

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

ANA MALI

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

**POŠKODBA SPREDNJE KRIŽNE VEZI PRI ŽENSKEM
ROKOMETU**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

izr. prof. dr. Marko Šibila, prof. šp. vzg.

SOMENTOR:

asist. Vedran Hadžić, dr. med.

Avtorica dela
ANA MALI

RECENZENT:

izr. prof. dr. Edvin Dervišević, dr. med.

Ljubljana, 2014

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorju, dr. Marku Šibili, za nasvete ter napotke pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem somentorju dr. Vedranu Hadžiću ter recenzentu dr. Edvinu Derviševiću.

Najlepša hvala vsem na ameriški univerzi Baylor (Baylor University) ter Norveški športni univerzi (Norges Idrettshøgskole), ki so mi omogočili izjemno nadgradnjo znanja.

Hvala vsem sošolcem in prijateljem, zaradi katerih je bil študij toliko bolj zanimiv in nepozaben.

Nazadnje gre najpomembnejša zahvala staršem, Vidi in Janezu, ter sestri Urši, ki so mi študij omogočili, me ves čas podpirali, mi stali ob strani, ko je bilo težko, ter se veselili vsakega doseženega uspeha. Rada vas imam!

Ključne besede: Rokomet, poškodba sprednje križne vezi, ženske, rehabilitacija, preventivni program.

POŠKODBA SPREDNJE KRIŽNE VEZI PRI ŽENSKEM ROKOMETU

Ana Mali

POVZETEK

Športnice so po podatkih in nespornih dokazih epidemioloških študij, dovzetnejše za poškodbo sprednje križne vezi (SKV). Rokometašice imajo v primerjavi z moškimi predstavniki tega športa trikrat do petkrat večjo pogostost te poškodbe. Vzrok temu so preveč vzravnan drža telesa, prevelika iztegnitev v kolenskem in kolčnem sklepu ter pojav kolenskega valgusa pri pristanku iz skoka, doskoku ali med tehniko preigravanja s spremembo smeri gibanja. Na nastanek imajo vpliv tudi zunanji in notranji dejavniki tveganja.

Ustrezna rehabilitacija po poškodbi je ključnega pomena, saj je od nje odvisna športnikova kariera in vrnitev v trenažni proces. Hiter pričetek zdravljenja z rehabilitacijskim trenažnim programom lahko pomembno pripomore k učinkovitosti le-tega ter skrajšanju celotne rehabilitacije in ponovni pridobitvi funkcionalnosti telesa. Časovna doba šestih mesecev zdravljenja poškodbe SKV je predstavljena kot optimalno obdobje, po katerem se lahko pacient vrne na igrišče. Pri tem je cilj povečati obseg gibanja v kolenskem sklepu in posledično možnost čim večje iztegnitve v kolenu, ponovna pridobitev mišične moči, z ali brez uporabe električne mišične stimulacije.

Z načrtovanjem preventivnih programov si prizadevamo zmanjšati pojavnost poškodb nekontaktnih poškodb SKV ter izboljšati tehniko gibanja. Pri tem so nam v veliko pomoč preventivni testi. S preventivnim programom lahko dosežemo dobre rezultate že v krajšem časovnem obdobju, a je vseeno priporočljivo, da ga načrtujemo in izvajamo skrbno ter dolgoročno. Vključen je lahko v trening predtekmovalne, tekmovalne sezone ali pa skozi celotno sezono. Priporočljiva je tudi vključitev preventivnega programa v del športnikovega treninga že v otroških oz. najstniških letih.

Preventivni program naj bo sestavljen iz večih stopenj, intenzivnost vaj naj med njimi narašča postopoma, poudarek in pozornost pa sta na individualnem napredku posameznika. V trenažni proces naj se ga kot del ogrevanja vključi dva- do trikrat tedensko, po 15-20 minut.

Pozorni moramo biti na pravilnost celotne izvedbe tehnično-taktičnih elementov ter posameznih delov, pri katerih je tveganje za poškodbo večje, na položaj telesa, pravilen položaj bokov, kolen, gležnjev ter prstov v t.i. navidezni liniji in odpravljanje valgusa kolen pri enonožnem ali paralelnem doskoku ter trening sprotne situacijskega odločanja.

Primerjava ugotovitev večih avtorjev, ki so v svoje raziskave vključevali preventivne programe, je pokazala, da se boljše rezultate doseže s kombinacijo trenažnih komponent. Tako kot pri rehabilitaciji je tudi za uspešno preventivo najučinkovitejša vadba takšna, ki vključuje sočasno delovanje več mišic hkrati in ustvari večjo funkcionalnost telesa. V trening vpeljemo tudi različice v gibanju, ki ugodno vplivajo na biomehaniko telesa in delujejo preventivno na poškodbo SKV.

Keywords: Handball, ACL injury, women, rehabilitation, preventive program.

ACL INJURY IN FEMALE HANDBALL

Ana Mali

ABSTRACT

According to the information and undisputed proof of epidemiological studies, women athletes are susceptible to suffer damage to ACL injury. In team handball, women are in three to five times greater risk of these injuries comparing to men representatives of this sport. The reasons can be found in excessive upright posture, knee and hip joint extension, and the emergence of knee valgus when landing from a jump or during performing the sidecutting movement, as well as external or internal risk factors.

After the injury, the athlete, her career and her return to training process depends on the rehabilitation. If we start with the treatment soon enough after the accrued injury, the patient benefits with improving in the efficiency, shortening the overall rehabilitation and regaining body functionality. The optimal period of ACL injury treatment is six months. If that is successful, the patient is able to return back to normal training process. The aim of rehabilitation is to increase the range of motion of the knee joint and, consequently, maximizing knee extension as well regain muscle strength, with or without using electrical muscle stimulation.

When planning prevention program, our purpose is to reduce the incidence of non-contact ACL injuries and to improve the technique of movement. A great help to identify players at risk are preventive tests. Even though we can achieve good results in short period of time using prevention program, it is advised to plan and comprise it long-term. It can be included in the preparatory and competitive period or, even better, throughout the whole season. It is also recommended that we include preventive program as a part of the athlete's training already when training children or teenagers.

Prevention program should be composed of several stages, with gradually increasing exercise intensity and focus and attention on the individual progress. It should be performed two to three times per week for 15-20 minutes, as part of the warm-up.

We must pay attention to the correct performance of technical-tactical elements, as well as individual components for which the risk of injury is increased, whole body position, hip and knee position in relation to the foot (the “knee over toe” position) and eliminate knee valgus when landing on one leg or parallel as well as decision making training. Comparing several authors's findings, who included prevention programs in their researches, has shown that the best results are achieved through a combination of training components. As for rehabilitation and also successful prevention, the most efficient exercise is the one involving simultaneous multiple muscles activity which creates greater body functionality. The training also introduces variations in techniques used, which changes the body biomechanics and have effect on knee and ACL prevention.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	9
2 JEDRO.....	10
2.1 NASTANEK POŠKODBE SKV.....	10
2.1.1 PREIGRAVANJA S SPREMEMBAMI SMERI GIBANJA	11
2.2 RAZLIKA MED SPOLOMA	11
2.3 DEJAVNIKI TVEGANJA.....	12
2.3.1 ZUNANJI DEJAVNIKI TVEGANJA	12
2.3.2 NOTRANJI DEJAVNIKI TVEGANJA.....	13
2.4 REHABILITACIJA	15
2.4.1 REHABILITACIJA PRED REKONSTRUKCIJO SKV	15
2.4.2 REHABILITACIJA PO REKONSTRUKCIJI SKV	16
2.4.3 VRNITEV V ŠPORT	17
2.5 PREVENTIVA.....	18
2.5.1 MERITVE IN BIOMEHANIKA MIŠIC	18
2.5.2 VRSTE PREVENTIVNIH TRENINGOV	19
2.5.3 PREVENTIVNI TESTI.....	25
2.5.3.1 GLOBINSKI SKOK.....	25
2.5.3.2 ENONOŽNI POČEP	26
3 SKLEP	27
4 VIRI	29

KAZALO SLIK

Slika 1. Reprodukcijski mehanizem nastanka poškodbe igralca pri pristanku na iztegnjeno koleno in notranjo rotacijo golenice (Arnold idr., 1979).....	11
Slika 2. Prikaz biomehanske meritve telesa rokometarja med izvajanjem tehnike preigravanja s spremembo gibanja (Kristianslund, Faul idr., 2012).....	17
Slika 3. Grafični prikaz postavitve krožnega treninga (Petersen idr., 2005).....	20
Slika 4. Prikaz izvedbe globinskega skoka (Hewett idr., 1999).....	24
Slika 5. Prikaz izvedbe pravilne tehnike enonožnega počepa na levi in nepravilne tehnike enonožnega počepa na desni (Renstrom idr., 2008).....	25

KAZALO TABEL

Tabela 1. Tveganje za nastanek poškodb med tekmo (poškodba na 1000 odigranih ur) (Myklebust idr., 1997).....	12
Tabela 2. Pojavnost poškodb glede na igralni položaj (Myklebust idr., 1997)	13
Tabela 3. Primer rehabilitacijskega procesa pred rekonstrukcijo SKV (Banff Sport Medicine, 2011)	16
Tabela 4. Primer 5-tedenskega preventivnega programa (Myklebust idr., 2003)	20
Tabela 5. Primer 6-faznega preventivnega programa (Petersen idr., 2005)	22
Tabela 6. Prikaz programa preventive poškodb in izboljšanja učinkovitosti v športu (Mandelbaum idr., 2005).....	24

1 UVOD

V diplomskem delu je obravnavana poškodba sprednje križne vezi (SKV) pri ženskem rokometu. Rokomet uvrščamo v skupino takoimenovanih kontaktnih športov, kjer pride do čvrstega telesnega stika z nasprotnikom. Med rokometno tekmo so igralci ali igralka neprestano v gibanju. Sem vključujemo šprinte, nenadna zaustavljanja, hitre spremembe smeri, skoke ter najrazličnejše doskoke in gibanja v preži, kar predstavlja visoko intenzivno obremenitev (Šibila, 2004).

Poleg vseh zgoraj omenjenih značilnosti igre je znano tudi, da specifična gibanja rokometne igre, tako v rekreativnem kot tudi v profesionalnem športu, povzročijo nastanek najrazličnejših poškodb, med katerimi je pri igralkah ženskega spola potrebno poudariti poškodbo sprednje križne vezi.

