kriterije za vrnitev v šport, in tistimi, ki jih niso. Rezultate obeh skupin so primerjali z zdravo kontrolno skupino. Predhodno so merjenci vseh skupin opravili splošno baterijo testov za vrnitev v šport, ki je vsebovala teste maksimalne izometrične kontrakcije kvadricepsa, štiri funkcionalne enonožne teste poskoka (enonožni, trojni, »crossover« in šestmetrski enonožni časovni merjeni poskoki), in KOS-ADL in Global Knee Rating Scale vprašalnike. Za oceno kinematike so merjenci izvedli skok s 30 cm višine v daljino za 50 % svoje telesne višine. Temu je sledil maksimalen vertikalni skok. Vsak merjenec je opravil 10 poskokov. Ocenjevalci so analizirali kinematiko ob prvem stiku s tlemi, saj predhodne študije navajajo, da se večina poškodb sprednje križne vezi zgodi ob prvem stiku s tlemi ob doskoku. Za oceno kinematike so uporabili sistem analize gibanja sedmih kamer (240 Hz), ki so zajele 3D-položaj 36 odsevnih markerjev, ki so bili pritrjeni na

spodnje okončine merjencev. Ocenjevali so kinematiko v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu v vseh anatomskih ravninah. Uporabili so vizualno 3D-programsko opremo (C-motion Inc., Kingston Canada). Analiza je pokazala zmanjšanje kot abdukcije v kolku med doskokom pri športnikih, ki so dosegli kriterije ($6,8^\circ \pm 3,3$), in tudi tistih, ki niso dosegli kriterijev za vrnitev v šport ($4,1^\circ \pm 4,2$), v primerjavi z zdravo kontrolno skupino ($10,7^\circ \pm 3,7$). V skupini, ki ni dosegla kriterijev, je bila opazna tudi manjša inverzija v skočnem sklepu ($0,4^\circ \pm 4,9$) v primerjavi s skupino, ki je dosegla kriterije ($4,8^\circ \pm 4,8$, $p = 0,05$), in zdravo kontrolno skupino ($8,2^\circ \pm 8,1$, $p < 0,001$). V kinematiki kolena med skupinami ni bilo večjih razlik. Avtorji navajajo, da je zmanjšanje kot abdukcije v kolku ob doskoku in drugih kompleksnih gibanih dejavnik tveganja za ponovno poškodbo sprednje križne vezi. Povečana abdukcija v kolku namreč vodi v valgusni položaj kolena, ki je tudi dokazan dejavnik tveganja za poškodbo. Večina kriterijev za vrnitev v šport se v glavnem osredotoča na mišično moč in funkcionalno oceno spodnjih okončin, ne upoštevajo pa spremenjene kinematike v spodnjih okončinah. Rezultati raziskave, ki so jo opravili Norouzi idr. (2019), tako podpirajo njihovo prvotno hipotezo, da trenutni kriteriji za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi niso zadostni pri prepoznavanju športnikov, ki so izpostavljeni večjemu tveganju za ponovno poškodbo. Enakega mnenja so tudi Welling idr. (2020), ki v svoji raziskavi ob izvedbi baterije testov poskokov, izokinetičnih meritev in ocenjevanja vzorcev doskoka z LESS-sistemom niso našli razlik med športniki, ki so utrpeli ponovno poškodbo sprednje križne vezi, in tistimi, ki je niso. Norouzi idr. (2019) menijo, da lahko kinematična analiza ob uporabi trenutnih kriterijev za vrnitev v šport zagotovi dodaten vpogled v odločanje o vrnitvi v šport.

Bizzini in Silvers (2014) navajata, da kljub temu da ne obstajajo nogometno specifični testi za določanje pripravljenosti za vrnitev v šport po rekonstrukciji SKV, je test Yo-Yo odličen test z vidika veljavnosti in zanesljivosti. Test se lahko prav tako uporablja za spremljanje nogometnega napredka skozi daljše časovno obdobje. Podatki o rezultatih so na voljo za različne igralne pozicije (branilec, vezist, napadalec), kar pomaga pri ocenjevanju priprave za vrnitev v šport, tudi če v literaturi ne obstajajo točne vrednosti, ki bi določale stanje pripravljenosti nogometarja za popolno vrnitev v šport. Yo-Yo intermittent recovery test je preprost test za oceno športnikove sposobnosti ponavljanja visoko intenzivnega aerobnega dela. Test je nastavljen, kot je prikazano na sliki 2. Merjenci pričnejo test na klobočku B. Po navodilih na zvočnem predvajalniku tečejo proti klobočku C, ki ga morajo doseči pred zvočnim signalom in se vrniti do klobočka B pred naslednjim zvočnim signalom. Ko pridejo nazaj do stožca B, sledi 10-sekundni odmor, med katerim opravijo pot do klobočka A in nazaj do B pred naslednjim tekom. Merjenec zaključi testiranje, kadar dvakrat zapored ne uspe pravočasno priti do klobočka C in nazaj do klobočka B. Rezultati se lahko beležijo kot pretečena razdalja, dosežena stopnja ali VO₂max.



Slika 5: Yo-Yo intermittent recovery test (prirejeno po The yo-yo test, 2020)

Številni avtorji v literaturi so skupnega mnenja, da optimalni kriteriji za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi ostajajo nedostopni. Razumljivo je, da vrnitev v šport po takšni poškodbi ni nikoli z gotovostjo povsem varna. Feller in Webster (2019) menita, da rehabilitacija in testiranje za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi samo zmanjšata, ne pa tudi odpravita tveganje za ponovno poškodbo. Tudi če športnik izpolnjuje vse kriterije za vrnitev v šport, še ne pomeni, da ne bo utrpel ponovne poškodbe. Tudi Davies idr. (2017) navajajo, da za sodobna priporočila in kriterije za vrnitev v šport ne obstaja dokazana veljavnost. Vendar pa uporaba teh priporočil poda praktične smernice za olajšanje postopka kliničnega odločanja za vrnitev v šport.

5.3 Zaključna faza rehabilitacije nogometašev po rekonstrukciji sprednje križne vezi

Po poškodbi sprednje križne vezi pri nogometaših je postopna in dobro načrtovana rehabilitacija ključnega pomena. Nekateri avtorji so v literaturi opisali proces vrnitve v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi, vendar le redki opisujejo specifično vrnitev v nogomet. V skladu z namenom diplomske naloge se osredotočamo predvsem na zaključno fazo rehabilitacije za nogometaša, katere opisi po mnenju Bizzini idr. (2012) v literaturi pogosto ostajajo nedorečeni. Nekateri avtorji so sicer predstavili podroben rehabilitacijski protokol, ki temelji na doseganju kriterijev, vendar njegova integracija za vrnitev v intervalni šport ni bila podrobneje opisana. Posledično zato ni presenetljivo, da imajo nogometaši, ki so se vrnil v šport po poškodbi sprednje križne vezi, visoko tveganje za ponovno poškodbo (Walden idr., 2006). Bizzini idr. (2012) pravijo, da je v rehabilitaciji za nogometaša velik izziv integracija športno specifičnih vsebin. Nogometaš ima namreč drugačne živčno-mišične in fiziološke zahteve, kot denimo košarkar ali rokometas. Za dobro načrtovan rehabilitacijski program nogometaša je treba razumeti fizične zahteve njegovega športa in raven tekmovanja, na katero se športnik želi vrniti. Bizzini in Silvers (2014) sta izpostavila nekatere pomanjkljivosti v procesu vračanja nogometaša po poškodbi sprednje križne vezi. Trenutni rehabilitacijski pristopi se ne posvečajo deficitom, povezanim s prvotno poškodbo in posledično operacijo (Bizzini in Silvers, 2014; Gokeler idr., 2019). Bizzini in Silvers (2014) menita tudi, da trenutni kriteriji za vrnitev v šport niso optimalni pri prepoznavanju funkcionalnih deficitov in posledično podajo neprimerno oceno, kdaj je športnik pripravljen za vrnitev v šport. Omenjena avtorja menita tudi, da pooperativna rehabilitacija ne naslovi predispozicijskih dejavnikov v obeh nogah in preostalih deficitov poškodovane noge, ki povečajo tveganje za poškodbo kontralateralne noge po vrnitvi v šport. Bizzini idr. (2012) menijo, da je eden izmed

ključnih dejavnikov uspešne rehabilitacije individualen pristop športnika in športnega delavca, ki je zadolžen za njegovo rehabilitacijo. S tem se zagotovi dnevno spremljanje napredka in stanja kolena ter dovoljuje optimalno adaptacijo intenzivnosti in vsebine rehabilitacijskega programa. Pomemben dejavnik je tudi dobro sodelovanje in komunikacija med zdravnikom, fizioterapevtom, kineziologom in glavnim trenerjem. Bizzini in Silvers (2014) razdelita rehabilitacijo v štiri faze: zaščita presadka in počitek, nadzorovana vadba, intenzivna vadba in vrnitev v šport. Za namene diplomske naloge se bomo podrobneje posvetili tretji in četrti fazi, saj se osredotočamo na pozno fazo rehabilitacije. Cilji tretje faze so optimizacija nogometno specifičnega živčno-mišičnega nadzora in pripraviti nogometaša na vrnitev v ekipni trening. Pomemben del vadbe v tej fazi so nogometno specifične vsebine in kriteriji, ki jih mora športnik dosegati za prehod v fazo vrnitve v šport (preglednica 4). Bizzini idr. (2012) navajajo, da je postopna in progresivna vrnitev v tekmovalni nogomet ključnega pomena, zato je treba razlikovati različne vrste vrnitve: vrnitev v omejen ekipni trening (brez kontakta), vrnitev v nemoten ekipni trening (dovoljen kontakt), postopna vrnitev na prijateljske tekme in postopna vrnitev na tekmovalno raven. Omenjeni avtorji pravijo, da je prva vrnitev ponavadi najbolj ključna. Nogometaš mora biti namreč psihološko in fizično pripravljen na prehod iz individualnih treningov, kjer je podvržem intenzivnim, vendar nadzorovanim situacijam, v ekipni trening, kjer je izpostavljen tudi nenadzorovanim situacijam. V tej fazi športnik nadaljuje z izvajanjem specifičnega treninga, ki se posveča prisotnim deficitom (moč, koordinacija, vzdržljivost). Bizzini in Silvers (2014) navajata, da mora glede na naravo nogometne igre trening nogometaša vsebovati vadbo za izboljšanje aerobne vzdržljivosti, anaerobne moči in kapacitete, sposobnosti ponavljajočih se šprintov in mišične moči.

