Neuromuskularna prevencija ozljede prednje ukrižene sveze

Zrinščak, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:991698

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
(studij za stjecanje visoke stručne spreme
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Ana Zrinščak

NEUROMUSKULARNA PREVENCIJE OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE

(diplomski rad)

Mentor:

prof. dr. sc. Saša Janković

Zagreb, rujan 2015.

NEUROMUSKULARNA PREVENCIJA OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE

Sažetak

Glavni cilj ovog diplomskog rada bio je utvrđivanje rizičnih faktora i mehanizma nastanka ozljede prednje ukrižene sveze kod sportaša i određivanje neuromuskularnih trenažnih programa kako bi se spriječile moguće ozljede za vrijeme treninga ili natjecanja. Koljeni zglob kao najkompleksniji zglob ljudskog tijela podložan je ozljeđivanju zbog niza unutarnjih i vanjskih faktora koje je potrebno poznavati. Provedba različitih preventivnih vježbi ima pozitivan utjecaj na jačanje muskulature koljenog zgloba. Detaljnim liječničkim pregledom i redovitim provođenjem preventivnih mjera moguće je prepoznati i otkloniti sve rizične faktore za pojavu ozljede prednje ukrižene sveze. Nastoje se utvrditi specifične preventivne mjere kako bi se dugoročno produžila sportska karijera i smanjili financijski troškovi rehabilitacije.

Ključne riječi: preventivne vježbe, ozljede, rizični faktori, mehanizmi nastanka, koljeni zglob

NEUROMUSCULAR PREVENTION OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY

Summary

The main objective of this thesis was to determine the risk factors and anterior cruciate ligament injuries mechanisms in athletes and determination of neuromuscular preventive training programs in order to prevent possible injuries during training or matches. The knee joint, as the most complex joint of the human body, is subject to injury due to a series of internal and external factors that are important to know. The implementation of different preventive exercises has a positive effect on strengthening the muscles of the knee joint. A detailed medical examination and regular implementation of prevention measures can identify and eliminate all risk factors for the occurrence of anterior cruciate ligament injury. We try to identify the specific preventive measures in order to extend the long-term sports career and reduce financial costs of rehabilitation.

Keywords: preventive exercise, injuries, risk factors, injuries mechanisms, knee joint

SADRŽAJ

STR:

1. Uvod 4
2. Anatomske karakteristike koljenog zgloba 5
   2.1. Kosti koljenog zgloba 5
   2.2. Zglobna tijela i sveze koljenog zgloba 6
   2.3. Muskulatura koljenog zgloba 9
3. Biomehanika koljenog zgloba 13
4. Rizični faktori ozljeđivanja i mehanizmi nastanka sportske ozljede 13
   4.1. Faktori rizika nastanka sportske ozljede 14
      4.1.1. Faktori rizika od ozljeđivanja prednje ukrižene sveze 14
   4.2. Mehanizmi nastanka sportskih ozljeda 16
      4.2.1. Mehanizmi nastanka ozljede prednje ukrižene sveze 16
5. Prevencija ozljede prednje ukrižene sveze 18
   5.1. Preventivni liječnički pregledi 18
   5.2. Odnos trener-liječnik-sportaš 19
   5.3. Dijagnostika faktora rizika od ozljeđivanja prednje ukrižene sveze 19
6. Kondicijski treninzi u funkciji prevencije ozljede prednje ukrižene sveze 21
   6.1. Razvoj jakosti primjenom treninga s opterećenjem 22
   6.2. Primjena vježbi istezanja 23
   6.3. Razvoj propriocepcije i ravnoteže 23
      6.3.1. Sadržaji proprioceptivnog treninga 24
   6.4. Kompleksni neuromuskularni trening 27
7. Neuromuskularni preventivni programi 27
   7.1. Pliometrijski dio preventivnog treninga 28
   7.2. Trening s opterećenjem 29
   7.3. Vježbe stabilizacije trupa i vježbe ravnoteže 29
   7.4. Vježbe brzine 30
8. Zaključak 32
9. Literatura 33

UVOD

Zglob koljena nije najpokretljiviji zglob u tijelu čovjeka, no sigurno je najkorišteniji i najvažniji. Iako može izgledati jednostavnim, to je najkompleksniji zglob u našem tijelu. Ozljede koljenog zgloba su dosta česte, a spada u najviše ozljeđivani zglob ljudskog tijela. Ubrajaju se u najteže ozljede lokomotornog sustava te mogu sportaša dovesti do dugog izbivanja sa terena. Ligament koje se najviše ozljeđuje, a ujedno je i najčešća ozljeda koljena je ozljeda prednje ukrižene sveze. Najčešće se ozljeđuju sportaši u sportskim igrama. Najviše pogođene osobe su između osamnaest i dvadeset pet godina starosti. Ženski spol je dva do osam puta češće pogođen u odnosu na muški spol. Osamdeset posto svih operacija ligamenata koljena je napravljeno na prednjem križnom ligamentu, od toga pedeset osam posto ozljeda nastalo je nekontaktnim mehanizmom ozljeđivanja. Ta ozljeda koju smo si sami nanijeli događa se obično prilikom doskoka, naglog zaustavljanja ili usporavanja u sportu. Kako bi spriječili nastanak ozljede prednje ukrižene sveze, potrebno je dobiti što kvalitetniji program prevencije. Da bi dobili što kvalitetniji program prevencije nužan je uvid u rizične faktore ozljeđivanja prednje ukrižene sveze, u mehanizam nastanka ozljede prednje ukrižene sveze te interakciju rizičnih faktora i mehanizma nastanka ozljeda. Uvođenjem preventivnih mjera u sve sportske klubove i redovitim provođenjem preventivnih vježbi sa sportašima djelovali bi na smanjenje ozljeda i na jačanje koljenog zgloba. Kako bi zaštitili prednju ukriženu svezu od nekontaktnih ozljeda, sportaši bi trebali poraditi na dinamičkoj stabilizaciji koljena više nego na statičkoj. Stoga, neuromuskularna kontrola, proprioceptivni trenažni programi i deficit jakosti u neuromuskularnoj koordinaciji stabilizacije mišića oko koljene sveze mogu smanjiti rizik nastanka nekontaktne ozljede prednje ukrižene sveze.

2. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE KOLJENOG ZGLOBA

2.1. Kosti koljenog zgloba

Kosti prema funkciji dijelimo na duge, kratke i plosnate. Grupaciji dugih kostiju pripadaju i kosti koljenog zgloba. Svaka kost sastoji se od tijela i dva kraja.

Bedrena kost – femur

Bedrena kost je najduža i najjača kost u tijelu čovjeka koja prenosi tjelesnu težinu. Sastoji se od tijela i dva zadebljanja kraja; gornji i donji. Donji kraj sudjeluje u tvorbi koljenog zgloba (Kovačić, 2006).

Na donjem kraju bedrene kosti nalaze se dva velika zglobna čvora: medijalni (condylus medialis) i lateralni (coldylus lateralis) . Na donjoj strani oba kondila imaju zglobnu ploštinu za goljeničnu kost, dok ispred kondila nalazi se srednji dio s ploštinom na kojoj se nalazi iver (facies patellaris). Između kondila nalazi se međučvorna udubina (fossa intercondylaris) koja je straga omeđena poprečnom hrapavom prugom (linea intercondylaris). Na bočnim stranama oba kondila nalaze se dvije male izbočine: medijalna (epicondylus medialis) i lateralna (epicondylus lateralis) (Kovačić, 2006).

Iver – patella

Iver je najveća sezamska kost koja je smještena ispred koljenog zgloba te je slična klinu. Iver ima oblik piramide spljoštene od naprijed prema natrag. Iver se sastoji od baze i vrha te prednje i stražnje strane. Zglobna ploština ivera je jajolikog oblika te je u doticaju sa patelarnom ploštinom bedrene kosti. Rub ivera je hrapav (Kovačić, 2006).

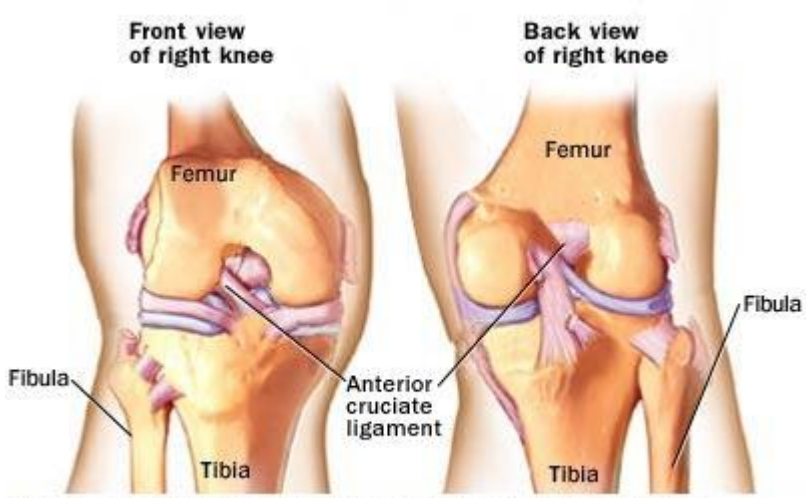
Goljenična kost – tibia

Goljenična kost je dugačka cjevasta kost postavljena okomito u tijelu. Sastoji se od trupa i dva kraja, gornjeg i donjeg. Za koljeni zglob je važniji gornji kraj jer sudjeluje u izgradnji koljenog zgloba. Gornji kraj goljenične kosti je zadebljan i proširen je u medijalni i lateralni zaglavak (condylus medijalis et lateralis). Oba zaglavka imaju zglobne ploštine za kondile bedrene kosti. Ispod zglavaka na prednjoj strani nalazi se hrapava ispupčina

(tuberositas tibie) na koju se veže četveroglavi bedreni mišić. Na donjoj strani lateralnog kondila nalazi se mala jajolika zglobna ploština (facies articularis fibularis) za gornji kraj lisne kosti (Kovačić, 2006).

Lisna kost – fibula

Lisna kost je duga i tanka kost koja se nalazi lateralno od goljenične kosti. Nije u zglobu sa bedrenom kosti te ne nosi težinu nego se na nju vežu mišići. Sastoji se od trupa i dva mala zadebljana zglobna kraja; gornji i donji kraj. Gornji kraj ima zglobnu površinu za goljeničnu kost (Keros i sur., 1999).



Slika 1. Kosti koljenog zgloba sa prednje i stražnje strane

2.2. Zglobna tijela i sveze koljenog zgloba

Zglobna tijela i ploštine

Zglobna tijela čine krajevi dviju ili više kostiju obloženi tankim slojem glatke i sjajne zglobne hrskavice. Konveksno zglobno tijelo čine kondili bedrene kosti koji su zavijeni od naprijed prema natrag. Konkavno zglobno tijelo čine kondili goljenične kosti. Medijalna zglobna ploština je veća i ovalna, dok je lateralna manja i ravna. Zglobne ploštine pokrivene su zglobnom hrskavicom. Zglobna hrskavica smanjuje trenje i elastičnošću ublažuje pritisak i opterećenje te štiti koštane zglobne površine. Sukladnost zglobnih ploština bedrene i goljenične kosti omogućuju dvije vezivnohrskavične

polumjesečaste tvorbe. Polumjesečaste tvorbe nazvane su medijalni i lateralni zglobni menisci (menisci articulares). Građeni su od vlaknaste hrskavice. Menisk je podijeljen u tri dijela: vanjski, srednji i unutarnji. Vanjski rub meniska je zadebljan i vezan uz zglobnu čahuru. Prema sredini, menisci se stanjuju i oblikuju tanak slobodni rub (Kasović, 2004).