Gibanja in obremenitve pri rokometu povzročajo, da se pri večini poškodb sprednje križne vezi te pojavijo v nekontaktnih situacijah. Koleno namreč, gledano z biomehanskega vidika, prenaša v elementih te igre velike sile. Obravnavana poškodba se v nekontaktnih situacijah lahko zgodi pri poznanih rokometnih gibanjih, katere lahko vsaj nekoliko predvidimo (Simonsen idr., 2000). Poleg tega je v predvidevanjih vzrokov nastanka poškodb v ospredju stanje treniranosti športnice ter različni dejavniki tveganja, kot na primer menstrualni cikel, tip igralne površine ali igralni položaj, ki bi lahko imeli velik vpliv (Myklebust, Skjølberg in Bahr, 2013).

Kljub ustreznemu treningu in naučenosti gibanja se večina poškodb še vedno pripeti v fazi tekmovanja. Zaradi tega nas je zanimala uspešnost in koristnost rehabilitacijskega programa po sanirani poškodbi ter ali je ta dovolj učinkovit za vrnitev v zdravstveno stanje rokometasice pred poškodbo in nadaljnje igranje rokometu.

Za preprečitev pojava poškodbe se lahko uvede določena testiranja in meritve. Na podlagi teh se ugotovi, kateri sestavni del preventivnega treninga oziroma kombinacija teh je najbolj ustrezna za preprečitev poškodbe in s katerim bi ohranili stabilnost vezi, s tem pa tudi zdravo, nepoškodovano koleno (Myklebust idr., 2013). Kljub pozitivnim učinkom preventivnega treninga se poraja vprašanje, ali je učinkovitost uvedbe preventivnega programa za preprečitev poškodb sprednje križne vezi sploh smiselna ter učinkovita (Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme in Bahr, 2003).

Zanimali so nas razlogi za večje število poškodb sprednje križne vezi pri ženskah v primerjavi z moškimi, dejavniki tveganja in biomehanika telesa ob nastanku poškodbe SKV. Poleg tega smo preučevali, ali se da določiti večjo dovzetnost športnic za nastanek omenjene poškodbe, kateri testi in meritve nas na nevarnost poškodbe opozorijo in kako na podlagi slednjih izbrati najbolj ustrezen preventivni program.

Pri delu smo uporabili pregled literature. Članki so bili izbrani preko podatkovne baze MedLine. Kriterij izbora člankov za delo je bila poškodba sprednje križne vezi pri osebah ženskega spola, ki se ukvarjajo z rokometom (iskalni niz v angleščini: ACL injury AND female AND handball). V pregled literature so bile vključene vse raziskave, ki so ustrezale zgoraj navedenemu iskalnemu nizu, pri tem pa leto izida članka ni predstavljalo izključujočega dejavnika. Poleg teh člankov je bila v pregled dodana še domača ter tuja literatura, ki je ustrezala obravnavani temi.

2 JEDRO

Znano je, da šport pozitivno vpliva na zdravje ljudi ter da ima zmerna, ritmična in vsakodnevna aktivnost pomemben vpliv na zdravje. Športna aktivnost prav tako vključuje gibanja, ki so ostra ter eksplozivna in so ponavadi glavni dejavnik nastanka poškodb (Thing, 2006).

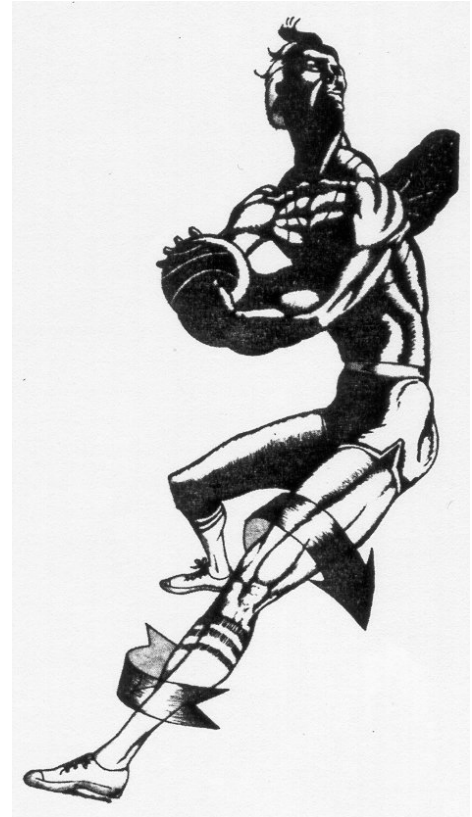
Rokomet uvrščamo med visoko intenzivne športe, kjer je telesni stik med igralci pogost. Ena izmed pogostejših poškodb je poškodba sprednje križne vezi (SKV). Sprednja križna vez je stabilizator kolena, ki preprečuje njegovo hiperekstenzijo ter sprednji premik golenice (Renstrom idr., 2008). Ker je v rokometni igri veliko nepričakovanih situacij povezanih z zunanjimi motnjami ter skrajnimi položaji telesnih segmentov, je procent poškodovanih rokometashev relativno velik. Prav zaradi hitrih sprememb smeri gibanja, telesnega kontakta ter velikih amplitud v sklepih je potrebno, da imajo rokometasi dober nadzor gibanja (Medvešek, 2011).

Četudi je skozi čas nastal napredek v zdravljenju poškodbe SKV, tako v konzervativnem kot tudi operacijskem zdravljenju, ostaja tema problematična za zdravnika ter pacienta, katerega je doletela poškodba (Simonsen idr., 2000). Predlaganih je bilo več hipotez v zvezi z zdravljenjem in preventivo poškodb SKV ter ugotavljanjem nagnjenosti športnic k tej poškodbi. Nekatere izmed teh hipotez so razlika v položaju spodnjih ekstremitet, dimenzij interkondilarne brazde ter dolžina kolenskih vezi, mišična moč, koordinacija, nivo znanja rokometas in kondicijska pripravljenost, hormonsko stanje športnic ter menstrualni cikel ipd. (Myklebust, Maehlum, Holm in Bahr, 1998).

2.1 NASTANEK POŠKODBE SKV

Poškodba sprednje križne vezi največkrat nastane med nekontaktno igralno situacijo. Pogosto je vzrok pristajanje na eno nogo po strelu iz skoka, nepravilno zaustavljanje ali preigravanje s hitro ter nenadno spremembo smeri gibanja. Kljub temu, da je to gibanje igralcem znano in so ga opravili nešteto krat, je prav to ključno in vodilno gibanje pri katerem se poškodba SKV dogodi (Myklebust idr., 1998). Pri tem je izrednega pomena mobilnost kolena ter njegova stabilnost. Med tem, ko oblika kosti, sklepne kapsule ter vezi ustvarjajo statično oporo, ustvarjajo mišice dinamično stabilizacijo kolenskega sklepa. Te prečkajo sklep in ustvarjajo aktiven upor zunanjim silam. Eno izmed pomembnejših vlog pri proizvodbi dinamične opore ima zadnja loža stegna (Simonsen idr., 2000). V raziskavi Simonsen idr. (2000) so merili elektromiografski (EMG) signal aktivnosti posameznih mišic spodnjih okončin, ki delujejo pri preigravanju s spremembo smeri gibanja. Skozi celotno fazo gibanja je bila najbolj obremenjena mišica iztegovalka kolena. Zadnja loža stegna je bila aktivna med zaustavljenjem, ko je njena aktivnost znašala 27-37% njihovega maksimuma, po čemer sklepamo, da je v tem primeru njihova proizvodba sile in zmožnost zaščite SKV zanemarljiva. Obstajajo predvidevanja, da bi lahko povečana kontrakcija zadnje lože stegna med tehniko preigravanja zmanjšala obremenitev sprednje križne vezi. To bi dosegli s treningom moči zadnje lože stegna, kar naj bi pomagalo pri zmanjšanju poškodb rupture SKV. Sklep raziskave je bil, da gibanje samo po sebi, gledano na silnice, ki nastanejo v kolenu, ni problematično, ampak je ključnega pomena hitrost gibanja ter število ponovitev, ki jih morajo koleno ter vezi zdržati. Vprašanje je le, ali bi kljub zvišanemu delovanju zadnje lože stegna ohranili enako gibanje, ki bi imelo enako učinkovitost (Simonsen idr., 2000).

Prav tako je bilo opaženo, da igralko po skoku in tehniki preigravanja s spremembo smeri gibanja pristanejo v bolj vzravnani drži, pri čemer sta kolenski ter kolčni sklep v skoraj popolni iztegnitvi. Pri obeh omenjenih gibanjih je pri rokometašicah opažen tudi večji valgus kolena, ki prav tako predstavlja višje tveganje za poškodbo SKV (Yoo idr., 2010). Bencke in Zebis (2011) sta v raziskavi poudarila, da je med izvajanjem tehnično-taktičnih prvin v rokometu za dinamično stabilizacijo kolenskega sklepa nujna zadostna moč zadnje lože stegna. V primeru, ko na koleno deluje velika sila valgusa in je le-to v skorajšnji iztegnitvi, hkrati pa se golenica rotira navzven ali navznoter, predstavlja to povečan stres na izpostavljeno SKV in večje tveganje za njeno poškodbo. Zadnja loža stegna deluje tako kot antagonist anteriornemu povleku golenice ter njeni notranji in zunanji rotaciji. Povečana togost mišice zagotavlja večjo stabilnost kolena in njegovo zaščito. Bolj kot sama kontrakcija štiriglave stegenske mišice je tako priporočljiva zadostna sočasna kontrakcija zadnje lože stegna z močno štiriglavo stegensko mišico, saj je s tem zmanjšan stres na izpostavljeno sprednjo križno vez (Bencke in Zebis, 2011).



Slika 2. Reprodukcijski mehanizem nastanka poškodbe igralca pri pristanku na iztegnjeno koleno in notranjo rotacijo golenice (Arnold idr., 1979)

2.1.1 PREIGRAVANJA S SPREMEMBAMI SMERI GIBANJA

Preigravanje je tehnična prvina, pri kateri posameznik v fazi napada, z žogo ali brez nje, prevara in obide naprotne igralce s hitro spremembo smeri in ritmom gibanja. Tako si ustvari prostor za strel ali poda soigralcu, ki je v ugodnejšem položaju za strel ali nadaljevanje igre. Poleg že omenjene spremembe položaja telesa in ritma gibanja, lahko igralec izvede varanja še z lažno podajo ali strelom ali s pogledom (Šibila, 2004). Čas za odločanje in izvedbo tega elementa z vsemi popravki drže in gibanja, je pri igralcu med tekmo izjemno omejen, sam element gibanja pa je osvojen skozi daljši trenajni proces (Zebis, 2008).