Preglednica 4: Različne faze vrnitve v šport (Bizzini idr., 2012)

	Vrnitev v omejen ekipni trening	Vrnitev v neomejen ekipni trening	Vrnitev v tekmovanje
Kriteriji za vstop	Brez otekline in izliva Simetričen obseg giba Optimalen nogometno specifičen živčno-mišični nadzor Moč kvadricepsa in zadnje stegenske mišice >85 % v primerjavi z nepoškodovano nogo Indeks pri testih poskokov >80 % nepoškodovane noge	Brez otekline in izliva Simetričen obseg giba Optimalen nogometno specifičen živčno-mišični nadzor Moč kvadricepsa in zadnje stegenske mišice >90 % v primerjavi z nepoškodovano nogo Indeks pri testih poskokov >90 % nepoškodovane noge	Brez otekline in izliva Simetričen obseg giba Optimalen nogometno specifičen živčno-mišični nadzor Moč kvadricepsa in zadnje stegenske mišice >100 % v primerjavi z nepoškodovano nogo Indeks pri testih poskokov >100 % nepoškodovane noge Rezultati testa Yo-Yo in testa RSSA na ravni pred poškodbo
Cilji	Vrniti nogometaša v neomejeno ekipno vadbo z optimalnimi nogometnimi sposobnostmi in telesno pripravo	Končna priprava nogometaša na potrebe in zahteve nogometa na tekmovalni ravni	Nogometaš je 100-odstotno pripravljen za igranje na tekmovalni ravni

	Vrnitev v omejen ekipni trening	Vrnitev v neomejen ekipni trening	Vrnitev v tekmovanje
Funkcionalna vadba	Nogometno specifična vadba, ki vključuje simulacijo nenadzorovanih situacij	Nemoten ekipni trening s postopnim uvajanjem kontaktne igre Neomejena ekipna vadba	Popolna priključitev ekipnemu treningu
Dodaten trening	Moč in stabilnost trupa, krepitev kolčnih mišic in mišic spodnjih okončin, senzomotorična vadba, reševanje preostalih deficitov in vadba gibljivosti	Nadaljevanje z dodatnim treningom Nogometno specifično ogrevanje s preventivnimi vsebinami (FIFA 11+)	Nadaljevanje z dodatnim treningom Preventivna vadba (FIFA 11+, PEP)

RSSA – repeated-shuttle-sprint-ability test, PEP – prevent and enhance performance programme

5.3.1 Rehabilitacija na terenu

Eden izmed vidikov rehabilitacije, ki do sedaj v literaturi ni bil deležen zadostne pozornosti, je rehabilitacija na terenu. Buckthorpe idr. (2019a) opredeljujejo to obdobje rehabilitacije kot tranzicijo iz rehabilitacije, ki temelji predvsem na vadbi v fitnesu v bolj tekmovalno, ekipno okolje. Kakovostna rehabilitacija na terenu je dosežena z osredotočanjem na pomembne dejavnike rehabilitacije in hkrati na športno specifične zahteve. Razumevanje rehabilitacijskih načel, kot so živčno-mišični nadzor in kakovost gibanja, in zahtev nogometne igre je ključnega pomena pri pripravi nogometaša za vrnitev v šport po poškodbi sprednje križne vezi in da se posveti vsem dejavnikom tveganja za ponovno poškodbo. Buckthorpe idr. (2019b) v svoji raziskavi podrobno opisujejo rehabilitacijo na terenu za nogometaša. V prvem delu Buckthorpe idr. (2019a) navajajo štiri stebre rehabilitacije na terenu, ki predstavljajo vsoto znanstvenih raziskav in karakterizirajo zaključno fazo rehabilitacije za nogometaša po poškodbi sprednje križne vezi: obnovitev kakovosti gibanja, telesna priprava, obnovitev športno specifičnih sposobnosti (tehnični in taktični elementi) ter progresiven razvoj kronične obremenitve.

Prvi omenjeni steber se posveča obnovitvi kakovosti gibanja. Poškodba sprednje križne vezi in posledična rekonstrukcija lahko namreč vodita v spremenjeno kakovost gibanja, definirano kot sposobnost nadzora okončin in doseganje zadostnega ravnotežja in kinematične poravnave med izvajanjem funkcionalnih aktivnosti, brez prisotnih asimetrij v gibanju ali dejavnikov tveganja, povezanih s poškodbo sprednje križne vezi (Buckthorpe, 2019). Omenjeni avtor navaja, da živčno-mišični in biomehanski dejavniki, kot so neravnovesja v mišični zmogljivosti, šibki agonisti (šibki ekstenzorji kolena, spremenjena vzajemna inhibicija mišic) in živčno-mišična aktivacija (spremenjen čas aktivacije mišic, kot na primer zakasnela ali zmanjšana aktivacija medialne zadnje stegenske mišice), vplivajo na kakovost gibanja. Ocena in reševanje teh dejavnikov sta pomembna koraka v procesu gibalnega učenja po poškodbi sprednje križne vezi. Vendar se je tem dejavnikom treba posvetiti že v srednji fazi rehabilitacije. Gokeler idr. (2019) dodatno navajajo, da biomehanski in živčno-mišični dejavniki tveganja za ponovno poškodbo sprednje križne vezi vključujejo spremenjeno gibanje v rotaciji kolka nepoškodovane noge, povečano gibanje kolena v frontalni ravnini

med doskoki, asimetrije pri gibanju kolena v sagitalni ravnini ob doskokih in deficite v posturalni stabilizaciji poškodovane noge. Buckthorpe idr. (2019a) navajajo, da se mora progresivni trening športno specifičnega gibanja pričeti s splošnim programom koordinacije, kjer se postopno povečuje kompleksnost in hitrost izvajanja vnaprej načrtovanih gibalnih nalog. S tem olajšamo proces motoričnega učenja in povečamo športnikovo samozavest med izvajanjem teh gibanj. Temu sledi vadba reakcijskih agilnostnih gibanj, kjer se mora gibanje športnika odzivati na zunanji dražljaj. Gokeler idr. (2019) pravijo, da reakcija na zunanji dražljaj spodbudi bolj učinkovito gibanje in pospeši proces gibalnega učenja, saj sproži podzavestne oziroma avtomatske odzive. Tem gibanjem kasneje dodamo nogometno specifične elemente s pritiskom ali brez pritiska nasprotnega igralca (Buckthorpe idr., 2019a). Omenjeni avtorji pravijo, da obstaja velika razlika med nadzorovanimi vnaprej načrtovanimi gibalnimi nalogami v fitnessu, koordinacijskimi vajami v zgodnji fazi rehabilitacije na terenu in nogometno specifičnimi gibanji. Slednja vsebujejo reakcijska gibanja, kot tudi okoljske dražljaje in spodbujajo procese odločanja. Zato je treba v vadbo živčno-mišičnega nadzora vključiti realistično okolje za nogometaša in zagotoviti zadostno količino vadbe za čim večji učinek motoričnega učenja.