Medijalni menisk – meniscus medialis

Medijalni menisk ima oblik otvorenom slova C. Stražnja strana medijalnog meniska je najdeblja i najširа te se naprijed sužava i stanjuje. Vanjski rub medijalnog meniska je strastao uz zglobnu čahuru. Povezanost medijalnog meniska sa medijalnom kolateralnom svezom i udubljenost medijalne zglobne ploštine goljenične kosti znatno ograničavaju pokretljivost medijalnom meniska. U odnosu na lateralni, medijalni menisk je manje pokretljiv (Kovačić, 2006).

Lateralni menisk – meniscus lateralis

Lateralni menisk ima oblik zatvorenog slova C. Vanjski rub meniska je djelomično pričvršćen za zglobnu čahuru. Gibljivost lateralnog meniska je ograničena zatezanjem sveze. Svezu tvori snop fibriznih niti razapet od stražnje ukrižene sveze do stražnjeg dijela lateralnog meniska. Oba meniska povezana su sprijeda sa poprečnom koljenom svezom – ligamentum transversum genus (Kovačić, 2006).

Zglobna čahura i sveze

Zglobna čahura je građena u obliku fibrozne opne koju tvore niti tetiva prednje i stražnje skupine mišića natkoljenice i stražnje skupine mičića potkoljenice. Zglobnu čahuru postranično pojačavaju kolateralne sveze. Fibrozna opna veže se na bedrenu kost ispod epikondila koju su van zglobne čahure. Naprijed se veže dalje od ruba zglobne hrskavice nego na pobočnim stranama i straga. Fibrozna opna se na goljeničnoj kosti veže gotovo uz rub zglobne hrskavice. Prednju stranu pojačava zajednička tetiva m. kvadricepsa femoris koja seže od vrha ivera do tuberositas tibiae. Stražnju stranu zglobne čahure pojačavaju dvije sveze, a postrano zglob osiguravaju dvije pobočne sveze (Keros i sur., 1999).

Medijalna postranična sveza – ligg. collaterale tibiale

Medijalna postranična sveza je trokutasta fibrozna sveza na medijalnoj strani zgloba. Polazi sa medijalnog epikondila bedrene kosti, prelazi preko zglobne čahure i veže se uz gornji dio medijalne ploštine goljenične kosti ispod visine tuberozitas tibije. Medijalnu svezu funkcionalno pomažu i tetive mišića m. sartorius, m. semitendinosus i m. semimembranosus (Kovačić, 2006).

Lateralna postranična sveze – ligg. collaterale fibulare

Lateralna postranična sveza ima oblik okrugle vrpce duge 5 do 6 cm koja je usmjerena koso, dolje i natrag. Polazi sa lateralno epikondila bedrene kosti i veže se za prednji i lateralni dio gornjeg kraja lisne kosti. Sastoji se od dva sloja. Dublji sloj je povezan sa tetivom m. popliteusa i površinski sloj koji je potpuno odijeljen od zglobne čahure (Kovačić, 2006).

Stražnja ukrižena sveza – ligg. cruciatum posterius

Stražnja postranična sveza polazi sa prednjeg ruba međučvorne udubine i s dijela medijalnog kondila bedrene kosti koji je okrenut prema udubini. Usmjerena je natrag, dolje i lateralno te se veže u dubini iza međučvorne izbočine blizu stražnjeg ruba goljenične kosti. Zavijena je oko svoje osi. Pri pokretima u koljenom zglobu prednji dio sveza zateže se pri fleksiji, a stražnji dio pri ekstenziji. Stražnja ukrižena sveza je čvršća nego prednja ukrižena sveza, a prednju križnu sveza križa popus slova X (Kovačić, 2006).

Prednja ukrižena sveza – ligg. cruciatum anterius

Prednja ukrižena sveza polazi sa stražnjeg gornjeg dijela lateralnog kondila bedrene kosti, sa strane što oblikuje lateralni zid međučvorne udubine. Sveza je usmjerena naprijed, dolje i medijalno te se hvata na goljeničnu kost ispred međučvorne izbočine, na polju između prednjih hvatišta oba meniska. Lepezasto je raširena i zavijena oko svoje osi pa se prednji dio sveze zateže pri ekstenziji, a stražnji dio pri fleksiji (Kovačić, 2006).



Slika 2. Ligamenti koljenog zgloba

2.3. Muskulatura koljenog zgloba

U tijelu čovjeka postoje tri vrste mišićja: prugasto, glatko i srčano. Prugasti ili skeletni mišići ostvaruju pokretanje tijela i njegovih dijelova. Glatki mišići sudjeluju u ustroju organa i nalaze se u stjenkama šupljih organa te usklađuju njihovu napetost. Srčani mišić je posebna vrsta prugastog mišićja koje tvori srce (Keros i sur., 1999).

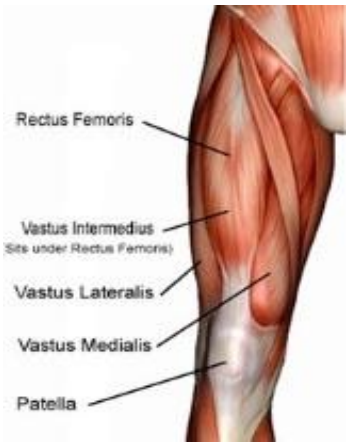
Mišići koji omogućuju pokrete u koljenom zglobu su mišići prednje, medijalne i stražnje strane natkoljenice.

Mišići prednje strane natkoljenice

Prednja strana natkoljenice sadrži dva mišića.