2.2 RAZLIKA MED SPOLOMA

Ženske športnice so po mnenju številnih strokonjakov dovzetnejše, da utrpijo poškodbo SKV, še posebej pri športih, kjer so nenadne spremembe smeri gibanja pogoste (Bencke in Zebis, 2011). Rokometašice imajo tako trikrat do petkrat višji delež zabeleženih poškodb SKV v primerjavi z moškimi predstavniki.

Tabela 1. Tveganje za nastanek poškodb med tekmo (poškodba na 1000 odigranih ur) (Myklebust idr., 1997)

Stopnja ligaškega tekmovanja	Ženske	Moški
1. liga	1.62	0.54
2. liga	1.82	0.84
3. liga	0.72	0.27

Razlike med sploma nastajajo zaradi hormonov, razlik v geometriji sklepov, večji gibljivosti tibiofemoralnega sklepa pri ženskah ter manjše mišične togosti in nižje odpornosti sklepa na prenos sil in rotacijo, kar je v nalogi podrobneje opisano v nadaljevanju pod anatomskimi dejavniki tveganja (Miljko, Grle, Kožul, Kolobarić in Djak, 2012).

V raziskavi sta Bencke in Zebis (2011) želela ugotoviti potencialno razliko v mišičnem predaktivacijskem vzorcu glede na spol. Rezultati merjenj so pokazali, da ženske proizvedejo nižjo živčno-mišično predaktivacijo zadnje lože stegna med stranskim gibanjem in skoki, kar potrjuje, da je ta ključnega pomena pri preventivi pred poškodbo SKV med obremenitvijo.

2.3 DEJAVNIKI TVEGANJA

Obstajata dve skupini dejavnikov tveganja: zunanji ter notranji, ki so lahko spremenljivi ali nesprejemljivi. Zunanji dejavniki tveganja predstavljajo posamezni šport in njegovo okolje, notranji dejavniki tveganja pa izhajajo iz športnika samega ter iz značilnosti, ki so prirojene oz. na katere ne moremo ali lahko le minimalno vplivamo (Medvešek, 2011).

2.3.1 ZUNANJI DEJAVNIKI TVEGANJA

Med zunanje dejavnike tveganja uvrščamo razliko med treningom ter tekmo, razmerje med obutvijo ter igralno podlago ter vpliv igralnega položaja. Vreme pri tem športu nima vpliva, saj se tekme odvijajo večinoma v športnih dvoranah (Miljko idr., 2012; Olsen idr., 2003; Renstrom idr., 2008).

a) Intenzivnost igre

Tveganje za nastanek poškodbe SKV je med tekmo večje kot pa med treningom (Renstrom idr., 2008). Vzrok temu so večje sile, ustvarjene med gibanjem med intenzivnejšo igro rokometu, v primerjavi z igro na treningu ali med meritvami v laboratoriju (Bencke in Zebis, 2011). Myklebust idr. (1997) po podatkih, zajetih v raziskavo, trdijo, da utrujenost ne predstavlja večjega tveganja za nastanek poškodbe SKV. Čas tekme potemtakem nima ključnega pomena pri ugotavljanju nivoja tveganja nastanka poškodbe. Zatrtili pa so, da se 90% vseh poškodb med tekmo zgodi v fazi napada (Myklebust idr., 1997).

b) Rokometni copati in igralna podlaga

Za poškodbo SKV pri roketu je značilno, da so v 95% vseh primerov te nekontaktnega izvora. Izmed teh je bila dobra polovica primerov vzrok trenje med čevljem in podlago. Gledano na vrsto igralne podlage sta najbolj pogosto uporabljena parket in umetna podlaga.

Olsen idr. (2003) so zabeležili večji delež poškodb na umetni podlagi. Še več, na tej podlagi je odstotek poškodovanih rokometašic v primerjavi z moškimi predstavniki tega športa višji. Razlog za to še ni povsem znan. V zadnjih letih se je delež poškodovanih rokometašic še povečal, medtem ko je razmerje med poškodbami na leseni podlagi ostalo isto za oba spola. Kot že prej omenjeno, se je tudi tu pri vseh opaženih poškodbah, med skorajšnjo iztegnitvijo kolena, ustvaril valgus kolena z notranjo ali zunanjo rotacijo golenice. Ruptura SKV se je dogodila v trenutku kontakta stopala s tlemi. Trenje med roketnim copatom in igralno površino tako deluje kot postranski dejavnik tveganja za poškodbo SKV. Iz tega sledi, da se povečano tveganje ustvari na umetni igralni podlagi, ki ima večji koeficient trenja. V nasprotju s tem povzroči lesen parket, ki velja za mehkejšo podlago, zmanjšan oprijem čevlja in predstavlja nižje tveganje za nastanek nekontaktnih poškodb sprednje križne vezi. V raziskavi so podali nekaj praktičnih nasvetov, ki naj bi omogočili znižanje pojavnosti poškodbe. Predlagana je bila določitev meje možnega koeficienta trenja tal, določitev varovalnih karakteristik športnih copat, katerega bi se proizvajalci držali, igralci naj bi imeli najmanj dva para čevljev, namenjena različnim podlagam, konstantno čiščenje in vzdrževanje igralne podlage ter omejena uporaba smole.

c) Igralni položaj

V primerjavi z igralnim položajem so bile največkrat poškodovane zunanje igralke, takoj za njimi pa krilne igralke. Skupaj sta ta dva igralna položaja predstavljala 84% delež vseh nastalih poškodb (Myklebust idr., 1997). Razlog za povečano število poškodovanih zunanjih igralk lahko pripišemo temu, da je že med samo tekmo, v primerjavi z ostalimi igralnimi mesti, na igrišču prisotnih več zunanjih igralk posameznega moštva. Prav tako pa prav ti igralci izvajajo skozi celotno tekmo največ že prej omenjenega specifičnega roketnega gibanja, kamor štejemo preigravanja s spremembami gibanja tako z žogo kot tudi brez nje, spremembe gibanja v kratkih intervalih, doskoke idr. (Myklebust, 2003; Olsen, 2005).

Tabela 2. Pojavnost poškodb glede na igralni položaj (Myklebust idr., 1997)

Igralni položaj	Število poškodb
Zunanji igralci	54
Krilni igralci	30
Krožni napadalci	5
Vratarji	11

2.3.2 NOTRANJI DEJAVNIKI TVEGANJA

Med notranje dejavnike tveganja štejemo anatomske ter hormonske dejavnike, ki so možna predispozicija za poškodbo SKV pri ženskah (Miljko idr., 2012).

a) Anatovski dejavniki

Med anatomske dejavnike, ki lahko povzročijo povečano ogroženost za poškodbo SKV, štejemo slabo držo ter »neuravnanost« spodnjih okončin, mišljeno kot pojav neravne linije spodnje okončine, ki poteka skozi bok, koleno ter gleženj oz. opazen valgus kolena med samim mirovanjem ali stojo. Oslabljen anatomske dejavnike je težko popraviti, a vseeno je dobro, da jih poznamo, saj lahko tako hitreje identificiramo in preventivno delujemo na osebe s povečanim tveganjem za nastanek poškodbe SKV (Renstrom idr., 2008).

Dejavniki tveganja, ki vključujejo strukturne in mehanske značilnosti kolenskega sklepa predstavljajo še razlike v geometriji sklepov, gibljivosti tibiofemoralnega sklepa, stopnja mišične togosti, odpornost sklepa na prenos sil in rotacijo idr. Pri tem imajo ženske športnice že v osnovi večjo gibljivost tibiofemoralnega sklepa ter manjšo mišično togost in odpornost sklepa na prenos sil in rotacije, kar predstavlja večji dejavnik tveganja (Miljko idr., 2012; Renstrom idr., 2008).

Veliko pozornosti je bilo namenjene dimenzijam interkondilarne špranje. Renstrom idr. (2008) so opazili veliko geometrijskih razlik v njihovih velikostih in oblikah. Meritve so bile v tem primeru izvajane z radiografijo, magnetno resonančnim slikanjem (MRI) ter skozi analizo fotografij. Ugotovljeno je bilo, da so posamezniki z manjšo interkondilarno špranjo bolj dovzetni za nastanek poškodbe SKV. Ker je SKV manjša oz. krajša pri ženski populaciji, je zaradi tega hkrati manjša tudi interkondilarna špranja. Potemtakem je pri ženskah manjša natezna linearna togost SKV, kar pomeni manjšo razteznost ter absorbcijo energije, če le to primerjamo z moškimi oz. s populacijo, ki ima večjo interkondilarno špranjo (Renstrom idr., 2008).

V študijo Miljka idr. (2012), ki je pod drobnogled prav tako postavila interkondilarno špranjo, so bile vključene zdrave rokometašice, ki so pri ortopedu opravile merjenje telesne sestave. Analizirani so bili oblika in velikost medkondilarne špranje, položaj SKV v različnih delih medkondilarne špranje, razmerje med SKV in medialnim kotom lateralnega femoralnega kondila ter velikost Q-kota. Vse te izmerjene telesne lastnosti so bile na koncu postavljene v soodvisnost z izmerjeno telesno sestavo. Ugotovili so, da obstaja za igralko z ožjo medkondilarno špranjo ali s povečanim notranjim kotom lateralnega femoralnega kondila v prečni ravnini večje tveganje za nastanek poškodbe SKV.

b) Hormonski dejavniki - menstrualni cikel

Obstaja veliko primerjav med menstrualnim ciklom in nastankom poškodbe SKV. Nekatere študije zagotavljajo, da je povečano tveganje za nastanek poškodbe SKV opaženo med časom menstruacije (Myklebust idr., 2003; Yoo idr., 2010), medtem ko je po drugi strani bilo opaziti večje število poškodb med ovularno fazo menstrualnega cikla (Renstrom idr., 2008; Wojtys et al., 1998). Med ugotavljanjem vpliva jemanja oralne kontracepcije na podvženost nastanka poškodbe je bilo podanih več ugotovitev. Myklebust idr. (2003) so zagotovili, da oralna kontracepcija nima nikakršnega vpliva na pojavnost poškodb kolena oz. poškodbe SKV, Yoo idr. (2010) so opazili nižjo pojavnost poškodb pri ženskah, ki so jemale oralno kontracepcijo, medtem ko so Wojtys idr. (1998) trdili, da naj bi oralna kontracepcija izboljšala dinamično stabilnost igralk in s tem tako zmanjšala možnost resnih poškodb kolena.