Drugi steber rehabilitacije na terenu, ki ga opisujejo Buckthorpe idr. (2019a), je telesna priprava. Ključni del rehabilitacije na terenu je pripraviti nogometaša na fizične zahteve nogometne igre. Omenjeni avtorji so mnenja, da se pogosto v rehabilitaciji nogometašev po rekonstrukciji sprednje križne vezi premalo pozornosti posveča oceni, ali je nogometaš uspel zadostno obnoviti svojo nogometno specifično telesno pripravo. Povprečna razdalja, ki jo med tekmo opravi nogometaš, se giblje med 10 in 13 km. Povprečna intenzivnost med tekmo se giblje blizu anaerobnega praga (80–90 % maksimalnega srčnega utripa). Igralci opravijo visoko intenzivna gibanja vsakih štiri do šest sekund, kar zahteva visoko stopnjo energije (anaerobno glikolitični viri), 150–250 kratkih, intenzivnih akcij in 200–400 m v sprintu (hitrost nad 7 ms⁻¹). Prav tako opravijo številna visoka intenzivna pospeševanja in zaustavljanja. V fazi odmora med intenzivnimi gibanji prevladujejo predvsem aerobni sistemi, ki prav tako pokrivajo energijske zahteve med submaksimalnimi intenzivnostmi. Zato je za nogometaša pomemben razvoj tako aerobnih kot anaerobnih sposobnosti. Med tekmo nogometaši beležijo povprečni in najvišji srčni utrip med 85 in 98 % maksimuma, kar predstavlja okoli 70 % maksimalne aerobne kapacitete (VO₂ max). Posledično morajo nogometaši razviti zelo dobro aerobno in anaerobno kapaciteto, zlasti sposobnost daljšega dela pri visokih srčnih frekvencah, da lahko tekmujejo brez škodljivih učinkov utrujenosti (Buckthorpe, 2019). Alemeida, Santos Silva, Pedrinelli in Hernandez (2018) navajajo, da je aerobna vzdržljivost pri nogometaših po rekonstrukciji sprednje križne vezi bistveno zmanjšana. V svoji raziskavi so ugotovili, da tudi šest mesecev po operaciji nogometaši niso uspeli povrniti aerobne vzdržljivosti (merjene kot VO₂ max) na raven pred poškodbo, kar nakazuje na potrebo po večjem poudarku razvoja aerobnih sposobnosti med rehabilitacijo. Poleg aerobne vzdržljivosti je pri nogometaših pomemben tudi anaerobni glikolitični sistem. Koncentracija laktata v krvi med nogometno tekmo se giblje med 2 in 12 mmol/L, z zabeleženimi individualnimi vrednostmi, ki presegajo 12 mmol/L. Omenjeni rezultati nakazujejo na potrebo po obnovi anaerobne vzdržljivosti in po tem, da se nogometaša med

procesom rehabilitacije na terenu izpostavi stanju utrujenosti (Buckthorpe idr., 2019a). Omenjeni avtorji navajajo tudi, da utrujenost povzroči spremenjeno kakovost gibanja in tako prispeva k spremenjeni biomehaniki, kar predstavlja povečano tveganje za poškodbo sprednje križne vezi. Avtorji nadalje navajajo, da kombinacija utrujenosti in nepričakovanih gibov (specifično za ekipne športe) predstavlja morda največje tveganje za poškodbo sprednje križne vezi. Anaerobni vzorci hitrosti in agilnosti se lahko razlikujejo med različnimi standardi nogometne igre in morajo biti nepogrešljiv sestavni del vadbe v zaključni fazi rehabilitacije (Faude, Koch in Meyer, 2012). Buckthorpe idr. (2019a) za spremljavo vadbe priporočajo uporabo merilnikov srčnega utripa. Prav tako priporočajo vključitev dodatnih testiranj za oceno vzdržljivosti (hitrost teka pri laktatnem pragu, Yo-Yo intermittent test), hitrosti (tek na 30 m) in agilnosti (5-0-5 test spremembe smeri, T-test). Z uporabo omenjenih testov lahko prav tako spremljamo napredek med rehabilitacijo in ocenimo pripravljenost za vrnitev v šport z uporabo že opisanih kriterijev.

Obnovitev športno specifičnih veščin predstavlja tretji steber rehabilitacije na terenu, ki ga opisujejo Buckthorpe idr. (2019a). Nogometaš mora za uspešno vrnitev v šport obnoviti tako tehnične kot tudi taktične elemente nogometne igre. Po rekonstrukciji sprednje križne vezi je nogometaš dolgotrajno odsoten od nogometne igre, kar ima zelo negativen vpliv na njegove tehnične in taktične sposobnosti. Rehabilitacija na terenu predstavlja idealno okolje, kjer lahko nogometaš obnovi individualne tehnične in taktične sposobnosti. Elemente skupinske in ekipne taktike pa lahko povrne le ob vrnitvi v ekipni trening. Zato je potrebna postopna tranzicija iz individualne vadbe v vadbo v manjših skupinah in nato v ekipni trening. Rehabilitacija na terenu je za nogometaša s psihološkega vidika zelo zahtevna, saj je sprva izvedba tudi relativno enostavnih nalog precej slabša, kot je športnik vajen. Bistveno je popolno razumevanje tehnično-taktičnih zahtev nogometne igre in postopno prehajanje igralca iz zelo preprostih v zelo zahtevne in kompleksne nogometno specifične scenarije na varen način. S tega vidika je skozi proces rehabilitacije na terenu priporočljiva prisotnost specialista za rehabilitacijo nogometašev ali nogometnega trenerja (Buckthorpe idr., 2019a).

Buckthorpe idr. (2019a) kot četrti steber rehabilitacije na terenu navajajo progresiven razvoj kronične obremenitve. Blanch in Gabbett (2016) navajata, da se v zaključni fazi rehabilitacije pogosto spregleda ocena, ali je športnik treniral dovolj, da se lahko spopade s tekmovalnimi zahtevami svojega športa. Progresivno obremenjevanje je ključen del vsakega procesa rehabilitacije in vrnitve v šport po poškodbi. Gabbett (2016) navaja, da lahko neprimerno obremenjevanje vpliva na uspešnost in poveča tveganje za ponovno poškodbo. Hitro povečanje akutne obremenitve v primerjavi z obremenitvijo, ki jo je športnik vajen (kronična obremenitev), lahko povzroči tveganje za poškodbo (Blanch in Gabbett, 2016). Omenjeni avtorji navajajo, da lahko podaljšanje časa rehabilitacije in vrnitve v šport zniža možnosti za ponovno poškodbo kar do petkrat. Progresiven razvoj in pridobivanje zadostne kronične obremenitve sta torej ključni dejavniki rehabilitacije na terenu. Buckthorpe idr. (2019a) navajajo, da je upravljanje obremenitve v procesu vrnitve v šport zelo zahtevno zaradi omejenih znanstvenih dokazov. Športni delavci morajo tako uravnavati dokaze in teorijo s praktičnimi izkušnjami za kar se da najboljše načrtovanje postopnosti obremenitve in

odločanja za vrnitev v šport. Količinsko določanje in obvladovanje obremenitve sta ključna dejavnika pri procesu vrnitve v šport. Cummins, Orr, O'Connor in West (2013) priporočajo uporabo GPS-sistemov, ki zagotovijo veljavno mero zunanjih obremenitev za količinsko opredelitev in objektivizacijo postopka vrnitve v šport. Buckthorpe idr. (2019a) poudarjajo, da je bistveno upoštevanje obremenitve v skladu z ostalimi opisanimi stebri rehabilitacije na terenu, s čimer zagotovimo, da je vsaka obremenitev, dosežena v specifičnem nogometnem kontekstu, v skladu s funkcionalnim statusom okrevanja posameznega igralca.

V drugem delu Buckthorpe idr. (2019b) opisujejo petstopenjsko rehabilitacijo na terenu, ki temelji na štirih prej opisanih stebrih. Prvotno se osredotoča na vadbo linearnega gibanja, ki ji sledi vadba gibanja v različnih smereh. Temu sledi vadba tehničnih in taktičnih vsebin nogometne igre, vadba nogometno specifičnih gibanj in v zadnji fazi simulacija nogometnega treninga, kot zadnji korak pred vrnitvijo v nemoten proces treninga. Buckthorpe (2019) navaja, da mora biti rehabilitacija na terenu podkrepjena z dodatnim programom vadbe v fitnessu, z namenom da se doseže zadostna funkcionalnost in telesna priprava za optimalno vrnitev v šport. Vadba v fitnessu se mora osredotočati na popolno obnovitev maksimalne moči (izolirani, kompleksni in funkcionalni gibalni vzorci), eksplozivne moči (maksimalna moč in stopnja razvoja sile) ter kardiovaskularne kondicije. Prav tako mora biti veliko poudarka na vadbi kakovosti gibanja z uporabo različnih tehnik in povratnih informacij. Ti ukrepi bi morali skupno odpraviti deficite, povezane z živčno-mišično zmogljivostjo, kakovostjo gibanja in specifičnimi športnimi zmogljivostmi, da bi ustrezno pripravili športnika na ponovno vključitev v nemoten ekipni trening svojega športa. V preglednici 5 so podrobneje opisani cilji in vsebine posameznih faz ter kriteriji za prehod med posameznimi fazami rehabilitacije na terenu.