Krojački mišić – m. sartorius

Najduži je mišić u tijelu. Polazi sa prednjeg bočnog trna i hvata se na unutarnju stranu goljenične kosti ispod koljena. Mišić učvršćuje ispruženo koljeno i u prignutom koljenu okreće potkoljenicu prema unutra.



Slika 3. Mišići prednje strane natkoljnice

Četveroglavi bedreni mišić – m. quadriceps femoris

Pokriva čitavu prednju stranu natkoljenice i ima četiri glave. Ravni mišić – m. rectus femoris polazi iznad zdjelične čaške i okomito se spušta prema koljenu, tri široka mišića- m. vastus lateralis, intermedius i medialis polaze sa bedrene kosti. Sva četiri mišića spajaju se u zajedničku tetivu koja prelazi ispod koljena i u nju je uložena kost iver. Ligament patele veže se ispod koljena za hrapavost na prednjoj strani goljenične kosti. Sve glave zajedno ispružaju potkoljenicu u koljenom zglobu koji učvršćuju.

Mišići unutarnje strane natkoljenice

Na unutarnjoj strani natkoljenice nalazi se pet mišića koji su nazvani skupina primicača ili aduktori.

Grebenski mišić – m. pectineus

Mišić polazi sa zdjeličnih kostiju. Hvata se uzduž hrapave pruge (lines aspera) niz stražnju stranu bedrene kosti. Mišić primiče nogu prema središnjoj ravnini i okreće bedro prema van.

Kratki mišić – m. adductor brevis

Mišić polazi sa zdjelične kosti. Hvata se uzduž hrapave pruge niz stražnju stranu bedrene kosti. Mišić primiče nogu prema središnjoj ravnini i okreće ju prema van.

Veliki mišić primicač – m. adductor magnus

Mišić polazi sa zdjelične kosti. Hvata se uzduž cijele bedrene kosti. Mišić snažno primiče natkoljenicu.



Slika 4. Mišići unutarnje strane natkoljenice

Dugački mišić primicač – m.adductor longus

Mišić polazi sa zdjelične kosti i hvata se u sredini bedrene kosti. Mišić primiče natkoljenicu.

Vitki mišić – m. gracilis

Mišić polazi sa okomitog kraka preponske kosti i prelazi preko koljenog zgloba i hvata se na goljeničnu kost. Mišić primiče natkoljenicu i okreće ju prema van te sudjeluje u pregibanju koljena.

Mišići stražnje strane natkoljenice

Na stražnjoj strani natkoljenice nalaze se tri mišića.

Dvoglavi bedreni mišić – m. biceps femoris

Mišić ima dvije glave; dugačku i kratku. Dugačka glava polazi sa sjedne izbočine i priključuje joj se kratka glava koja polazi sa sredine stražnje strane bedrene kosti. Dugačka i kratka glava zajedno se hvataju na glavu lisne kosti. Mišić pregiba koljeni zglob te dugačka glava okreće potkoljenicu prema van.

Polutetivni mišić – m. semitendinosus

Mišić polazi sa sjedne kvrge te se spušta na medijalnu stranu koljena i u sredini mišićnog trbuha prelazi u široku tetivnu ploču i hvata se na medijalnoj strani goljenične kosti zajedno sa tetivama krojačkog i vitkog mišića. Mišić okreće potkoljenicu prema unutra te ispruža i odmiče natkoljenicu.



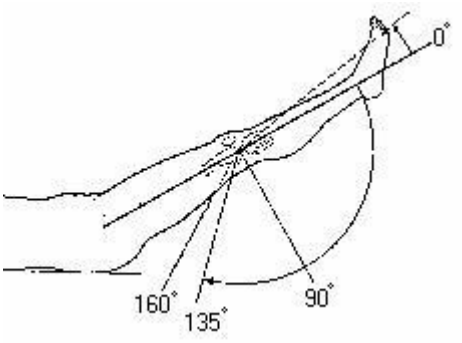
Slika 5. Mišići stražnje strane natkoljenice

Poluopnasti mišić – m. semimambranosus

Mišić polazi sa sjedne kvrge plosnatom tetivom koja je produžena daleko u mišić. Mišić u području koljena ima tetivu koja se hvata na stražnjoj strani goljenične kosti. Okreće potkoljenicu prema unutra te ispruža i odmiče natkoljenicu.

3. BIOMEHANIKA KOLJENOG ZGLOBA

Koljeni zglob je najsloženiji zglob u ljudskom tijelu. Podudarnost tijela koljenog zgloba povećavaju medijalni i lateralni menisci. Kod izvođenja pokreta, gibanje meniska omogućuje konkavnom zglobnom tijelu praćenje konveksnog zglobnog tijela. Lateralni menisk je pokretljiviji od medijalnog meniska. U koljenom zglobu moguće su kretnje fleksije i ekstenzije (oko 150 ukupne amplitude) oko poprečne osovine. Kad je koljeno u flektiranom položaju u manjem opsegu moguće su i kretnje vanjske i unutrašnje rotacije. Ekstenzija u koljenom zglobu izvediva je do položaja 0°. Fleksija u koljenom zglobu u prosjeku je izvediva od položaja 0° do 135°. Pri fleksiji u koljenom zglobu od 90° napetost postraničnih sveza opada te je moguće izvesti rotaciju potkoljenice prema unutra od 10° i rotaciju potkoljenice prema van od 40°. Sveze su zavijene oko vlastite osi te su uvijek napete, neovisno o kutu u koljenskom zglobu i osiguravaju stabilnost i stalan doticaj zglobnih tijela. U fleksiji je više zategnuta stražnja, dok je kod ekstenzije više zategnuta prednja ukrižena sveza. Kod svakog pokreta menisci se pokreću i ispravljaju neskladost kondila natkoljenične i goljenične kosti. Kod ekstenzije menisci se pomiču prema naprijed, a pri fleksiji prema natrag (Kasović, 2004).