2.4 REHABILITACIJA

Ustrezna rehabilitacija po poškodbi je ključnega pomena, saj je od tega odvisna športnikova kariera in vrnitev v trenažni process (Thing, 2006). Cilj vsakega zdravljenja kolena je zagotoviti športniku vrnitev na željen nivo aktivnosti ter minimizirati tveganje za nastanek osteoartritisa. Zdravljenje je lahko operacijsko z rekonstrukcijo SKV, kateremu sledi rehabilitacija ali samo rehabilitacija sama (Renstrom idr., 2008). Pogostost, da se poškodovana rokometasica vrne v trenažni in igralni sistem, je po operaciji 58%, po neoperacijskem zdravljenju pa 82% (Bahr idr., 2003; Myklebust idr. 2003;).

2.4.1 REHABILITACIJA PRED REKONSTRUKCIJO SKV

V nekaterih raziskavah trdijo, da je čas med nastankom poškodbe in operacijo SKV je zelo pomemben in optimalno traja 2 meseca. Napredek v rehabilitaciji, ki je storjen v tem času, lahko pomembno pripomore pri pooperativni rehabilitaciji (Østerås idr., 1998; Paulos idr., 1991; Wilk in Andrews, 1992;). Po poškodbi SKV je v večini primerov opažena oteklina, bolečina ter omejena gibljivost kolena. V primeru, da se odločimo oz. je potreben operativni poseg rekonstrukcije SKV, je potrebno nastalo oteklino odpraviti. Za to je najprimernejši t.i. postopek RICE, temelj prve pomoči, katerega sestavljajo počitek (*ang. »rest«*), hlajenje (*»ice«*), bandažiranje (*»compression«*) ter dvignjen položaj noge (*»elevation«*) (Banff Sport Medicine, 2011).

Za zmanjšanje otekline je potrebno ohlajevanje kolena z ledom za 20 minut, vsake dve uri. Ko se oteklina in bolečina zmanjšata, je nujno potrebno, da se pred operativnim posegom povrne obseg gibanja v kolenskem sklepu ter zmožnost čim večje iztegnitve v kolenu. Prav tako je potrebno vključiti vaje za moč, saj bo potemtakem hitrejša regeneracija po operaciji. Priporočljivo je, da poškodovani začne izvajati vaje, ki so predstavljene v Tabeli 3, čimprej po poškodbi in vztraja pri izvajanju programa vsak dan. Pri večini vaj je priporočljiva uporaba elektro-mišične stimulacije (EMS) na mišicah poškodovane noge. Potrebno je poudariti, da je v primeru povečanja otečenosti in bolečine po izvajanju sledečih vaj, potreben pregled in nadzor zdravnika (Banff Sport Medicine, 2011). Enake ali nadgrajene rehabilitacijske vaje, ki vključujejo vse mišice spodnjega dela telesa, so uporabljene tudi pri večini pooperativnih rehabilitacijskih programih ter v rehabilitaciji, ko poškodba SKV ni zdravljena operativno.

Tabela 3. Primer rehabilitacijskega procesa pred rekonstrukcijo SKV (Banff Sport Medicine, 2011)

		TIP VADBE	Čas		EMS
1		Nizko intenzivna vzdržljivostna vadba	Vsaj 3x tedensko	20-30 min	
	1.1	Eliptični trener			
	1.2	Kolesarjenje			
	1.3	...			
2		Vaje za moč	Vsak dan	15-20 min*	
	2.1	Stisk stegenskih mišic			
	2.2	Dvig iztegnjene noge			
	2.3	Stisk žoge s koleno			
	2.4	Dvig na prste			
	2.5	Dvig bokov v leži na hrbtu			
	2.6	Pokrčenje kolena – vaja z elastiko			
	2.7	Počep			
	2.8	Enonožni počep			
3		Vaje za ravnotežje in propriocepcijo	Vsak dan	15-20 min*	
	3.1	Stoja na eni nogi z odprtimi/zaprtimi očmi			
	3.2	Počep na nestabilni podlagi			
	3.3	Enonožni počep na nestabilni podlagi			
	3.4	Enonožni počep na trampolinu			
	3.5	Počep na BOSU-ju			
	3.6	Izpadni korak na BOSU-ju naprej/nazaj			

**V času 15-20 minut se izvede tako vaje za moč, kot tudi vaje za ravnotežje in propriocepcijo.*

2.4.2 REHABILITACIJA PO REKONSTRUKCIJI SKV

V raziskavi, katero so izvajali Østerås, Augestad in Tøndel (1998), so raziskovali kolikšna je izokinetična mišična moč spodnjih ekstremitet šest mesecev po rekonstrukciji sprednje križne vezi. Ta je namreč ključnega pomena pri vrnitvi v vrhunski šport. V raziskavi, v kateri je sodelovalo 90 elitnih rokometašic, so opravili teste z izokinetičnim dinamometrom. Med seboj so primerjali obe spodnji okončini in skušali ugotoviti razliko med njima po operaciji poškodovanjega kolena. Testiranje je bilo najprej izvedeno na zdravi nogi, nato na operirani. Merili so razmerje med štiriglavo stegensko mišico, ki deluje kot agonist sprednje križne vezi, ter zadnjo ložo stegna, ki deluje kot njen antagonist. Obe omenjeni mišici sta pomembna dinamična stabilizatorja kolena.

Po njihovih besedah, naj bi časovna doba šestih mesecev po rekonstrukciji poškodbe SKV, predstavlja nekakšno ločnico med dejstvom ali se lahko pacient vrne nazaj na igrišče brez kakršnihkoli omejitev. Pri tem je potrebna velika pazljivost, saj lahko prezgodnja prevelika obremenitev na operirano SKV povzroči nestabilnost, artrozo ter možnost ponovne rupture vezi. Rezultati so pokazali upad moči mišic operirane noge, ki je bil še posebej opazen pri posameznikih starejših od 26 let. Za doseg hitrejša rehabilitacije je priporočljivo, da trenajni program vsebuje vaje osredotočene na iztegnitev kolena. Pomemben je poudarek na mišici vastus medialis obliquus (VMO), za katero je značilna hitra atrofija. Hkrati so opozorili na idejo, da bi lahko v prihodnosti imela, pri doseganju večje stabilnosti kolenskega sklepa, večjo vlogo troglava mečna mišica

(Østerås idr., 1998).

V primeru operativne rekonstrukcije SKV, je po raziskavi Renstroma idr. (2008) sodeč inhibicija bolečine osnovni problem v prvih dneh po operaciji. To se kaže predvsem v nezmožnosti aktivacije stegenskih mišic, primarno štiriglave stegenske mišice. Električna mišična stimulacija tako igra pomembno vlogo v zgodnji fazi rehabilitacije po rekonstrukciji SKV z namenom stimulacije aktivacije mišic. Najpogostejši neuspeh pri rehabilitaciji SKV je nezmožnost ponovne pridobitve polne ekstenzije kolena. Prav zaradi tega je v tej fazi pomembna vključitev vaj za ponovno pridobitev obsega gibanja, ki mora biti v program vključena že v prvih dneh po operaciji. Pri tem je pomembno, da najprej testiramo obseg gibanja v kolenskem sklepu nasprotne, zdrave noge, in pri tem predvidimo končni rezultat obsega gibanja kolena, ki je deležno rehabilitacije. Na koncu je za ocenjevanje napredka priporočeno testiranje obeh kolen med spočitim ter utrujenim stanjem.

Analiza primerjave vključevanja vaj odprte kinetične verige (OKV) z vajami zaprte kinetične verige (ZKV) v pooperacijski rehabilitacijski program je pokazala večji pozitiven učinek vaj OKV, kar bi lahko privedlo do hitrejšre rehabilitacije. Pri tem so z merjenjem EMG signala ugotovili izboljšano delovanje velike zadnjične mišice ter štiriglave stegenske mišice. Hkrati je bila opažena boljša funkcionalnost kolena po rehabilitaciji z vajami OKV. Ne glede na tip vaj, vključenih v rehabilitacijo, je prišlo tudi do enakega izboljšanega delovanja zadnje lože stegna (Tagesson, Öberg, Good in Kvist, 2008).

2.4.3 VRNITEV V ŠPORT

Izpopolnjene kirurške tehnike, boljše razumevanje biomehanike SKV ter boljše razumevanje in poznavanje procesov zdravljenja so ključnega pomena za skrajšanje obdobja zdravljenja ter s tem zgodnejšo vrnitev v šport. Kljub temu, da je zgodnejša vrnitev možna, pa večina raziskav zagovarja dejstvo, da optimalen čas, potreben za rehabilitacijo, traja 6 mesecev z začetkom takoj po rekonstrukciji SKV. S tako varnejšo rehabilitacijo zagotovimo, da se pri športniku ne pojavijo omejitve v gibanju. Vrnitev v trenajni proces mora biti osnovana na ponovni pridobitvi funkcionalnosti in obsega gibanja, pridobitvi moči ter individualnih željah pacienta. Te želje ne bi smele biti časovno omejene, temveč izbrane in določene z vidika uspešnega dosega določenega cilja. Zgodnja faza varne rehabilitacije naj bo tako sestavljena iz vaj s telesno težo, po možnosti brez morebitnih opornic (Renstrom idr., 2008).

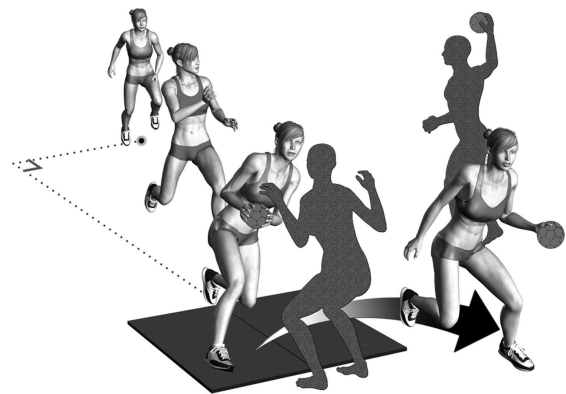
2.5 PREVENTIVA

Z načrtovanjem preventivnih programov si prizadevamo zmanjšati pojavnost poškodb nekontaktnih poškodb SKV. Cilj teh programov je pred poškodbami obvarovati predvsem mlade športnice ter prizadevanje izboljšanja nevarnih gibalnih vzorcev (Laible, 2014). Preventivni program je lahko na kratki rok uspešen le, če je dobro in pogosto izvajan. Kako se bo program obnesel na dolgi rok, pa je odvisno od športnikov, trenerjev ter ostalih sodelujočih organov v športu, ki morajo preventivni program sprejeti in ga vključevati v trenažni proces (Myklebust idr., 2013). Preventivni ukrep in vključitev preventivnega programa v trenažni proces se lahko izvaja kadarkoli, to pomeni v predtekmovalnem, tekmovalnem ali posezonskem obdobju, lahko pa tudi proces preventive načrtno vključimo v trenažni program skozi celotno sezono (Laible, 2014).