Preglednica 5: Pet stopenj pozne faze rehabilitacije in rehabilitacije na terenu za nogometaša po rekonstrukciji sprednje križne vezi (Buckthorpe, 2019)

	1. stopnja	2. stopnja	3. stopnja	4. stopnja	5. stopnja
Kriteriji za vstop	Brez bolečine ali otekline Odsotne nestabilnosti Neaktiven test laksnosti LSI-fleksorjev in ekstenzorjev >80 % Sposobnost teka s hitrostjo 8 km/h 10 min z zadovoljivo mehaniko teka Zadostna kakovost gibanja med izvajanjem osnovnih gibanj	Brez bolečine ali otekline v kolenu Zadostna progresija skozi 1. stopnjo	Brez bolečine ali otekline LSI-fleksorjev in ekstenzorjev >90 % Optimalna kakovost gibanja med vnaprej načrtovanimi gibi Zadostna progresija skozi 2. stopnjo	Brez bolečine ali otekline Zadostna progresija skozi 3. stopnjo	Brez bolečine ali otekline Zadostna progresija skozi 4. stopnjo
Cilji	Vadba linearnega gibanja	Vadba gibanja v različnih smereh	Vadba nogometne tehnike in	Obnova nogometno specifičnih	Simulacija ekipnega treninga

	1. stopnja	2. stopnja	3. stopnja	4. stopnja	5. stopnja
			reakcijskih gibanj	gibanj in spretnosti	
Gibalni vzorci	Linearni teki (naprej in bočno) Osnovne gibalne naloge (počepi, izpadni koraki, šola teka) Naloge zaustavljanja ob različnih hitrostih Vaje za mobilnost	Izvajanje gibanj iz 1. stopnje v večji hitrosti Vadba koordinacijskih gibanj v različnih smereh (teki s spremembo smeri pod različnimi koti, teki z zavoji, teki v osmici, pospeševanja, zaustavljanja)	Izvedba linearnih gibanj in gibanj v različnim smereh v maksimalni hitrosti (spremembe smeri, šprinti, vaje na koordinacijski lestvi) Vadba reakcijskih gibanj: sprint v različnih smereh, pospeševanja, zaustavljanja z zunanjim fokusom ob izvedbi tehničnih vaj	Nadaljnja vadba vnaprej načrtovanih in reakcijskih gibanj v nogometno specifičnih situacijah Vadba reakcijskih gibanj z motnjami (kontakt nasprotnega igralca) Tehnične vaje pod pritiskom nasprotnega igralca, kontaktna igra za motnjo ravnotežja	Vadba nogometno specifičnih gibanj: nogometni trening ter vadba hitrosti in agilnosti z vnaprej načrtovanimi in reakcijskimi nalogami v stanju utrujenosti in brez utrujenosti
Telesna priprava	Aerobna vzdržljivost, dosežena s tekom	Aerobna vzdržljivost z intervalnimi teki (10–20 min) Teki z visoko hitrostjo	Neprekinjeni teki ali intervalni aerobni in anaerobni teki (12 min nad AP); izpostavljenost največji hitrosti linearne teka	Aerobna in anaerobna vzdržljivost (>15 min nad AP) med vadbo agilnosti in nogometno specifičnimi situacijami	Aerobna in anaerobna vzdržljivost (15–20 min nad AP) med nogometnimi aktivnostmi (igralne oblike)
Te-ta	Enostavni tehnični elementi (žongliranje, podaje v stoječem položaju z različnimi deli stopala)	Enostavni tehnični elementi (podaje) z nadzorom kolena v stoječem položaju in ohranjanjem ravnotežja	Vaje tehnike s povečanjem zahtevnosti (kratke podaje, daljše podaje, sprejemi, predložki, udarci na gol)	Izvedba vaj iz prejšnje stopnje v višji hitrosti ali pod pritiskom nasprotnega igralca s večjim številom odločitev (igra 1 na 1, 2 na 1 brez kontakta)	Nogometno specifičen trening: simulacija ekipnega treninga, kontaktna igra pri potrebni intenzivnosti
Obremenitev	Uvod v aktivnosti na terenu (teki med 3–4 km)	Razvoj skupnih distanc teka Izpostavljenost hitrim pospeševanjem, zaustavljanjem in visoki hitrosti teka	Izpostavljenost šprintu Razvoj obsega na vseh področjih	Približek intenzivnosti treninga	Posnemanje fizičnih zahtev ekipnega treninga Razvoj kronične obremenitve

AP – anaerobni prag; LSI – lymb symmetry index; TE-TA – tehnika/taktika

Cilj prve faze rehabilitacije na terenu je tranzicija nogometaša na nogometno igrišče ter ga psihično in fizično pripraviti na povečanje športno specifičnih zahtev (Buckthorpe idr., 2019b). Na začetku pričnemo z enostavnimi vajami gibanja, ki vključujejo diskretne linearne gibe. Gibanje v različnih smereh in v višji hitrosti povzroči večjo obremenitev na koleno, zato

je pomembno, da se hitrost in kompleksnost izvajanja gibanja povečujeta postopoma. Izhodišče prve stopnje so kratke vadbene enote s poudarkom na kakovosti gibanja. Nogometno specifične aktivnosti so minimalizirane z namenom zmanjšanja variabilnosti gibanja in v izogib visoko tveganim scenarijem (npr. reakcija na nepričakovano slabo podajo). Kljub temu je priporočljivo, da ima nogometaš v tej fazi rehabilitacije zelo nadzorovane aktivnosti z žogo (žongliranje, vračanje žoge z notranjim delom stopala ipd.). Glavne gibalne naloge v tej fazi morajo vsebovati enosmerna gibanja v smeri naprej in v lateralni smeri pri izbrani hitrosti ter nadzorovanimi pospeševanji in zaustavljanji med izvajanjem teh gibov.

V drugi fazi je cilj izvajati vnaprej načrtovana gibanja v skoraj polni hitrosti brez poslabšane biomehanike ali obotavljanja (Buckthorpe idr., 2019b). Ko je igralec sposoben to izvajati, lahko prične z nogometno specifično vadbo, ki se osredotoča na vadbo gibanja in koordinacije. Gibalni vzorci iz prve stopnje se lahko izvajajo v večji hitrosti. Igralec lahko nato postopno povečuje kompleksnost gibanj z menjavo smeri in postopnim povečevanjem intenzivnosti pospeševanj in zaustavljanj. Enostavne nogometne vaje se lahko izvajajo med nadzorovanimi nalogami (preigravanje v smeri naravnost, nadzorovani »vole« udarci, enostavne podaje in sprejemi žoge). Linearna gibanja se lahko izvajajo z določenim ciljem (tek naprej/nazaj z zadevanjem cilja z žogo) (Buckthorpe idr., 2019b). Tranzicija v tretjo fazo temelji na kriterijih (preglednica 5), da se zagotovi zadostna priprava športnika na nogometno specifičen trening (vadba tehnike in nogometno specifičnih gibanj). Pomemben vidik nogometne igre je tudi kontaktna igra. Čeprav se poškodba sprednje križne vezi največkrat zgodi v situaciji brez kontakta, tega elementa nogometne igre ne gre zanemarjati. Bizzini idr. (2012) navajajo, da je kontaktni trening v procesu rehabilitacije velikokrat zanemarjen in posledično se športniki s tem soočajo ob postopni vključitvi v ekipni trening. Kljub temu da ob kontaktni igri vedno obstaja tveganje, so omenjeni avtorji mnenja, da je bolje ta element nogometne igre vključiti v nadzorovano rehabilitacijsko okolje, kot da se športnik z njim sooči šele v nenadzorovanem okolju ekipnega treninga. Če je nogometaš sposoben postopoma zdržati sile varusa in valgusa z rotacijsko silo ali brez nje, potem je lahko izpostavljen tudi silam kontaktne igre. Myer, Paterno, Ford, Quatman in Hewett (2006) so ugotovili, da ponavljajoča se vadba pravilne mehanike doskokov pomaga športnikom razviti naučene odzive, ki zmanjšajo tveganje poškodbe ob tovrstnih situacijah med tekmo ali treningom.

Cilj tretje faze rehabilitacije na terenu je zaključiti program vadbe nogometne tehnike in vadbe agilnosti, s poudarkom na reakcijskih gibanjih. Nogometaš v tej fazi prične z izvajanjem intenzivnejše nogometno specifične vadbe. Vadba tehnike vsebuje vnaprej načrtovane nogometne naloge (npr. sprejem žoge in podaja soigralcu v desno stran), brez kontakta ali pritiska nasprotnega igralca. Tehnični elementi se lahko postopno dodajajo gibanjem iz druge faze za dodajanje specifičnosti (npr. zunanji fokus pozornosti z večjimi kognitivnimi zahtevami). Vadba reakcijskih gibanj vsebuje gibanja, kot so sprememba smeri med reakcijo na zunanji dražljaj (npr. tek naravnost s spremembo smeri levo ali desno na stožcu, odvisno od podane informacije tik pred izvedbo naloge). Reakcijska gibanja imajo večji vpliv na biomehaniko in povečajo obremenitve na koleno v primerjavi z vnaprej načrtovanimi gibi (Besier, Lloyd, Ackland in Cochrane, 2001). Zato je priporočljivo z vadbo

reakcijskih gibanj pričeti šele, ko je nogometaš obnovil varno biomehaniko med vnaprej načrtovanimi gibi. Prav tako je obnovitev varne biomehanike gibanja med reakcijskimi gibanji pred vrnitvijo v šport ključen vidik te faze rehabilitacije. Pred tranzicijo v vadbo nogometno specifičnih spretnosti je priporočljivo, da se vadba tehnike in vadba reakcijskih gibanj izvajata ločeno. Vadba nogometno specifičnih spretnosti vsebuje izvedbo nogometnih vaj bodisi pod pritiskom nasprotnega igralca ali med izvajanjem »odprtih« nalog (večji izbor odločitev in vpliv okoljskega stimulusa) in zahteva več reakcijskih gibanj, hitro odločanje in manj nadzora. V tej fazi mora športni delavec stopnjevati obremenitve in telesno pripravo nogometaša, zmanjšati ali omejiti stopnjo utrujenosti med kompleksnimi nalogami, izboljšati izvedbo in se izogibati slabi biomehaniki. Gibalni vzorci iz druge faze se lahko izvajajo v maksimalni hitrosti za razvoj anaerobnih sposobnosti (vadba hitrosti).