Slika 6. Opseg pokreta fleksije i ekstenzije u koljenskom zglobu

4. RIZIČNI FAKTORI OZLJEĐIVANJA I MEHANIZMI NASTANKA SPORTSKE OZLJEDE

Sportske ozljede kao i njihova lokacija i ozbiljnost mijenjaju se s obzirom na biomehaničke karakteristike pojedinog sporta, dob i spol sportaša i uvjete u kojima se

odvija sportska aktivnost. Kako bi utvrdili razloge nastanka neke sportske ozljede i kako bi planirali prevenciju da do te ozljede ne dođe, moramo biti upoznati sa sportskom aktivnošću i pod kojim uvjetima se odvija i imati uvid u individualne karakteristike pojedinog sportaša. Potrebno je razmotriti sve unutarnje (intrinzične) i vanjske (ekstrinzične) faktore koji sudjeluju u realizaciji sportske aktivnosti. Nadalje, potrebno je poznavati što veći broj mehanizama nastanka sportskih ozljeda (Janković i Trošt, 2006).

4.1. Faktori rizika nastanka sportske ozljede

Kako bi mogli planirati prevencijske programe vježbanja i poduzeti sve mjere prevencije od ozljede sportaša, moramo definirati razloge nastanka tih ozljeda. Uvidom u unutarnje i vanjske rizične faktore ozljeđivanja dobit ćemo odgovor zašto sportaš u određenoj situaciji riskira svoje ozljeđivanje. Uvidom u mišićno-skeletni potencijal sportaša koji dobijemo putem specifičnih dijagnostičkih postupaka te uvidom u njegovo funkcionalno stanje i ostale antropološke karakteristike, moguće je nadzirati unutrašnje rizične faktore nastanka sportske ozljede. Kako bi prepoznali unutarnje faktore rizika moramo napraviti detaljnu dijagnostiku stanja sportaševih antropoloških karakteristika (motoričke i funkcionalne sposobnosti, antropometrija) i provesti biomehanička mjerenja karakteristika koje su bitne za uspjeh u određenom sportu. Unutarnji rizični faktori su dob, spol, sastav tijela, slabo razvijena fleksibilnost, mišićni disbalans, bol u zglobovima i hormonalni status. Potreban je uvid i u vanjske rizične faktore ozljeđivanja. Potrebno je istaživati uvjete u kojima se određena sportska aktivnost odvija, koja pomagala sportaš koristi, kakva je vrsta podloge na kojoj se odvija sportska aktivnost, kakva su pravila igre i koji je modalitet treninga (Janković i Trošt, 2006).

4.1.1. Faktori rizika od ozljeđivanja prednje ukrižene sveze

Ozljeda ACL-a uzrokovana je interakcijom više čimbenika što bi značilo kako je priroda ozljede ACL-a multifaktorska (Shultz, 2008).

Najveći faktor ozljeđivanja koljena je spol. Sportašice su podložnije ozljeđivanju ACL-a čak šest do osam puta u odnosu na sportaše. S obzirom na navedeno, svi kondicijski

programi moraju imati više naglasak na prevenciji ozljeda ACL-a. Faktori koji utječu na pojavu ozljede ACL-a mogu biti: a) neuromuskularni, b) anatomski, c) hormonalni, d) genetski, e) kognitivni, f) prethodna ozljeda i g) ekstrinzični (Smith i sur., 2012a; Smith i sur., 2012b).

a) Neuromuskularni faktori rizika od ozljede ACL-a (Myer i sur., 2011):
   - veliki abdukcijski moment sile,
   - omjer jakosti hamstringsa i kvadricepsa- smanjeni moment sile i aktivacija hamstringsa,
   - veći valgus kut u koljenu,
   - kontralateralne razlike u valgus kutu koljena,
   - povećani kut adukcije u kuku- varus kuka.
b) Anatomski faktori rizika od ozljede ACL-a odnose se na geometriju kostiju koljenog zgloba (Smith i sur., 2012a; Myer i sur., 2011):
   - visina, duljina natkoljenice,
   - smanjena veličina interkondilarnog čvora femura,
   - smanjena dubina konkaviteta medijalnog tibijalnog platoa,
   - povećani nagib tibijalnih platoa i
   - veličina ACL-a.
c) Hormonalni faktori rizika od ozljede ACL-a temelje se na poveznici između ženskih spolnih hormona, estrogena i progesterona i labavosti ligamenata. Neka istraživanja upućuju na to da pri vršnim vrijednostima estrogena tijekom menstrualnog ciklusa (folikularna faza, 10. – 13. dan ciklusa) i pri vršnim vrijednostima progesterona (lutealna faza, 19. – 24. dan ciklusa) prednji križni ligamenti iskazuju povećanu labavost (Heitz i sur., 1999).
d) Genetska predispozicija temelji se na ozljedama ACL-a u obitelji (Smith i sur., 2012b).
e) Kognitivno funkcioniranje prethodnoj ozljedi, rekonstrukciji ACL-a (Smith i sur., 2012b).
f) Prethodna ozljeda jednog ili drugog ekstremiteta i

g) Ekstrinzični faktori kao što su vremenski uvjeti, podloga ili teren na kojem se odvija aktivnost i obuća (Smith i sur., 2012b).

4.2. Mehanizmi nastanka sportskih ozljeda

Da bi mogli planirati prevencijske mjere, osim što trebamo dobiti informaciju o tome zašto sportaš u određenoj situaciji riskira ozljedu, još važnije je znati kako dolazi do određene ozljede, mehanizam ozljeđivanja sportaša. Kod akutnih ozljeđivanja sportaša razlikujemo kontaknte i nekontaktne mehanizme ozljeđivanja. Element kontaktnog mehanizma ozljeđivanja je sudar sa igrača s određenim predmetom, suigračem ili igračem suprotnog tima što sportaša dovodi u naglo zaustavljanje. Kod sudara sa određenim predmetom, predmet je nepomičan, dok kod sudara sa suigračem ili igračem suprotnog tima, oboje su u pokretu što dovodi do stvaranja različitih veličina sile koje djeluju na lokomotorni sustav sportaša i dovode do lakše ili teže ozljede. Kod nekontaktnog mehanizma ozljeđivanja, ozljeda se najčešće dogodi kod nagle promjene pravca kretanja ili nepravilnog odraza i doskoka igrača (Childs, 2002).