2.5.1 MERITVE IN BIOMEHANIKA MIŠIC

Razumevanje gibanja telesa pri določenih športnih taktično-tehničnih elementih ima pozitiven vpliv na izboljšanje preventivnega programa. Študija Kristianslunda, Faula, Bahra, Myklebust in Krosshauga (2012) je temeljila na biomehanskih meritvah celotnega telesa ter specifičnih meritvah kolenskega sklepa rokometašic med izvajanjem tehnike doskoka pri preigravanju ali hitri spremembi smeri. Test so rokometašice izvajale v biomehanskem laboratoriju na enak način in enako aktivno, kot bi izvajale omenjen element med tekmo. Opazovani deli tehnike preigravanja oziroma spremembe gibanja so bili velikost kota spremembe smeri, abdukcija v kolčnem sklepu, rotacija stopala, rotacija trupa in notranja rotacija v kolčnem sklepu, upogib trupa vstran ter valgus in upogib kolena. Dodatni opazovani dejavniki so bili hitrost gibanja oz. približevanja igralke, čas v katerem so izvedle spremembo smeri ter hitrost rotacije trupa.

Ugotovljeno je bilo, da se med tekmo, ko narasteta hitrost gibanja kot tudi hitrost spremembe smeri, poveča obremenitev kolena. Med izvajanjem tehnike preigravanja s spremembo gibanja bi tako morali biti pozorni na položaj telesa, smer pristanka sprednjega dela stopala ter postavitev stopala bližje težišču telesa, ožji kot spremembe smeri ter majhen valgus kolena. Z opazovanjem posameznic in ugotavljanjem nepravilnosti v njihovem gibanju, lahko vpeljemo različice v tehniki, ki jo izvajajo, na tak način, da ugodno vplivajo na biomehaniko gibanja. S tem se poveča razumevanje gibanja telesa, delovanja preventivnih vaj ter se pokaže pozitiven vpliv teh vaj na gibanje športnice ter zdravje telesa. Vse različice gibanja, za katere je ugotovljeno, da imajo pozitiven vpliv na biomehaniko kolena v igralni situaciji in delujejo preventivno na poškodbo SKV, kar je tudi namen, se ohrani in vključi v trenažni proces, kjer se lahko igralke naučijo novega pravilnejšega gibanja. Skozi čas se ti elementi gibanja osvojijo in preidejo v podzavestno izvajanje. (Kristianslund, Faul idr., 2012).



Slika 3. Prikaz biomehanske meritve telesa rokometašic med izvajanjem tehnike preigravanja s spremembo gibanja (Kristianslund, Faul idr., 2012)

2.5.2 VRSTE PREVENTIVNIH TRENINGOV

Po 10-letnem preučevanju nastalih poškodb sprednje križne vezi, uvajanju in nadgrajevanju preventivnih programov ter beleženju napredka, so Myklebust idr. (2013) prišli do spoznanja, da je najpomembnejši člen učinkovitosti preventivnega programa sam trener posamezne ekipe ter njegovo strokovno poznavanje preventivnega treninga. Le na podlagi njegovega načrtovanja se bo preventivni program vključilo v trenažni proces in ga redno izvajalo ter skladno temu tudi nadziralo. Uspešnost preventive poškodb SKV je zagotovo velika. Temu namreč botrujejo tudi podatki, zbrani v dvanajstih sezonah med letoma 1998 in 2011, ki povedo, da se je pojavnost poškodb z vključitvijo preventivnega programa zelo zmanjšala, četudi se je število samih igralcev povečalo.

Preventivni program, prikazan v Tabeli 4, so uvedli Myklebust idr. (2003) in ga predstavili v študiji, ki je potekala skozi tri ligaške sezone v elitni ligi norveške rokometne federacije. Prva sezona je bila namenjena uvajanju preventivnega programa v trenažni proces ter zbiranju podatkov o pogostosti in pojavnosti poškodb SKV. Program, ki je bil predstavljen sodelujočim ekipam, je bil sestavljen iz treh postaj, katere so igralci menjali na 5 minut, tako da je program skupno trajal 15 minut. Med izvajanjem enonožnih vaj, je bila na vsakih 15 sekund nujna menjava noge. Vsem zastavljenim vajam so sledile težje različice, ki so temeljile na specifičnih rokometnih nalogah. Petstopenjski program je bil izvajan 3-krat tedensko med 5-7 tedenskim pripravljalnim obdobjem ter 1-krat tedensko med celotnim tekmovalnim obdobjem, med katerim so trenerji poročali o napredku svojih športnikov.

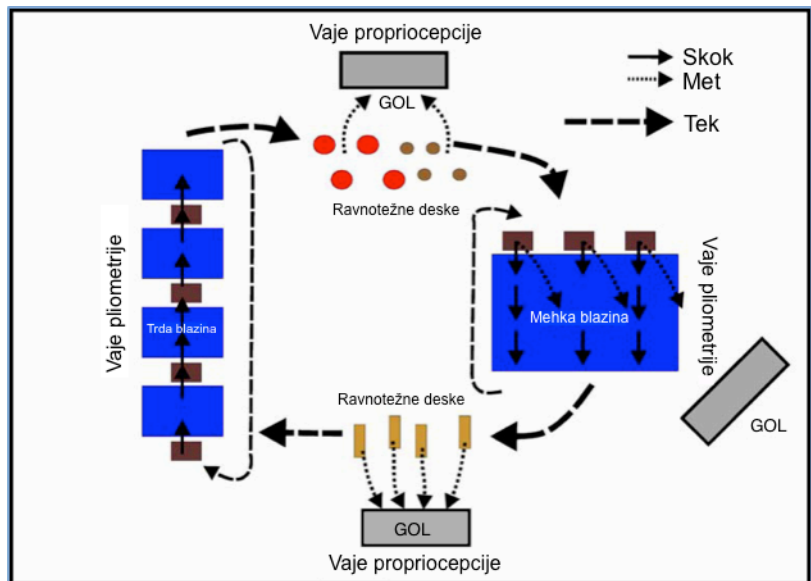
Vaje so temeljile na izboljšanju zavedanja položaja kolena ter njegove kontrole med stojo, preigravanjem s spremembo smeri, skokom ter pristankom. Pozornost je bila usmerjena na pravilnost in natančnost izvedbe vaj, hkrati so bili vadeči opozorjeni na konstantno stabilnost trupa ter položaj bokov in kolena glede na položaj stopala, pri čemer je koleno moralo biti nad stopalom, ni pa smelo iti preko prstov. S tem se namreč odpravijo nehotena medialna ali lateralna gibanja kolena pri zaustavljanjih in spremembah smeri gibanja. Na vseh treningih, ki so vključevali izvedbo preventivnega programa, je bil prisoten fizioterapevt. Po zaključu prve sezone so dobili s strani igralk in trenerjev nekaj povratnih informacij, ki so jih uporabili za uvedbo manjših sprememb v preventivnem programu. Tako so bile vaje bolj značilne za trening rokometu in hkrati bolj zahtevne. Prav tako je bilo igralkam naročeno, da se pri vajah, tako v paru kot tudi na splošno, med seboj opazujejo in si podajo med seboj povratne informacije o izvedbi vaj. Glavna ugotovitev študije je bila, da je bila pri igralkah, ki so v celoti zaključile preventivni trenažni program, manjša pojavnost ter tveganje za nastanek poškodb SKV.

Tabela 4. Primer 5-tedenskega preventivnega programa (Myklebust idr., 2003)

Teden	Vaje na tleh	Vaje na blazini	Vaje na ravnotežni deski
1	Tek z zaustavljanjem - partner teče vzvratno in opozarja na kvaliteto gibanja - sprememba položaja po 20 sekundah	Vaja v paru - vadeča stojita enonožno na blazini, obrnjena drug proti drugem - podajanje žoge	Vaja v paru - Vadeča stojita sonožno na ravnotežni plošči, obrnjena drug proti drugem - podajanje žoge
2	Skočne vaje - Skok vstran z desne noge na desno, nato čez na levo nogo, skok vstran na levo ter končen sonožni pristanek s fleksijo v kolenu in kolku	Strel iz skoka s skrinje (30-40cm) - sonožen pristanek - pozornost na fleksiji kolenskega in kolčnega sklepa	- Sonožni počep - Enonožni počep
3	Ponovitev 1. tedna - dodana žoga - pozornost je na položaju kolena	Enonožni pristanek s skrinje - pozornost na fleksiji kolenskega in kolčnega sklepa	Enonožna stoja na plošči - podajanje žoge
4	Vaja v paru - sonožni skok naprej z obratom za 180 stopinj - sonožni skok nazaj z obratom za 180 stopinj. - Partner skuša vreči nasprotnika iz ravnotežnega položaja* *Pozornost je usmerjena na tehniko pristajanja	Vaja v paru - med stojo na ravnotežni blazini skuša partner vreči nasprotnika iz ravnotežnega položaja - o sonožno - o enonožno	Enonožna stoja na plošči - vodenje žoge z zaprtimi očmi
5	Ponovitev 3. tedna - polno gibanje zaustavitve in spremembe smeri - nato strel iz skoka s sonožnim pristankom.	Vadeči - skoči na blazino - ujame žogo - naredi obrat za 180 stopinj na blazini.	Vaja v paru - med stojo na ravnotežni blazini skuša partner vreči nasprotnika iz ravnotežnega položaja - o sonožno - o enonožno

Zelo je koristno, da je preventivni program del športnikovega trenažnega procesa čim bolj zgodaj, idealno že v otroških oziroma najstniških letih (Myklebust, 2007). Na podlagi že pridobljenih informacij je Olsen idr. (2005) začel z raziskavo, pri kateri so hoteli ugotoviti kako pogosto so poškodovani od 15 do 17 let stari rokometaši. Preventivni program je vseboval vaje za izboljšanje tehnike teka, preigravanja s spremembo smeri ter tehnike doskoka. Proprioceptivne vaje, vaje ravnotežja, koordinacije in splošne moči so otežili z uporabo rokometne žoge. Program je bil zasnovan kot del ogrevanja, vsaka postaja je trajala 4-5 minut, celoten program, izveden na enem treningu, pa 15-20 minut. Rezultati so tu ponovno pokazali pozitiven učinek preventivnega treninga na zmanjšanje pojavnosti poškodb.