V četrti fazi je cilj približati nogometaša intenziteti ekipnega nogometnega treninga (85–90 %), vključno z vajami igre 1 na 1 skozi scenarije iz nogometne tekme pod vplivom pritiska in kontakta nasprotnega igralca za pridobivanje samozavesti med temi situacijami. Vadba živčno-mišičnega nadzora med nogometno specifičnimi gibanji pomaga nogometašu pri pripravi na varno udeležbo v nogometu. S tem namenom je treba razviti program progresivnih športno specifičnih gibanj, ki pripomorejo k tranziciji od gibalnih vzorcev do športno specifičnih scenarijev med nogometno igro. To vključuje postopno napredovanje k bolj zahtevnim nalogam z izvedbo v višji hitrosti in z večjimi vizualnimi zahtevami (večje število odločitev oziroma možnih reakcij). Nogometaš mora postopoma razviti sposobnost izvedbe gibanj v različnih smereh v veliki hitrosti tudi v stanju utrujenosti. Športni delavec mora vadbo za razvoj telesne priprave in vzdržljivosti sočasno združiti s specifičnimi nogometnimi vsebinami. Vadba »nogometne kondicije« nudi kognitivni stimulus, izziva tehnične vidike pod utrujenostjo kot pripravo na vrnitev v neomejen ekipni trening. Športni delavec mora spremljati vadbene obremenitve z uporabo GPS-sistema, da zagotovi doseganje zelenih hitrosti med tekom in mejne vrednosti pospeševanj in zaustavljanj ter zelene kardiovaskularne obremenitve (povprečni srčni utrip in minute pod intenzivnostjo, večjo od 85 % maksimuma) (Buckthorpe idr., 2019b).

Namen pete faze rehabilitacije na terenu je pripraviti nogometaša na vrnitev v nemoten proces ekipnega treninga z ustvarjanjem trenažnega okolja, ki posnema fizične, tehnične in fiziološke zahteve nogometa. V tej fazi nogometaš sodeluje v prilagojenem ekipnem treningu (pridruži se ogrevalnemu delu in vajam dinamične tehnike), kjer so nepoškodovani igralci priključeni za posnemanje nogometnega trenažnega okolja (npr. vratar pomaga pri vadbi strela na gol, igralci se priključijo vadbi posesti žoge ali vadbi zaključka na gol po predlošku ipd.). Poudarek je na vadbi skupinske taktike in tehnike, ki vključuje vaje posesti žoge, igralne oblike in situacijo 1 na 1 ali 2 na 2. Priporočljiva je spremljava vadbene obremenitve z uporabo GPS-sistema ali drugih merilnih sistemov za zagotovitev zadostnega dražljaja za adaptacijo in razvoj kronične vadbene obremenitve. Nogometaševe ključne meritve obremenitve morajo biti dosežene med nogometno specifičnimi aktivnostmi in ne z nadomestnimi aktivnostmi (npr. dodatni teki po zaključenem ekipnem treningu). Izjema so lahko visoko intenzivni teki ali šprinti, katerih zadostna intenzivnost se težko doseže med

tipičnim nogometnim treningom. Kriteriji za vrnitev v neomejen ekipni trening vsebujejo klinične (bolečina, oteklina, stabilnost, obseg giba), funkcionalne (moč, vzdržljivost, telesna sestava), biomehanske (analiza gibanja), psihološke (strah pred ponovno poškodbo, samozavest) in športno specifične dejavnike (Buckthorpe idr., 2019b).

Preglednica 6: Primer progresivne obremenitve nogometaša med fazami rehabilitacije na terenu (prirejeno po Buckthorpe, 2019)

Faza	Maksimalna hitrost (ms^{-1}) (% maksimalne hitrosti)	Celotna razdalja (m)	Razdalja (m) teka v visoki hitrosti ($5,5\text{--}7 \text{ms}^{-1}$)	Razdalja (m) v sprintu ($>7 \text{ms}^{-1}$)	Razdalja (m) pospeška ($>3 \text{ms}^{-2}$)	Razdalja (m) pojemka ($m > -3 \text{ms}^{-2}$)	HR 70–85 % max (min)	HR >85 % max (min)
1	4,5–6 (50–65)	3000–4500	0–100	0	0–15	0–40	0–10	0
2	6–7 (65–75)	4000–5000	100+	50	30+	50+	10–20	0–5
3	8+ (>85)	4000–5000	200–400	100	50–100	50–100	25+	10–15
4	8,5+ (>90)	4500+	300–500	100–150	100+	100+	20+	15+
5	8,5+ (>90)	4500+	400–800	100–300	150+	150+	20+	20+

HR – srčni utrip

5.3.2 Napotki za vadbo moči

Ena glavnih komponent zgodnje faze rehabilitacije po rekonstrukciji SKV je obnova moči sprednje in zadnje stegenske mišice pred začetkom rehabilitacije na terenu in vrnitve v šport (Della Villa idr., 2012). Simetrična moč sprednje stegenske mišice pred vrnitvijo v šport dokazano zmanjšuje možnost ponovne poškodbe. Prav tako je moč sprednje stegenske mišice povezana s pozitivnim subjektivnim ocenjevanjem športnikov in zadovoljstvom po rekonstrukciji (Welling idr., 2019). Za določanje moči sprednje in zadnje stegenske mišice se uporabi izračun LSI, definiran kot največja moč poškodovane noge deljena z največjo močjo nepoškodovane noge krat 100 (Lynch idr., 2015). Za določanje pripravljenosti za vrnitev v šport se kot kriterij uporabi vrednost $LSI > 90 \%$.

Welling idr. (2019) so razdelili trening moči v štiri faze (preglednica 7). Za prehod med posameznimi fazami morajo nogometaši izpolnjevati določene kriterije. Omenjeni avtorji prav tako navajajo kriterije moči, ki jih mora športnik dosegati za določene aktivnosti (preglednica 8).

Preglednica 7: Štiri faze protokola vadbe moči (prirejeno po Welling idr., 2019)

1. faza	2. faza	3. faza	4. faza
Vaje za aktivacijo kvadricepsa	Vaje mišične vzdržljivosti (2 seriji po 15–25 ponovitev, <50 % 1 RM)	Normalizacija mišične simetrije in izboljšanje mišične moči (2–4 serije po 8–10 ponovitev; 60–80 % 1 RM) Vadba mišične vzdržljivosti (2 seriji po 15–25 ponovitev, <50 % 1 RM)	Normalizacija mišične simetrije in izboljšanje mišične moči (5 serij po 3 ponovitve; >80 % 1 RM) Vadba mišične vzdržljivosti (2 seriji po 15–25 ponovitev, <50 % 1 RM)

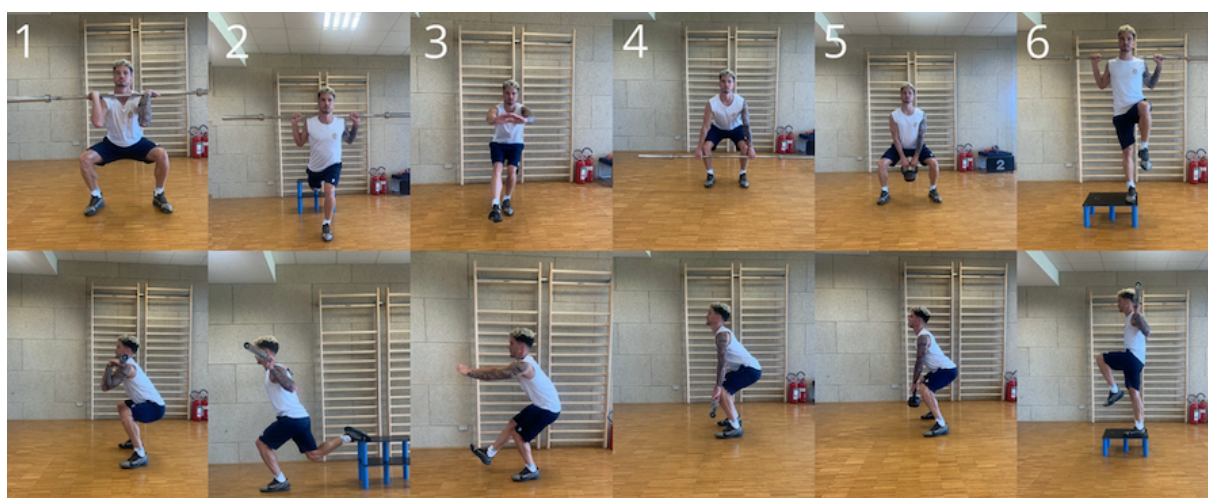
Za namene diplomske naloge se bomo podrobneje posvetili protokolu treninga moči v tretji in četrti fazi, saj ponazarjata vadbo v zaključni fazi rehabilitacije. Welling idr. (2019) navajajo, da je cilj tretje faze izboljšati moč in normalizirati simetrijo moči nog na podlagi izokinetičnih meritev moči, ki so bile opravljene po koncu druge faze (štiri mesece po operaciji). Poleg vaj za izboljšanje mišične moči in vzdržljivosti so bile v tej fazi vključene vaje ravnotežja, tek in vaje tehnike poskokov in doskokov. Vaje za izboljšanje mišične vzdržljivosti se izvajajo v največ dveh serijah po 15–25 ponovitev (intenzivnost <50 % maksimalne ponovitve, angl. One Rep Max –RM), z odmorom dve do tri minute (Garber idr., 2011). Trening moči spodnjih okončin je sestavljen iz enonožnih in tudi sonožnih vaj. Od tretje faze dalje se izvajajo vaje v odprti in zaprti kinetični verigi. Najpogostejše vaje v odprti kinetični verigi so ekstenzija v kolenu in »leg curl« (slika 2). Van Melick idr. (2016) navajajo, da se vaje v odprti kinetični verigi lahko pričnejo z izvajanjem po četrtem tednu od operacije z omejenim obsegom giba 90–45°. Skozi fazo rehabilitacije se postopno povečuje obseg giba do popolnega. Vaje, ki se izvajajo v zaprti kinetični verigi, so počep, mrtvi dvig, »split squat«, »step-ups« in »good mornings« (slika 3). Da se prepreči monotonost pri treningu moči za športnika, je priporočljivo uporabiti različne variacije vaj. Počep lahko izvajamo denimo na več načinov, kot so »back squat«, sumo počep in »pistol squat« (slika 6). Kot v sklepu pri izvajanju teh vaj ne presega 90° fleksije. Med treningom moči izvajamo kombinacijo unilateralnih in bilateralnih vaj moči, v dveh do štirih serijah po osem do deset ponovitev (intenzivnost 60–80 % 1 RM), z vmesnim odmorom med serijami dve do tri minute. Tretja faza traja približno 12–14 tednov. Na koncu tretje faze se opravi ponovno testiranje (Welling idr., 2019).