Ako uzmemo i obzir i etiologiju kroničnih oštećenja kao posljedicu uzastopnih mikrotrauma, možemo navesti još dva mehanizma nastanka sportskih ozljeda: dinamičko preopterećenje i pretreniranost. Do dinamičkog preopterećenja dolazi svaki put kada je opterećenje na treningu ili natjecanju preveliko u odnosu na opterećenje koje sportaš može podnijeti. Ukoliko dođe do kroničnog nesrazmjera između opterećenja i radne sposobnosti sportaša, moguća je pojava pretreniranosti. Čimbenici koji uzrokuju pretreniranost su razne zarazne bolesti, loša prehrana, promjene bioritma, pomankanje sna i slično (Janković i Trošt, 2006).

4.2.1. Mehanizmi nastanka ozljede prednje ukrižene sveze

Uvidom u mehanizme ozljeđivanja ACL-a izdvajaju se četiri komponente izvedbe sportaša prisutne pri nastanku ozljede (Hewett i sur., 2010):

- koljeno je savijeno unutra (kod doskoka),
- koljeno je relativno opruženo,

- trup je nagnut bočno/lateralno,
- većina tjelesne težine ili sva težina je na jednoj nozi.

Hewett i suradnici (2010) navode četiri faktora neuromuskularne neravnoteže koji odgovaraju prethodno navedenim komponentama izvedbe sportaša prisutnima pri nastanku ozljede ACL-a:

1) Dominacija ligamenata – taj faktor neuromuskularne neravnoteže karakterizira valgus koljena, odnosno koljeno savijeno prema unutra što je puno izraženije kod žena. Dominacija ligamenata nastaje u trenucima kada mišići ne apsorbiraju dovoljno sile reakcije podloge nastale kod prizemljenja. Umjesto aktivnih stabilizatora mišića, pasivni i anatomski stabilizatori – zglobovi i ligamenti moraju apsorbirati velike sile nastale u kratkom vremenu što dovodi do potencijalne rupture ACL-a. Da bi se izbjegla dominacija ligamenata, potrebno je uspostaviti mišićnu kontrolu donjih ekstremiteta. Bitnu ulogu tu imaju mišići stražnjeg kinetičkog lanca, odnosno skupina mišića stražnje strane natkoljenice, potkoljenice i m. gluteus medius i m. gluteus maximus.
2) Dominacija kvadricepsa - doskok na relativno pruženo koljeno (mala fleksija u koljenu) karakteritira dominaciju kvadricepsa što je posljedica naglašene i primarne aktivacije kvadricepsa pri stabilizaciji koljenog zgloba. Češće se javlja kod sportašica nego u sportaša. Kod jake aktivacije kvadricepsa on povlači goljeničnu kost prema naprijed u odnosu na bedrenu kost i uzrokuje prednje poprečne sile na goljeničnu kost, ali i na ACL. Neuromuskularni deficit usko je povezan s dominacijom ligamenata.
3) Dominacija noge – neuromuskularni deficit koji se očituje u međusobnoj asimetriji donjih ekstremiteta je dominacija noge. Kod ozljeđivanja ACL-a, većina tjelesne težine nalazi se na dominantnoj nozi koju sportaš preferira pri doskoku. Ako postoje mjerljive razlike u jakosti i aktivaciji mišića kontralateralnih ekstremiteta, vjerojatnost od ozljede je veća.
4) Dominacija trupa – disfunkcija jezgre tijela ili dominacija trupa može se definirati kao nemogućnost precizne kontrole trupa u trodimenzionalnom prostoru. Loša

kontrola trupa omogućuje veće pomake trupa te na taj način predstavlja faktor rizika za ozljedu koljena. Lošija kontrola trupa više je izraženija u mladih sportašica pod utjecajem rasta i sazrijevanja.

Navedeni neuromuskularni deficiti prisutniji su u sportašica kod kojih je vjerojatnost ozljeđivanja veća nego kod sportaša (Gregov i sur., 2014).

5. PREVENCIJA OZLJEDE PREDNJE UKRIŽENE SVEZE

Prevenciji ozljeda potrebno je dati važnost jer se preventivnim djelovanjem može u znatnoj mjeri smanjiti broj ozljeda. Osim toga, uvođenjem preventivnih mjera u sportske klubove moglo bi se djelovati na smanjenje broja ozljeda i njihove ozbiljnosti. Sportske ozljede treba definirati i opisati u smislu učestalosti i stupnju težine ozljede (Ostojić, 2006). Poznavanjem svih varijabli (rizični faktori nastanka ozljede, mehanizam nastanka ozljede, situacija tijekom koje bi se sportaš mogao ozlijediti, odnosno kretanje ozlijeđenog sportaša i ponašanje suigrača ili protivnika) moguće je planiranje ciljane mjere prevencije ozljeđivanja (Janković i Trošt, 2006). Struktura i intenzitet treninga svakako se ubrajaju među najvažnije čimbenike na koje se može preventivno djelovati. Od najveće važnosti je dobra suradnja sportaša, trenera i liječnika na polju prevencije jer se samo timskim radom mogu otkloniti, odnosno umanjiti svi potencijalni čimbenici za nastanak ozljeda. Svaki trening potrebno je započeti zagrijavanjem i dinamičkim istezanjem, a završiti s laganim statičkim istezanjem. Također potrebno je raditi vježbe snage i izdržljivosti kako bi se tijelo sportaša pripremilo za velike napore. Pored toga, potrebno je usavršiti tehniku, koristiti odgovarajuće rekvizite te kvalitetnu i udobnu odjeću i obuću (Ivković i sur., 2006).