Raziskava Petersena idr. (2005) je temeljila na vprašanju ali preventivni trenažni program zmanjša pojavnost poškodbe SKV. Pri tem je pod drobnogled vzel ženske rokometašice elitne nemške lige. Sodelujoči v raziskavi so načrtovali preventivni program, zasnovan na pliometrični ter senzomotorični vadbi. Ta trening je bil posredovan trenerjem in fizioterapevtom sodelujočih ekip. Glavni cilj je bila ustrezna kontrola položaja spodnje okončine, katere SKV je bila v ogroženem položaju. Opazovan in kontroliran je bil tako položaj spodnjih ekstremitet med gibanjem ter samim pristajanjem in položaj teže telesa. Igralci so bili naučeni alternativnih, varnejših gibanj, s katerimi naj bi se ogroženost poškodbe zmanjšala. Tako so gibanje z ostrim zaustavljanjem in pristajanjem zamenjali z intenzivnim zaokroženim gibanjem, pristajanje z iztegnjenim kolonom s pristajanjem na pokrčeno nogo, prav tako pa so enonožno zaustavljanje z iztegnjenim ali hiperiztegnjenim kolonom zamenjali z dvo- ali trokoračnim zaustavljanjem na pokrčena kolena. Pri tem so uporabili naslednje pripomočke: mehke ravnotežne blazine, pravokotne lesene ravnotežne plošče ter okrogle ravnotežne plošče. Program je bil razdeljen v šest faz z ustrezno načrtovano intenzivnostjo ter postopnim povečanjem le-te. Pri tem je bil poudarek na individualnem napredku posameznika (Petersen idr., 2005). Po tretji fazi so bile vaje oblikovane v krožni trening, kot je prikazano na Sliki 4. Vsaka vaja je trajala pol minute. V primerjavi s kontrolno skupino je imela eksperimentalna skupina nižje število poškodb SKV. Opažena je bila namreč le ena poškodba, ki pa je bila vzrok direktnega udarca v koleno (Petersen idr., 2005). Program je prikazan v Tabeli 5.



Slika 4. Grafični prikaz postavitve krožnega treninga (Petersen idr., 2005)

Tabela 5. Primer 6-faznega preventivnega programa (Petersen idr., 2005)

Faza	Propriocepcija	Pliometrija
1	Vzpostavljanje ravnotežja na: - tleh ○ enonožno	Poskoki na - tleh ○ vertikalno ○ naprej ○ nazaj ○ vstran
2	Vzpostavljanje ravnotežja na: - mehki blazini ○ sonožno ○ enonožno	Poskoki na - mehki blazini ○ vertikalno ○ naprej ○ nazaj ○ vstran
3	Vzpostavljanje raznotežja na: - mehki ravnotežni blazini - pravokotni ravnotežni plošči ○ enonožno	Poskoki na - tleh ○ vertikalno ○ naprej ○ nazaj ○ vstran - s skrinje na trdo blazino ○ naprej - s trde blazine na skrinjo ○ naprej
4	Vzpostavljanje ravnotežja na: - mehki okrogli ravnotežni plošči* - pravokotni ravnotežni plošči* ○ enonožno <i>*Nadgraditev vaje z metom na gol.</i>	Poskoki - s tal na mehko blazino* ○ naprej - na mehki blazini* ○ vstran <i>*Vaja je nadgrajena s podajanjem žoge.</i>
5	Vzpostavljanje ravnotežja na: - okrogli ravnotežni plošči* - pravokotni ravnotežni plošči* ○ enonožno <i>*Vaje so nadgrajene s streljanjem žoge na gol z zaprtimi očmi.</i>	Poskoki - s skrinje na mehko blazino* ○ naprej - na mehki blazini ○ vstran <i>*Vaja je nadgrajena s podajanjem žoge.</i>
6	Vzpostavljanje ravnotežja na: - okrogli ravnotežni plošči* - pravokotni ravnotežni plošči* ○ enonožno <i>*Vaje so nadgrajene s streljanjem žoge na gol z zaprtimi očmi.</i>	Poskoki - s skrinje na mehko blazino* ○ naprej - na mehki blazini ○ vstran z zaprtimi očmi

Pomanjkanje nivoja ravnotežja, ki je lahko razlog za povečan delež poškodb SKV, lahko merimo z napravo Sportkat 2000, saj naj bi pripomogla pri ugotovitvi nagnjenosti k nastanku poškodbe SKV. Čim nižji dobljeni rezultat testiranja pomeni boljši nivo ravnotežja in potemtakem tudi nižjo nevarnost za pojav poškodbe SKV. Vključitev preventivnega programa ravnotežja v predsezonski in medsezonski kondicijski program naj bi tako izboljšala gibalne sposobnosti in zmanjšala pojavnost poškodb SKV (Schnurrer-Luke Vrbanić idr., 2007).

»PEP program«, namenjen preventivi poškodb in izboljšanju učinkovitosti ter zmogljivosti, je bil prvotno namenjen preventivi poškodb pri ženskem nogometu. Program, prikazan v Tabeli 6, po besedah avtorjev programa prikaže potencialen deficit v moči ter koordinaciji mišic stabilizatorjev kolenskega sklepa. Oblikovan je kot alternativna oblika ogrevanja, kar omogoči izvedbo preventivnih vaj v sklopu treninga, hkrati pa so vadeči še spočiti in zato ni bojazni, da bi utrujenost vplivala na kvaliteto izvedbe vaj. Ker se pri izvedbi ne potrebuje kakršnih koli dodatnih pripomočkov, je realizacija programa lažja. Vaje so prikazane v videoposnetku, kjer sta demonstrirani pravilna ter nepravilna izvedba posamezne terapevtske vaje, kar je lahko vadečim in trenerjem v veliko pomoč. Preventivni program traja 12 tednov in se ga izvaja dva- do trikrat tedensko. Zasnovan je tako, da lahko celotna ekipa izvede vseh 19 vaj v manj kot dvajsetih minutah. Z izvajanjem programa se dokaj hitro pokaže napredek v moči, gibljivosti, agilnosti, pliometriji ter propriocepciji, s katerim se naknadno odpravi pomanjkljivosti, ki so pri izvajanju določenih tehničnih elementov značilne zlasti za športnice. Pozornost je predvsem na ustrezni tehniki pristajanja na sprednjem delu stopala, s poudarkom na pokrčenju v kolenskem ter kolčnem sklepu ter preprečitvi kolenskega valgusa (Mandelbaum idr., 2005).

V raziskavi, katero je vodil Zebis idr. (2008), so uporabili program, ki so ga v osnovi razvili v Centru za raziskovanje športnih poškodb v Oslu na Norveškem (Oslo Sports Trauma Research Center; www.klokavskade.no). Predelan program je bil zasnovan iz šestih nivojev, vsak od teh pa je vseboval tri vaje. Vsak nivo vaj je bil vključen v trenažni proces 2-krat tedensko in je trajal tri tedne preden so igralke napredovale na naslednjo, višjo težavnostno stopnjo. Posamezen trening je trajal 20 minut. Po tem, ko so zaključili celoten 18-tedenski program, so ga ponovili še enkrat, tokrat s povečano težavnostjo vaj. Glavni poudarek preventivnega programa je ostal isti, temeljil je na senzomotorični vadbi, ki vpliva na izboljšanje kontrole zavedanja položaja kolčnega, kolenskega ter skočnega sklepa med fazo stanja, teka, sprembe smeri, skoka ter pristajanja. Vaje so vključevale tudi sprotno obvladovanje rokometne žoge ter vaje na polkrožni deski ter ravnotežni blazini, kar je vaje tudi otežilo. Izvedba vaj je bila nadzorovana s strani fizioterapevta in kondicijskega trenerja, ki sta beležila napredek oz. opažanja. Za ugotovitev učinka preventivnega programa, so merili EMG signal mišic spodnjih okončin, ki je pokazal delovanje vadbe na več mišic hkrati. Po vključitvi in izvajanju senzomotorične vadbe se med izvedbo elementa preigravanja s spremembo smeri izjemno poveča aktivnost mišice semitendinosus. Poleg tega s takšnim treningom uspešno povečamo moč tako štiriglave stegenske mišice kot tudi zadnje lože stegna, ki sta tako v sorazmerju. S povečanjem moči zadnje lože stegna pripomoremo k zmanjšani rotaciji golenice ter valgusa kolena, kar vodi do izboljšanja položaja spodnje okončine med rokometnim gibanjem in zmanjšanju nastalih poškodb SKV. Hkrati so rezultati raziskave pokazali, da vključitev takšnega treninga pripomore ne samo k preprečitvi poškodb, temveč tudi k izboljšanju igralnih sposobnosti posameznika. V tem primeru je prišlo tako do dodatnega izboljšanja v pliometriji. Vedenje, da je mogoče z izvajanjem preventivnega programa do takšnega napredka, ima lahko velik vpliv na povečanje in ohranjanje motivacije športnika, ter da sam dejansko ter redno izvaja program.