Slika 6: Dva primera vaj v odprti kinetični verigi, (1) ekstenzija v kolenu, (2) fleksija kolena

V četrti fazi treninga moči je cilj odpraviti preostale deficite v moči fleksorjev in ekstenzorjev glede na rezultate zadnjih izokinetičnih meritev (sedem mesecev po operaciji). Trening je prilagojen odpravi teh deficitov. Za razvoj maksimalne moči in hipertrofije se vaje izvajajo v petih serijah po tri ponovitve (intenzivnost >80 % 1 RM) z vmesnim odmorom dve do tri minute za izboljšanje maksimalne moči (Garber idr., 2011). Vseskozi spremljamo fiziološke odzive kolena, kot je bolečina ali oteklina po treningu, in trening tem odzivom prilagodimo,

če je to potrebno. Prav tako se v tem obdobju izvaja vaje mišične vzdržljivosti z največ dvema serijama po 15–25 ponovitev (intenzivnost <math><50\%</math> 1 RM), z vmesnim odmorom dve do tri minute. Welling idr. (2019) navajajo, da je za nogometaše priporočljivo, da koncentrični del vaje izvaja eksplozivno (kolikor hitro gre). Za ekscentrične vaje, kot so potisk z nogami in »nordic hamstring curl«, se priporoča čim bolj počasna izvedba (pet do šest sekund). V četrti fazi so uporabljene enake vaje in njihove variacije kot v prejšnjih fazah. Po zadnjih izokinetičnih meritvah (deset mesecev po operaciji) se morebitni prisotni deficiti odpravljajo nadaljnje s prilagojenim treningom moči. Četrta faza treninga moči traja 14–16 tednov. Poleg treninga moči v tej fazi izvajamo tudi vaje ravnotežja in propriocepcije, tehnike teka, mehanike doskokov in druge. Po zaključeni četrti fazi treninga moči je poudarek na rehabilitaciji na terenu, ki jo podrobno opisujejo Buckthorpe idr. (2019b).



Slika 7: Šest primerov enonožnih in sonožnih vaj v zaprti kinetični verigi, (1) front squat, (2) split squat, (3) pistol squat, (4) mrtvi dvig, (5) good morning, (6) step-ups

Welling idr. (2019) so v svoji raziskavi ugotovili, da nogometaši, ki so opravili opisan protokol treninga moči, sedem mesecev po operaciji niso kazali razlik v moči kvadricepsa in zadnje stegenske mišice v primerjavi s kontrolno skupino. Po desetih mesecih pa so imeli celo boljše rezultate od kontrolne skupine. 65 % nogometašev je imelo LSI >90 % po desetih mesecih za moč kvadricepsa in 76,3 % za moč zadnje stegenske mišice.

Preglednica 8: Kriteriji moči za različne aktivnosti (prirejeno po Welling idr., 2019)

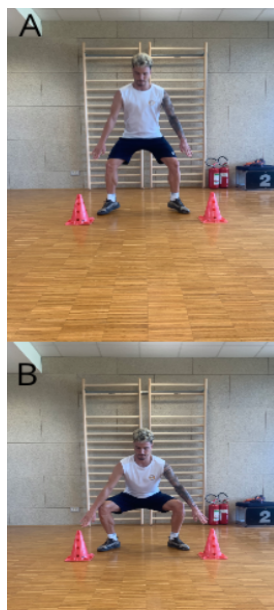
Aktivnost	Kriteriji moči
Vrnitev v tek	LSI > 70 % pri 60 °/s za moč kvadricepsa in zadnje stegenske mišice
Vrnitev v športno specifičen trening	PT/BW za moč kvadricepsa >1,6 pri 180 °/s in >1,4 pri 300 °/s pri ekstenziji za poškodovano nogo
Rehabilitacija na terenu	LSI > 85 % pri 60 °/s, 180 °/s in 300 °/s za kvadriceps in zadnjo stegensko mišico
Vrnitev v šport	LSI > 90 % pri 60 °/s, 180 °/s in 300 °/s za kvadriceps in zadnjo stegensko mišico, PT/BW > 3,0 za kvadriceps pri 60 °/s pri ekstenziji za poškodovano nogo, H/Q-razmerje > 55 % za ženske in > 62,5 % za moške za poškodovano nogo pri 300 °/s

LSI = limb symmetry index, PT/BW = maksimalni navor/telesna teža, H/Q-razmerje = razmerje sprednja/zadnja stegenska mišica

Buckthorpe (2019) navaja, da je sposobnost živčno-mišičnega sistema za razvoj sile zelo pomembna, da zagotovi dinamično stabilnost sklepa, kot tudi za optimalno propulzijo sile. Omenjeni avtor meni, da se po rekonstrukciji sprednje križne vezi v rehabilitaciji prepogosto zanaša na izolirano maksimalno mišično moč, z omejenim upoštevanjem sposobnosti hitrega (eksplozivnega) razvoja sile. Hitra (<50 ms) ponovna stabilizacija sklepov po mehanskih motnjah za preprečevanje poškodb ali šprinti (100–120 ms) vključujejo kontrakcijske čase, ki so krajši od časa, ki je potreben za razvoj maksimalne zavestne izometrične kontrakcije (300 ms). Zato je sposobnost razvoja sile med hitrimi športnimi nalogami (eksplozivni gibi) bolj odvisna od sposobnosti hitrega razvoja sile kot od maksimalne mišične moči. Stopnja razvoja sile je tako pomemben vidik živčno-mišične funkcije in zahteva dodatno pozornost v poznih fazah rehabilitacije po poškodbi sprednje križne vezi (Buckthorpe, 2019). Angelozzi idr. (2012) poročajo o deficitih v stopnji razvoja sile za 30 % šest mesecev po operaciji, kljub popolni obnovitvi maksimalne koncentrične moči ekstenzorjev kolena (97 %). Stopnja razvoja sile je bila popolnoma obnovljena šele 12 mesecev po operaciji in po programu za razvoj sile. Avtorji so predlagali, da se stopnja razvoja sile uporabi kot dodatno merilo pri procesu odločanja za vrnitev v šport. Buckthorpe (2019) priporoča, da se po doseženi zadostni osnovni živčno-mišični funkciji (80–90 % LSI pri izokinetičnih meritvah moči fleksorjev in ekstenzorjev) nadaljuje obdobje naprednega živčno-mišičnega treninga za povrnitev eksplozivnih živčno-mišičnih lastnosti. Vadba z zmernimi obremenitvami (70 % maksimalne obremenitve, kjer se lahko opravi 8–12 ponovitev), ki je zelo učinkovita pri razvoju velikosti mišic in maksimalne moči, pa je zelo neučinkovita pri vadbi in obnovitvi stopnje razvoja sile. Namesto tega so potrebni posebni dražljaji za razvoj sile v začetnih 50–100 ms, ki vključujejo vadbo eksplozivne moči, balistične treninge moči (poskoke, odrive) in vadbo moči z velikimi bremenami (<5 RM). Izboljšanje stopnje razvoja sile v začetnih 50 ms med 50 in 80 % se lahko pričakuje že v štirih do osmih tednih vadbe z omenjenimi modalitetami, vsaj pri nepoškodovanih posameznikih (Mangine idr., 2016; Tillin, Pain in Folland, 2012; Tillin in Folland, 2014). V zaključnih fazah rehabilitacije je zato priporočljivo vključiti omenjene prakse treninga kot del pristopa različnih metod za obnovitev živčno-mišičnih sposobnosti. Buckthorpe (2019) navaja, da morajo biti te prakse priključene specifičnemu treningu moči, ki vključuje ekscentrične komponente zmernih in težkih obremenitev (pet do osem maksimalnih ponovitev) za popolno obnovo maksimalne mišične moči. S tem zagotovimo popolno obnovo moči fleksorjev in ekstenzorjev v odprti kinetični verigi, kot tudi maksimalno moč v zaprti kinetični verigi (osem maksimalnih ponovitev potiska z nogami dvakratnika telesne teže in 100 % LSI). Običajno maksimalna mišična moč ekstenzorjev kolena ni popolnoma obnovljena šest do devet mesecev po rekonstrukciji sprednje križne vezi pri velikem številu poškodovancev (Herrington, Ghulam in Comfort, 2018; Welling idr., 2019). Zato je za optimizacijo rezultatov po rekonstrukciji sprednje križne vezi potrebna osredotočenost na živčno-mišično delovanje kot celoto. Vadbo eksplozivne moči in vadbo z visokimi obremenitvami se lahko izvaja šele po zaključenem procesu celjenja, obnovitvi polnega obsega giba in fleksibilnosti in z uporabo načela progresivne preobremenitve (Buckthorpe, 2019).