5.1. Preventivni liječnički pregledi

Preventivni liječnički pregledi trebali bi biti obavezni za sve osobe koje se bave sportom. Prema postojećim zakonima RH preglede su ovlašteni raditi samo specijalisti medicine rada i sportske medicine. Svrha tih pregleda je isključiti sve potencijalne čimbenike koji bi mogli dovesti do bolesti ili ozljeđivanja sportaša. Osim toga, potrebno je savjetovati sportaša kako se prilagoditi različitim uvjetima u kojima se trenira, koje lijekove

smije koristiti, dodatke prehrani i sl. (Ivković i sur., 2006). Preventivni liječnički pregled sastoji se od: uzimanja općih podataka, antropometrijskih mjerenja, kliničkog pregleda (pregled glave i vrata, trbušnih organa, ekstremiteta i kože) i funkcionalnih ispitivanja. Na temelju prikupljenog, liječnik sportaša proglašava: 1.sposobnim, 2.privremeno nesposobnim, 3.ograničeno sposobnim, 4. nesposobnim za trening i natjecanje (Pećina, 1995).

5.2. Odnos trener – liječnik – sportaš

Preventivni dio prije svega ima svrhu dopustiti da se sportom bave one osobe čijem zdravlju neće naštetiti tjelesna aktivnost. Sportski liječnik koji djeluje u klubu i koji se bavi problematikom sportske medicine ima zadatak odraditi sistematski liječnički pregled i imati nadzor nad sportašem u toku treninga/natjecanja. Liječnik mora biti u kontaktu s trenerom kako bi se sportaš postupno doveo do vrhunca sportske forme bez narušavanja zdravlja ili dovođenja do pretreniranosti (Pećina, 1995). Od najveće važnosti je dobra suradnja sportaša, trenera i liječnika na polju prevencije jer se samo timskim radom mogu otkloniti, odnosno umanjiti svi potencijalni čimbenici za nastanak ozljeda. Dobra suradnja i komunikacija ključ su uspjeha prevencije što osobito vrijedi za mlađe dobne skupine kada je u čitav proces potrebno uključiti roditelje (Ivković i sur., 2006).

5.3. Dijagnostika faktora rizika od ozljeđivanja prednje ukrižene sveze

Strategija prevencije ozljeda odnosi se na sve mjere sportske pripreme koje je potrebno poduzeti da bi se spriječila ozljeda. Odnosi se na sustavnu dijagnostiku unutrašnjih faktora rizika, primjenu prevencijskih trenažnih programa i cjelokupnu sportsku pripremu. Prevencija u sportu mora se bazirati na procjeni/dijagnostici faktora rizika i na prevencijskim kondicijskim programima (Myer i sur., 2011). Potrebno je pronaći jednostavne metode dijagnostike faktora rizika od ozljeđivanja koje su dostupne trenerima. Provedbu tih testova potrebno je napraviti prije početka pripremnog perioda. Potrebno je svakom sportašu pristupiti individualno kako bi utvrdili njegove individualne faktore rizika od ozljeđivanja jer na taj način možemo postići maksimalne učinke u prevenciji ozljeda općenito te prevenciji ozljeda ACL-a (Gregov i sur., 2014). Laboratorijski testovi pružaju

pouzdanu predikciju ozljeda koljena, no zahtijevaju jako puno vremena i skupe aparature, a mogao bi se testirati mali broj ispitanika. Terenski testovi mogu poslužiti kao sredstvo procjene faktora rizika koji omogućuje testiranje većeg broja ljudi. Ne postoji u potpunosti točna i praktična primjenjiva metoda procjene faktora rizika od ozljeđivanja koljena, no uvažavajući mehanizme nastanka ozljeda ACL-a kao što su doskoci, promjene smjera i nagla zaustavljanja i utvrđivanjem neuromuskularnih deficita mogu se konstruirati testovi specifični za predikciju ozljeda ACL-a (Gregov i sur., 2014).

1) Laboratorijski i klinički testovi u funkciji dijagnostike faktora rizika od ozljede ACL-a

Laboratorijski i klinički testovi najčešće obuhvaćaju trodimenzionalnu tehniku analize kretanja (kinematika) procjenjujući kutove abdukcije u koljenu, odnosno valgus angulaciju i moment abdukcije koljena koji pri izvedbi rizičnih mehanizama predviđaju rizik od nekontaktnih ozljeda ACL-a s jako velikom pouzdanošću (Hewett i sur., 2010). Kao prediktor ozljeđivanja koljena primjenjuje se izokinetička mjera omjera jakosti između kvadricepsa i stražnje lože. Radi ranije spomenutih razloga kao skupa oprema i nedostatak osposobljenih stručnjaka i vremena rijetko se provode (Gregov i sur., 2014).

2) Terenski testovi u funkciji dijagnostike faktora rizika od ozljeda ACL-a

Za procjenu funkcionalnosti pokreta koristi se FMS (engl. Functional movement screen) baterija od sedam testova. FMS tehnologijom, odnosno procjenom kvalitete izvedbe dubokog čučnja, prekoraka, linijskog iskoraka, procjenom mobilnosti ramena, prednoženja ležeći, sklekova i rotacijske stabilnosti utvrđuju se individualni deficiti u pokretljivosti i stabilnosti pojedinih zglobova tijela. Iako predstavlja vrlo koristan alat, FMS ne može sa velikom vjerojatnošću utvrditi rizik od ozljede ACL-a (Cook i sur., 2006a, 2006b). Najkorisnijim za procjenu ozljeđivanja prednje ukrižene sveze pokazali su se: skok sa savijenim koljenima (engl. tuck jump), dubinski skok (engl. drop vertical jump), jednonožni čučanj (engl. single leg squat) i jednonožni doskok sa zaustavljanjem (engl. single leg hop and hold). Osim navedenih u praksi se često susrećemo s primjenom testa SEBT (engl. excursion balance test) i njegovih inačica (Y-test) (Gribble, 2012).