Tabela 6. Prikaz programa preventive poškodb in izboljšanja učinkovitosti v športu (Mandelbaum idr., 2005)

Program preventive poškodb in izboljšanja učinkovitosti				
		Dolžina	Čas	Število ponovitev
Ogrevanje	Tek od črte do črte	45 m		
	»Shuttle run«	45 m		
	Tek vzvratno	45 m		
Raztezanje	Raztezanje mečnih mišic		30 s	
	Raztezanje štiriglave stegenske mišice		30 s	
	Raztezanje zadnje lože stegna		30 s	
	Raztezanje notranjih stegenskih mišic		30 s	
	Raztezanje upogibalk kolka		30 s	
Vaje za moč	Izmenični izpadni korak naprej	2 x 20 m		
	»Russian hamstring«			30x
	Dvig na prste ene noge			30x z vsako nogo
Pliometrija	Poskoki lateralno			2 – 6x
	Poskoki naprej			2 – 6x
	Enonožni poskoki			2 – 6x
	Vertikalni poskoki			2 – 6x
	Izmenični poskoki v izpadni korak			2 – 6x
Agilnost	»Shuttle run«	40 m		
	Tek diagonalno	40 – 45 m		
	Tek s poudarjenim odzivom	40 – 45 m		

S primerjavo različnih preventivnih programov ugotovimo, da dosežemo s programom, sestavljenim iz večih trenažnih delov, boljše rezultate pri zmanjšanju pojavnosti in tveganju za nastanek poškodbe SKV, kot pa če je ta sestavljen iz ene same trenažne komponente. Tako je priporočljivo, da preventivni program vsebuje vaje za spodnje ekstremitete, ki temeljijo na pliometriji, dinamičnem ravnotežju, treningu moči, gibljivosti, agilnosti, senzomotoriki ter krepitvi zadnje lože stegna. Vaje pliometrije, ki vključujejo skoke in gibe, ki si sledijo v hitrem zaporedju, prinesejo pozitivne rezultate, saj postanejo mišice z načrtovanim izvajanjem hitrih ter silnih mišinskih kontrakcij vse močnejše. Med takšnim treningom vadeči zavestno kontrolira pristanek po izvedbi skoka, telo pa se sčasoma nauči pravilnega načina pristajanja. Sčasoma se zaradi avtomatizacije gibanja telo hitro odzove na nepričakovano igralno situacijo med tekmo, četudi celotna športnikova pozornost ni posvečena roketni tehniki. Temu prav tako pripomorejo vaje, ki izboljšajo športnikovo zavedanje telesa, vaje, ki izboljšajo kontrolo trupa ter trening, pri katerem treniramo sprotne situacijske odločanje (Laible, 2014). Slednji lahko blagodejno in preventivno vpliva predvsem v igralni situaciji, ko napadalni igralec, misleč, da ga bo nasprotnik zaustavil, silno izvede tehniko preigravanja s spremembo smeri, a se obrambni igralec pomakne nazaj. Od napadalca in njegove treniranosti je tako odvisno, ali se bo slednji pri tem morebiti poškodoval, saj bo celotna sila na kolenski sklep prevelika, ali pa bo zmožen na to igralno situacijo ustrezno reagirati in odigrati napad.

Za izboljšanje znanja in prenos le-tega med ljudi, so na Norveškem (Oslo Sports Trauma Research Center) izoblikovali spletno stran (<http://www.skadefri.no>), ki omogoča pridobitev informacij o

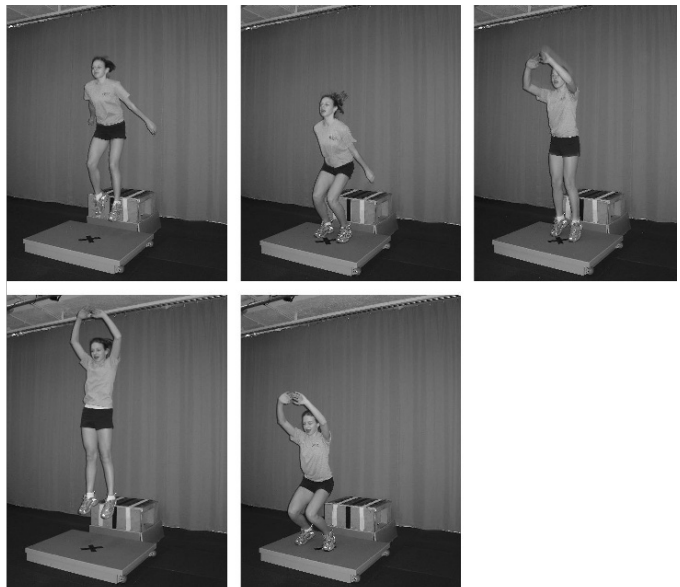
preventivi poškodb na enostaven način. Trenerjem in igralcem tako ponuja najrazličnejše preventivne programe, ki vključujejo videoposnetke vaj za lažjo obrazložitev in predstavljaljivost same izvedbe in njihove učinkovitosti (Myklebust, 2013).

2.5.3 PREVENTIVNI TESTI

S preventivnimi testi preverimo mišično moč posameznika in stabilnost kolena. Ustrezna testa, ki ju lahko uporabimo, sta globinski skok in enonožni počep (Hewett, Lindenfeld, Riccobene in Noyes, 1999; Myklebust idr., 2003; Renstrom idr., 2008).

2.5.3.1 GLOBINSKI SKOK

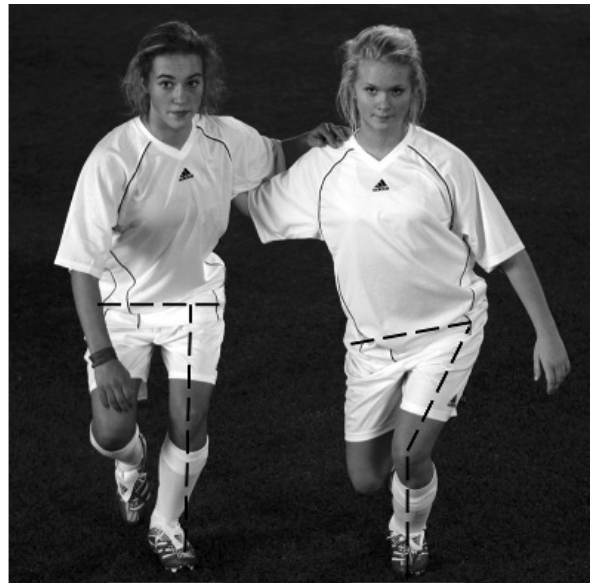
Globinski skok je test, s katerim preverimo pojav valgusa kolena pri pristanku na tla. Testiranec se na znak spusti s klopi, se po pristanku takoj eksplozivno odrine od tal in skoči čim višje, kolikor se da. Trža telesa mora biti v pokončna, telo usmerjeno naprej, prav tako pogled. Če je pri pristanku opažen valgus kolena, pomeni, da je testirani nagnjen k nastanku morebitne poškodbe sprednje križne vezi. V takem primeru je nujna uvedba preventivnega programa, s katerim se izboljša položaj telesa pri pristanku in ima največji poudarek na t.i. pravilni liniji »bok-koleno-stopalo-prsti«. S treningom preprečimo zvrčanje kolen navznoter in nastanek poškodbe SKV (Hewett idr., 1999).



Slika 5. Prikaz izvedbe globinskega skoka (Hewett idr., 1999)

2.5.3.2 ENONOŽNI POČEP

Naslednji izmed testov za ugotavljanje nagnjenosti vadečega k nastanku poškodbe SKV je enonožni počep. Med izvedbo te ravnotežne vaje je potrebno ohraniti horizontalen položaj bokov in se tako izogniti nagibu medenice, hkrati pa nujno spodbuditi testiranca k izvedbi čimglobljega enonožnega počepa. Pogled testiranca je ves čas usmerjen naprej, ohraniti mora pokončen trup in ravno linijo spodnje okončine, ki poteka skozi bok, koleno ter prste na nogi (Renstrom idr., 2008).



Slika 6. Prikaz izvedbe pravilne tehnike enonožnega počepa na levi in nepravilne tehnike enonožnega počepa na desni (Renstrom idr., 2008)

3 SKLEP

Športnice so po trditvah mnogih strokonjakov dovzetnejše, da utrpijo poškodbo sprednje križne vezi (SKV). Rokometašice imajo v primerjavi z moškimi predstavniki tega športa trikrat do petkrat večjo pojavnost te poškodbe (Miljko, Grle, Kožul, Kolobarić in Djak, 2012), predvsem pri pogostih nenadnih spremembah smeri gibanja (Bencke in Zebis, 2011) ter podobnih nekontaktnih igralnih situacijah (Myklebust idr., 1998). Vzrok temu je preveč vzravnan drža telesa, prevelika iztegnitev v kolenskem in kolčnem sklepu, ter pojav kolenskega valgusa pri pristanku iz skoka ali doskoku ter tehniki preigravanja s spremembo smeri gibanja (Yoo idr., 2010).

Na nastanek poškodbe imajo prav tako vpliv zunanji in notranji dejavniki tveganja (Medvešek, 2011). Prve delimo na intenzivnost igre, ki je med tekmo večja v primerjavi s treningom (Renstrom idr., 2008), vrsta igralne podlage, pri kateri na umetni podlagi nastane več poškodb, kateremu je razlog večji koeficient trenja med podlago in roketnim copatom (Olsen idr., 2003) ter igralni položaj (Myklebust idr., 1997).

Notranja dejavnika tveganja sta anatomskega in hormonskega izvora (Miljko idr., 2012). Anatomske dejavnike tveganja predstavlja slaba drža (Renstrom idr., 2008), prevelika gibljivost tibiofemoralnega sklepa, manjša mišična togost in odpornost sklepa na prenos sil (Miljko idr., 2012; Renstrom idr., 2008) ter krajša SKV in hkrati ožja interkondilarna špranja (Renstrom idr., 2008). Še vedno so različna mnenja o povečanem tveganju poškodbe SKV glede na menstrualni cikel. To naj bi bilo med samo menstruacijo (Myklebust idr., 2003; Yoo idr., 2010) ali med ovularno fazo menstrualnega cikla (Renstrom idr., 2008; Wojtys idr., 1998). Oralna kontracepcija pa naj bi znižala pojavnost poškodb SKV Yoo idr. (2010) ter hkrati izboljšala dinamično ravnotežje igralk (Wojtys idr., 1998).

Ustrezna rehabilitacija po poškodbi je ključnega pomena, saj je od nje odvisna športnikova kariera in vrnitev v trenajni process (Thing, 2006). Časovna doba šestih mesecev zdravljenja poškodbe SKV je predstavljena kot optimalno obdobje, po katerem se lahko pacient vrne na igrišče (Østerås idr., 1998; Renstrom idr., 2008).

Pri tem je cilj povečati obseg gibanja v kolenskem sklepu in posledično možnost čim večje iztegnitve v kolenu (Østerås idr., 1998; Renstroma idr., 2008), ponovno pridobitev mišične moči, kjer nam lahko na začetku olajša delo uporaba električne mišične stimulacije (Banff Sport Medicine, 2011; Renstroma idr., 2008). Hiter pričetek zdravljenja po poškodbi z rehabilitacijskim trenajnim programom, ki vključuje vaje z lastno telesno težo (Renstrom idr., 2008) in vaje odprte kinetične verige (OKV), lahko pomembno pripomore pri učinkovitosti ter skrajšanju celotne rehabilitacije in ponovni pridobitvi funkcionalnosti telesa (Østerås idr., 1998; Tagesson idr., 2008).