5.3.3 Vadba pliometrije

Vadba pliometrije je standardni del srednje in pozne faze rehabilitacije po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Bien in Dubuque (2015) navajata, da je vadba pliometrije ključnega pomena, saj zgodnje faze rehabilitacije ne spodbudijo zadostnih sil, ki jih zahteva tekmovalno udejstvovanje športnika. Vadba pliometrije se pogosto izvaja v povezavi z živčno-mišičnim treningom s povratnimi informacijami za omogočanje integracije izboljšane mehanike spodnjih okončin in simulira komponente športno specifičnih manevrov. Pliometrija je področje, kjer sta lahko izbira napotkov in ustrezen nadzor mehanike gibanja zelo pomembna zaradi povečanih živčno-mišičnih zahtev ter večjih obremenitev in sil na spodnje okončine. Vedno več dokazov se pojavlja o vrstah napotkov in povratnih informacij, uporabljenih med vadbo pliometrije in športno specifičnih gibanj. Nedavne raziskave kažejo, da lahko specifične metode povratnih informacij izboljšajo motorično učenje in so lahko bolj učinkovite pri obnavljanju vzorcev gibanja v primerjavi z metodami, uporabljenimi med tradicionalnimi rehabilitacijskimi dejavnostmi. Povratne informacije različnih vrst in volumna lahko pomembno vplivajo na motorični nadzor in živčno-mišično učenje. Izkazalo se je, da uporaba ustnih in video povratnih informacij izboljša biomehaniko spodnjih okončin v frontalni ravnini med nalogami poskokov, izboljša moč in zmanjša vertikalno reakcijsko silo podlage. Nedavne raziskave so se osredotočile na učinke zunanje in notranje usmerjenih napotkov ter njihov vpliv na mehaniko gibanja in motorično učenje. Vrsta in način določanja povratnih informacij, ki se ponujata osebam po rekonstrukciji sprednje križne vezi, lahko pomembno vplivata na mehaniko doskoka, simetrijo spodnjih okončin in posturalno stabilnost. Bien in Dubuque (2015) navajata, da športni delavci v 95 % uporabljajo notranje usmerjene napotke. Primeri notranje usmerjenih napotkov lahko vključujejo napotke športnikom, naj pristanejo z upognjenimi koleno ali da naj pristanejo s stopali v širini ramen. Nedavni dokazi kažejo, da čeprav je uporaba notranje usmerjenih napotkov bolj razširjena, lahko dejansko omeji možnosti za motorično učenje in popolno okrevanje športnikov po rekonstrukciji sprednje križne vezi, saj povzroči, da se športnik zanaša bolj na zavestno kot na avtomatsko kontrolo na ravni centralnega živčnega sistema. Omenjeni avtorji navajajo, da lahko napotki z zunanje usmerjeno pozornostjo spodbujajo uporabo nezavednih ali avtomatskih mehanizmov, ki lahko zboljšajo učinkovitost motoričnega učenja. Uporaba zunanjih znakov in ciljev, kot so na primer stožci, palice ali markerji, športnikom omogoči, da usmerijo pozornost navzven in izboljšajo kakovost počepov, poskokov in športno specifičnih gibov (slika 8).



Slika 8: Sonožni doskok z zunanjo pozornostjo

Bien in Dubuque (2015) prav tako poročata o izboljšanju razdalje in višine med izvajanjem pliometričnih vaj z uporabo zunanje pozornosti v primerjavi z notranjo pozornostjo (slika 9).



Slika 9: Enonožni poskok z zunanjo pozornostjo

6 ZAKLJUČEK

Vrnitev na enako stopnjo športne aktivnosti je cilj vsakega športnika po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Pregled sodobne literature kaže, da je odstotek vrnitve nogometašev v šport po rekonstrukciji sprednje križne visok, vendar je ta odstotek precej nižji, ko govorimo o vrnitvi na enako raven, še posebej po daljšem časovnem obdobju. Prav tako je zaskrbljujoč podatek o številu ponovnih poškodb, še posebej pri mlajših športnikih.

Največji izziv za športne delavce je vrniti športnika na enako raven aktivnosti, kot je bila pred poškodbo, s čim manjšim tveganjem za ponovno ali pridruženo poškodbo. Kljub razvoju smernic za vrnitev v šport po rekonstrukciji sprednje križne vezi v zadnjih letih ostaja še vedno več vprašanj kot odgovorov glede optimalnih kriterijev in rehabilitacijskih pristopov za vrnitev v šport. Še manj pa je odgovorov, kadar govorimo o vrnitvi v specifičen šport. Sodobni kriteriji in priporočila temeljijo predvsem na časovnih merilih, subjektivnih ocenah športnika, psihološki pripravi, meritvah stabilnosti, moči in simetriji spodnjih okončin ter kakovosti gibanja med izvajanjem osnovnih in športno specifičnih gibanj. Kljub razvoju testnih baterij in kriterijev v zadnjih letih pa uporaba le-teh ne prepozna športnikov s povečanim tveganjem za ponovno poškodbo. Priporočljivo je, da se testi za vrnitev v šport opravijo v stanju utrujenosti športnika, saj lahko v nasprotnem primeru dobimo napačne pozitivne rezultate in posledično dovolimo prezgodnjo vrnitev v šport. Raziskave kažejo, da podaljšanje procesa rehabilitacije na minimalno devet mesecev občutno zmanjša tveganje za ponovno poškodbo. Za nogometaša je prav tako pomembno, da se tista testiranja, kjer je to mogoče, opravijo na nogometnem igrišču. S tem zagotovimo specifično okolje za nogometaša in dobimo boljši vpogled v stanje pripravljenosti za vrnitev v nogomet. V rehabilitaciji nogometaša po poškodbi sprednje križne vezi je ključnega pomena integracija nogometno specifičnih vsebin, zlasti v zaključnih fazah rehabilitacije. Rehabilitacija na terenu za nogometaša predstavlja most med rehabilitacijo, ki temelji predvsem na vadbi v fitnesu in tekmovalnem okolju njegovega športa. Glavni stebri rehabilitacije na terenu so obnova kakovosti gibanja, obnova specifične telesne priprave, obnova nogometnih tehničnih in taktičnih veščin ter postopno stopnjevanje vadbene obremenitve. Na splošno ta proces velja za kontinuum rehabilitacije na terenu, varne priključitve ekipnemu treningu in postopno uvajanje v igranje nogometne tekme. Za uspešno vrnitev v šport je v zaključni fazi rehabilitacije priporočljiva kombinacija rehabilitacije na terenu, vadbe gibalnih vzorcev in vadba v fitnesu. Rehabilitacija na terenu služi učinkoviti pripravi športnika na športno specifično gibanje, telesno pripravo, spretnosti in obremenitve športa, v katerega se vrača. Rehabilitacija na terenu mora biti dodatno podkrepljena s primernim vadbenim programom v fitnesu, ki se osredotoča na obnovo maksimalne in eksplozivne moči ter kondicije. Te aktivnosti se skupno posvetijo odpravi primanjkljajev, povezanih z živčno-mišično zmogljivostjo, kakovostjo gibanja in športno specifičnimi zmogljivostmi, z namenom ustrezne priprave športnika na nemoteno vrnitev v trenažni proces in na tekmovalno raven svojega športa.

7 VIRI

- Alemeida, A. M., Santos Silva, P. R., Pedrinelli, A. in Hernandez, A. J. (2018). Aerobic fitness in professional soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction. *Plos one*, 13(3), e0194432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194432>
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., La'zaro-Haro, C. in Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanism of injury and underlying risk factors. *Knee surg sports traumatol arthrosc*, 17(7), 705–729. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1>
- Angelozzi, M., Madama, M., Corsica, C., Calvisi, V., Properzi, G., McCaw, S. T. in Cacchio, A. (2012). Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. *The journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 42(9), 772–780. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3780>
- Barber-Westin, S. D. in Noyes, F. R. (2011a). Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review. *The physician and sportsmedicine*, 39(3), 100–110. <https://doi.org/10.3810/psm.2011.09.1926>
- Barber-Westin, S. D. in Noyes, F. R. (2011b). Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 27(12), 1697–1705. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.09.009>
- Barth, K. A., Lawton, C. D., Touhey, D. C., Selley, R. S., Li, D. D., Balderama, E. S., ... Hsu, W. K. (2019). The negative impact of anterior cruciate ligament reconstruction in professional male footballers. *The knee*, 26(1), 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.10.004>
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R. in Cochrane, J. L. (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(7), 1176–1181.
- Bien, D. P. in Dubuque, T. J. (2015). Considerations for late stage acl rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance. *The international journal of sports physical therapy*, 10(2), 256–271. Pridobljeno s <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25883874>
- Bizzini, M. in Silvers, H. J. (2014). Return to competitive football after major knee surgery: more questions than answers? *Journal of sports sciences*, 32(13), 1209–1216. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.909603>
- Bizzini, M., Hancock, D. in Impellizzeri, F. (2012). Suggestions from the field for return to sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: soccer. *The journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 42(4), 304–312. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012/4005>