Z načrtovanjem preventivnih programov si prizadevamo zmanjšati pojavnost nekontaktnih poškodb SKV ter izboljšati tehniko gibanja (Laible, 2014). Pri tem so nam v veliko pomoč preventivni testi. Z njimi preverimo športnikovo mišično moč in stabilnosti kolena (Mandelbaum idr., 2005; Renstrom idr., 2008). Učinkoviti testi so globinski skok in enonožni počep (Renstrom idr., 2008).

Kljub temu, da se s preventivnim programom lahko doseže dobre rezultate v krajšem časovnem obdobju, je priporočljivo, da ga načrtujemo in izvajamo skrbno ter dolgoročno. To je seveda odvisno od samega športnika, ki program izvaja (Myklebust idr., 2013), najpomembnejši člen pa pri tem kljub vsemu predstavlja sam trener, ki v sodelovanju s fizioterapevtom, s strokovnim

poznavanjem preventivnega treninga in njegovo vključitvijo v trenažni proces, vpliva na zmanjšanje tveganja nastanka poškodbe SKV (Myklebust idr., 2003; Petersen idr., 2005; Zebis idr., 2008). Vključimo ga lahko v katerokoli obdobje v sezoni, kombinacijo pripravljalne in tekmovalne sezone (Myklebust idr., 2003; Schnurrer-Luke Vrbanić idr., 2007) ali pa skozi celotno sezono (Laible, 2014). Priporočljivo je tudi, da je preventivni program vključen kot del športnikovega treninga že v otroških oz. najstniških letih (Myklebust idr., 2007; Olsen idr., 2005).

Preventivni program naj bo sestavljen iz večih stopenj (Myklebust idr., 2003; Petersen idr., 2005; Zebis idr., 2008). Dobro je, da je prehod med njimi postopen, kar se kaže v naraščanju intenzivnosti izvedbe vaj, hkrati pa je poudarek in pozornost na individualnem napredku posameznika (Petersen idr., 2005). V trenažni proces naj se ga vključi dva- do trikrat tedensko, po 15-20 minut (Mandelbaum idr., 2005; Myklebust idr., 2003; Olsen idr., 2005; Zebis idr., 2008), kot del ogrevanja. Na takšen način zanj ne bo zmanjkalo časa, istočasno pa so vadeči še spočiti in ni prisotne bojazni, da bi utrujenost vplivala na kvaliteto izvedbe vaj (Mandelbaum idr., 2005; Olsen idr., 2005).

Pozorni moramo biti na pravilnost celotne izvedbe tehnično-taktičnih elementov ter posameznih delov pri katerih je tveganje za poškodbo večje (Mandelbaum idr., 2005; Petersen idr., 2005), na položaj telesa (Kristianslund, Faul idr., 2012), pravilen položaj bokov, kolena, gležnja ter prstov v t.i. navidezni liniji (Myklebust idr., 2003), trening sprotnega situacijskega odločanja (Laible, 2014) ter odpravljanje valgusa kolena pri enonožnem ali paralelnem doskoku (Kristianslund, Faul idr., 2012; Myklebust idr., 2003).

Primerjava ugotovitev večih avtorjev, ki so v svoje raziskave vključevali preventivne programe, je pokazala, da se boljše rezultate doseže s kombinacijo trenažnih komponent, kot npr. senzomotorične vaje, vaje pliometrije, moči, trening sprotnega situacijskega odločanja ipd. (Laible, 2014). Tako kot pri rehabilitaciji, je tudi za uspešno preventivo najučinkovitejša vadba takšna, ki vključuje sočasno delovanje več mišic hkrati in ustvari večjo funkcionalnost telesa. Poudarek je še vedno na štiriglavi stegenski mišici in zadnji loži stegna, ki sta glavna dinamična stabilizatorja kolenskega sklepa (Bencke in Zebis, 2011; Laible, 2014; Østerås idr., 1998; Zebis idr., 2008). V trening vpeljemo tudi različice v gibanju, ki ugodno vplivajo na biomehaniko telesa in delujejo preventivno na poškodbo SKV. Novega gibanja se igralke naučijo in ga skozi čas tudi podzvestno izvajajo (Kristianslund, Faul idr., 2012; Mandelbaum idr., 2005; Petersen idr., 2005).

4 VIRI

- Arnold, J. A., Coker, T. P., Heaton, L. M., Park, J. P., Harris, W. D. (1979). Natural history of Anterior cruciate tears. *The American Journal of Sports Medicine*.
- Banff Sport Medicine, Covenant Health Banff Mineral Springs. (2011). Pre – operative rehabilitation program for anterior cruciate ligament reconstruction. Pridobljeno iz: http://www.banffsportmed.ca/sites/default/files/bp_attachments/Before%20Surgery%20Rehabilitation%20Program%20ACL%20Reconstruction.pdf
- Bencke, J., Curtis, D., Krogshede, C., Jensen, L. K., Bandholm, T., Zebis, M. K. (2013). Biomechanical evaluation of the side-cutting manoeuvre associated with ACL injury in young female handball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.
- Bencke, J., Zebis, M. K. (2011). The influence of gender on neuromuscular pre-activity during side cutting. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., Noyes, F. R. (1999). The effect of Neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*.
- Kristianslund, E., Faul, O., Bahr, R., Myklebust, G., Krosshaug, T. (2012). Sidestep cutting technique and knee abduction loading: implications for ACL prevention exercises. *British Journal of Sports Medicine*
- Kristianslund, E., Krosshaug, T. (2013). Comparison of drop jumps and sport-specific sidestep cutting: implications for anterior cruciate ligament injury risk screening. *The American Journal of Sports Medicine*.
- Kristianslund, E., Krosshaug, T., van den Bogert, A. J. (2012). Effect of low pass filtering on joint moments from inverse dynamics: Implication for injury prevention. *Journal of Biomechanics*.
- Laible, C., Sherman, O. H. (2014). Risk factors and prevention strategies of non-contact anterior cruciate ligament injuries. *Bulletin of the Hospital for Joint Diseases*.
- Magnussen, R. A., Granan, L., Dunn, W. R., Amendola, A., Andrich, J. T., Brophy, R., ... Engebretsen, L. (2010). Cross-cultural comparison of patients undergoing ACL reconstruction in the United States and Norway. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... Garrett, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes. 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine*.

- Medvešek, J. (2011). Vključevanje preventivne vadbe v rokometni trening (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Miljko, M., Grle, M., Kožul, S., Kolobarić, M., Djak, I. (2012). Intercondylar notch width and inner angle of lateral femoral condyle as the risk factors for anterior cruciate ligament injury in female handball players in Herzegovina. *Collegium Antropologicum*.
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I., Skjølberg, A., Olsen, O., Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sports Medicine*.
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O., Bahr, R. (2007). Prevention of noncontact anterior cruciate ligament injuries in elite and adolescent female team handball athletes. *AAOS Instructional Course Lectures*.
- Myklebust, G., Maehlum, S., Engebretsen, I., Strand, T., Solheim, E. (1997). Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball. A prospective study covering two seasons. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.
- Myklebust, G., Maehlum, S., Holm, I., Bahr, R. (1998). A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.
- Myklebust, G., Skjølberg, A., Bahr, R. (2013). ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lessons learned. *British Journal of Sports Medicine*.
- Olsen, O.E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., Bahr, R. (2003). Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.
- Østerås, H., Augestad, L. B., Tøndel S. (1998). Isokinetic muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.
- Paulos, L., Noyes, F. R., Grood, E., Butler, D. L. (1991). Knee rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction and repair. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
- Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., ... Zantop, T. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopedic and Trauma Surgery*.
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., ... Engebretsen, L. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*.

- Scavenius, M., Bak, K., Hansen, S., Nørring, K., Jensen, K. H., Jørgensen, U. (1999). Isolated total ruptures of the anterior cruciate ligament - a clinical study with long-term follow-up of 7 years. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.
- Schnurrer-Luke Vrbanić, T., Ravlić-Gulan, J., Gulan, G., Matovinović, D. (2007). Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes – preliminary study. *Collegium Antropologicum*.
- Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Bencke, J., Næsborg, H., Havkrog, M., Ebstrup, J. F., Sørensen, H. (2000). Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver? *Scandinavian Journal of Medicine and Science Sport*.
- Šibila, M. (2004). *Rokomet: Izbrana poglavja*. (str. 111-114). Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Tagesson, S., Öberg, B., Good, L., Kvist, J. (2008). A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *American Journal of Sports Medicine*.
- Tegnander, A., Olsen, O. E., Moholdt, T. T., Engebretsen, L., Bahr, R. (2008). Injuries in Norwegian female elite soccer: a prospective one-season cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.
- Thing, L. F. (2006). “Voices of the broken body.” The resumption of non-professional female players’ sports careers after anterior cruciate ligament injury. The female player’s dilemma: is she willing to run the risk? *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.
- Vauhnik, R., Morrissey, M. C., Rutherford, O. M., Turk, Z., Piliš, I. A., Pohar Perme, M. (2011). Rate and risk of anterior cruciate ligament injury among sportswomen in Slovenia. *Journal of Athletic Training*.
- Yoo, J. H., Lim, B. O., Ha, M., Lee, S. W., Oh, S. J., Lee, Y. S., Kim, J. G. (2010). A meta analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.
- Zebis, M. K., Andersen, L. L., Bencke, J., Kjær, M., Aagaard, P. (2009). Identification of athletes at future risk of anterior cruciate ligament ruptures by neuromuscular screening. *American Journal of Sports Medicine*.
- Zebis, M. K., Bencke, J., Andersen, L. L., Døssing, S., Alkjær, T., Magnusson, P., ... Aagaard, P. (2008). The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidecutting in female elite soccer and handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*.
- Zebis, M. K., Bencke, J., Andersen, L. L., T. Alkjær, C. Suetta, P. Mortensen, ... Aagaard, P. (2011). Acute fatigue impairs neuromuscular activity of anterior cruciate ligament-agonist muscles in female team handball players. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*.

Wilk, K. E., Andrews, J. R. (1992). Current concepts in the treatment of the anterior cruciate ligament disruption. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.

Wojtys, E. M., Huston, L. J., Lindenfeld, T. N., Hewett, T. E., Greenfield, M. L. (1998). Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *American Journal of Sports Medicine*.