- Blanch, P. in Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British journal of sports medicine*, 50(8), 471–475. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095445>
- Boerboom, A. L., Huizinga, M. R., Kaan, W. A., Stewart, R. E., Hof, A. L., Bulstra, S. K. in Dierks, R. L. (2008). Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait posture*, 28(4), 610–614.
- Buckthorpe, M. (2019). Optimising the late-stage rehabilitation and return-to-sport training and testing process after ACL reconstruction. *Sports medicine*, 49, 1043–1058. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01102-z>
- Buckthorpe, M., Della Villa, F., Della Villa, S. in Roi, G. S. (2019a). On-field rehabilitation part 1: 4 pillars of high-quality on-field rehabilitation are restoring movement quality, physical conditioning, restoring sport-specific skills, and progressively developing chronic training load. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 49(8), 565–569. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8954>
- Buckthorpe, M., Della Villa, F., Della Villa, S. in Roi, G. S. (2019b). On-field rehabilitation part 2: a 5-stage program for the soccer player focused on linear movements, multidirectional movements, soccer-specific skills, soccer-specific movements, and modified practice. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 49(8), 570–575. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8952>
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H. in West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports medicine*, 43(10), 1025–1042. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- Davies, G. J., McCarty, E., Provencher, M. in Manske, R. C. (2017). ACL return to sport guidelines and criteria. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 10(3), 307–314. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9420-9>
- Della Villa, S., Boldrini, L., Ricci, M., Danelon, F., Snyder-Mackler, L., Nanni, G. in Sergio Roi, G. (2012). Clinical outcomes and return-to-sports participation of 50 soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction through a sport-specific rehabilitation protocol. *Sports health*, 4(1), 17–24. <https://doi.org/10.1177/1941738119885642>
- Dingenen, B. in Gokeler, A. (2017). Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. *Sports medicine*, 47(8), 1487–1500. Pridobljeno s <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28078610>
- Erickson, B. J., Harris, J. D., Cvetanovich, G. L., Bach, B. R., Bush-Joseph, C. A., Abrams, G. D., ... Cole, B. J. (2013). Performance and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in male major league soccer players. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 1(2), 2325967113497189. <https://doi.org/10.1177/2325967113497189>

- Faude, O., Koch, T. in Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Feller, J. A. in Webster, K. E. (2019). Where are we with return-to-sport testing following ACL reconstruction? *Orthop traumatol surg res. orthopaedics & traumatology, surgery & research*, 105(6), 1037–1038. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.07.006>
- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British journal of sports medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & science in sports & exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>
- Gokeler, A., Neuhaus, D., Benjaminse, A., Grooms, D. R. in Baumeister, J. (2019). Principles of motor learning to support neuroplasticity after ACL injury: implications for optimising performance and reducing risk of second ACL injury. *Sports medicine*, 49(6), 853–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01058-0>
- Grassi, A., Smiley, S. P., Roberti di Sarsina, T., Signorelli, C., Marcheggiani Muccioli, G., Bondi, A., ... Zaffagnini, A. (2017). Mechanisms and situations of anterior cruciate ligament injuries in professional male soccer players: a Youtube-based video analysis. *European journal of orthopaedic surgery and traumatology*, 27(7), 967–981. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-1905-0>
- Herbst, E., Hoser, C., Hildebrandt, C., Raschner, C., Hepperger, C., Pointner, H. in Fink, C. (2015). Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: clinical application of a new test battery. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 23(5), 1283–1291. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3546-3>
- Herrington, L., Ghulam, H. in Comfort, P. (2018). Quadriceps strength and functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction in professional soccer players at time of return to sport. *Journal of strength and conditioning research*, 1–7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002749>
- Kaplan, Y. in Witvrouw, E. (2019). When is it safe to return to sport after ACL reconstruction? Reviewing the criteria. *Sports health*, 11(4), 301–305. <https://doi.org/10.1177/1941738119846502>
- Laboute, E., Verhaeghe, E., Ucay, O. in Minden, A. (2019). Evaluation kinaesthetic proprioceptive deficit after knee anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction in athletes. *Journal of experimental orthopaedics*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40634-019-0174-8>

- Lynch, A. D., Logerstedt, D. S., Grindem, H., Eitzen, I., Hicks, G. E., Axe, M. J., ... Snyder-Mackler, L. (2015). Consensus criteria for defining »successful outcome« after ACL injury and reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *British journal of sports medicine*, 49(5), 335–342. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092299>
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wang, R., Gonzales, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., ... Stout, J. R. (2016). Resistance training intensity and volume affect changes in rate of force development in resistance trained men. *European journal of applied physiology*, 116(11-12), 2367–2374. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3488-6>
- Myer, G. D., Paterno, M. V., Ford, K. R., Quatman, C. E. in Hewett, T. E. (2006). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 36(6), 385–402. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2222>
- Niederer, D., Engeroff, T., Wilke, J., Vogt, L. in Banzer, W. (2018). Return to play, performance and career duration after ACL rupture: a case-control study in the five biggest football nations in Europe. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(10), 2226–2233. <https://doi.org/10.1111/sms.13245>
- Norouzi, S., Esfandiarpour, F., Mehdizadeh, S., Yousefzadeh, N. K. in Parnianpour, M. (2019). Lower extremity kinematic analysis in male athletes with unilateral anterior cruciate reconstruction in a jump-landing task and its association with return to sport criteria. *BMC musculoskeletal disorders*, 20(1), 492. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2893-5>
- Petersen, W., Taheri, P., Forkel, P. in Zantop, T. (2014). Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. *Archives of orthopedic and trauma surgery*, 134(10), 1417–1428. Pridobljeno s <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25091127>
- Rambaud, A. J. M., Semay, B., Samozino, P., Morin, J. B., Testa, R., Philippot, R. in Edouard, P. (2017). Criteria for return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction with lower reinjury risk (CR'STAL study): protocol for a prospective observational study in France. *BMJ open*, 7(6), e015087. Pridobljeno s <https://10.1136/bmjopen-2016-015087>
- Ristanis, S., Tsepis, E., Giotis, D., Stergiou, N., Cerulli, G. in Georgoulis, A. D. (2009). Electromechanical delay of the knee flexor muscles is impaired after harvesting hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 37(11), 2179–2186. <https://doi.org/10.1177/0363546509340771>
- The yo-yo test. (2020). *Which yo-yo test did you do?* Pridobljeno 22. 6. 2020 s <https://www.theyoyotest.com/versions-which-one.htm>
- Thomas, A. C., Villwock, M., Wojtys, E. M. in Palmieri-Smith, R. M. (2013). Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Journal of athletic training*, 48(5), 610–620. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.2.14>

- Tillin, N. A. in Folland, J. P. (2014). Maximal and explosive strength training elicit distinct neuromuscular adaptations, specific to the training stimulus. *European journal of applied physiology*, 114(12), 365–374. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2781-x>
- Tillin, N. A., Pain, M. T. G. in Folland, J. P. (2012). Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. *Experimental physiology*, 97(5), 630–641. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.063040>
- Tucker, K., Larsson, A. K., Oknelid, S. in Hodges, P. (2012). Similar alteration of motor unit recruitment strategies during the anticipation and experience of pain. *International association for the study of pain*, 153(3), 636–643. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.11.0024>
- Van Melick, N., van Cingel, R. E. H., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hulleger, W. in Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2016). Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1506–1515. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>
- Van Melick, N., van Rijn, L., Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., Hoogeboom, T. J. in van Cingel, R. E. H. (2019). Fatigue affects quality of movement more in ACL-reconstructed soccer players than in healthy soccer players. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 27(2), 549–555. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5149-2>
- Walden, M., Hagglund, M., Magnusson, H. in Ekstrand, J. (2016). ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return to play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *British journal of sports medicine*, 50(12), 744–750. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095952>
- Welling, W., Benjaminse, A., Lemmink, K. in Gokeler, A. (2020). Passing return to sports tests after ACL reconstruction is associated with greater likelihood for return to sport but fail to identify second injury risk. *The knee*, 27(3), 949–957. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.03.007>
- Welling, W., Benjaminse, A., Lemmink, K., Dingenen, B. in Gokeler, A. (2019). Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction in amateur male soccer players. *Physical therapy in sport*, 40, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.08.004>
- Wellsandt, E., Failla, M. J. in Snyder-Mackler, L. (2017). Limb symmetry indexes can overestimate knee function after anterior cruciate ligament injury. *The journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 47(5), 334–338. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7285>
- Werner, J. L., Burland, J. P., Mattacola, C. G., Toonstra, J., English, R. A. in Howard, J. S. (2018). Decision to return to sport participation after anterior cruciate ligament reconstruction, part ii: self-reported and functional performance outcomes. *Journal of athletic training*, 53(5), 464–474. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-328-16>

Zaffagnini, S., Grassi, A., Marcheggiani Muccioli, G. M., Tsapralis, K., Ricci, M., Bragonzoni, L., ... Marcacci, M. (2014). Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in professional soccer players. *The knee*, 21(3), 731–735. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.02.005>