6. KONDICIJSKI TRENINZI U FUNKCIJI PREVENCIJE OZLJEDA PREDNJE UKRIŽENE SVEZE

Generalni program treninga za prevenciju ozljeda ACL-a treba biti usmjeren na sve aspekte treniranosti spotraša i sportašica, odnosno na faktore rizika koju utječu na pojavu ozljeda. Prevencija se mora bazirati na dva pristupa, procjeni faktora rizika i prevencijskim kondicijskim programima. Kod pojave povećanog valgusa koljena pri doskoku, prevencijski program mora biti usmjeren na učenje pravilne tehnike doskoka i povećanje jakosti mišića stražnje strane natkoljenice i potkoljenice te glutealnih mišića. Naglašeni doskok na jednu nogu treba koji predstavlja veliki faktor rizika od ozljeđivanja ACL-a, treba ispravljati primjenom vježbe kolateralne simetrije za jakost i ravnotežu. Loša kontrola trupa također doprinosi ozljedama koljena te treba provoditi vježbe za poboljšanje stabilnosti trupa. Generalni program prevencije treba biti usmjeren na korekciju sva četiri faktora neuromuskularne ravnoteže.

Tablica 1. Povezanost mehanizama neuromuskularne neravnoteže i ciljeva trenažnih programa za prevenciju ozljeda ACL-a (Hewett i sur., 2010)

	Komponenta mehanizma ozljeđivanja	**Faktor neuromuskularne neravnoteže kao rizik od ozljeđivanja**	**Cilj prevencijskog trenažnog programa treninga**
1.	Addukcija koljena pri doskoku	Dominacija ligamenata	Pravilna tehnika doskoka
2.	Mali kut fleksije u koljenu pri doskoku	Dominacija kvadricepsa	Jačanje mišića stražnje strane natkoljenice i potkoljenice te glutealnih mišića
3.	Asimetrični doskok	Dominacija noge	Unapređenje kolateralne simetrije
4.	Nemogućnost kontrole trupa	Dominacija trupa	Stabilnost trupa

Kod provedbe svakog kondicijskog treninga sa ciljem prevencije ozljeda potrebno je uvažavati smjernice (Myer i sur., 2011) :

- treba zahtijevati tehnički savršeno izvođenje preventivnih vježbi, naročito u prvim fazama učenja vježbi;
- sportaš treba dobivati dopunske informacije o nepoželjnim i rizičnim položajima ekstremiteta ili tijela od trenera;
- važna je početna i završna pozicija izvedbe vježbi, naročito kod skokova i vježbi promjene smjera kretanja: stopala razmaknuta u širini ramena, noge pogrčene, ramena povučena natrag, pogled naprijed, koljena u frontalnoj ravnini iznad stopala, ramena iznad koljena;
- vježbu treba prekinuti ukoliko se sportaš umori ili počne vježbu izvoditi tehnički neispravno;
- treba osigurati stalnu progresiju opterećenja.

6.1. Razvoj jakosti primjenom treninga s opterećenjem

Trening s opterećenjem utječe na zaštitu sportaša od ozljeda zbog pozitivnih promjena koje se javljaju u kostima, ligamentima i tetivama te mišićima (Hoffman, 2002). Primjenom treninga s opterećenjem povećava se gustoća kostiju, ali i čvrstoća, a time se utječe na sprečavanje stres fraktura kostiju. Primjenom treninga s opterećenjem povećava se veličina i jakost ligamenata i tetiva te udjela kolagena u njima proporcijalno povećanju mišićne mase. Takav tip treninga ima važnu ulogu u smanjenju rizika koštano-mišićnih ozljeda koje su vezane uz mišićnu neravnotežu, tj. za omjer jakosti agonista u odnosu na antagoniste ili omjer jakosti iste mišićne skupine gornjeg lijevog i desnog ekstremiteta. Korekcije postojeće neravnoteže primjenom ovog tipa treninga važne su za smanjenje individualnog rizika od ozljeđivanja (Šimek i sur., 2006). U svjesnim i ponavljanim pokretima jaki mišići mogu imati ulogu stabilizatora zgloba te na taj način skinuti opterećenja sa ligamenata i smanjiti mogućnost ozljeđivanja. Manjak snage često se navodi kao faktor rizika za ozljede mišića stražnje strane natkoljenice.

6.2. Primjena vježbi istezanja

Iako se predlaže provedba vježbi istezanja prije natjecateljskih i trenažnih aktivnosti, istraživanjima o učincima istezanja na prevenciju ozljeda nisu dobiveni uvjerljivi rezultati. Ne smije se zanemariti da je u različitim sportovima potreban različit stupanj fleksibilnosti pojedinih regija tijela. Nedovoljan je broj istraživanja na temelju kojih bi se mogli donijeti čvrsti zaključci. Potrebno je utvrditi učinke različitih vrsta istezanja na prevenciju ozljeda, osobito programa dinamičkog istezanja (Šimek i sur., 2006). Doza fleksibilnosti ni u jednom sportu neće biti na odmet sportašu, naprotiv može mu samo pomoći.

6.3. Razvoj propriocepcije i ravnoteže

Proprioceptori su specijalne osjetilne strukture smještene u zglobovima, mišićima i tetivama (Harris i Dudley, 2000). Receptori su osjetljivi na promjene vanjskih i unutarnjih sila. Oni šalju informacije o lokomotornoj dinamici prema svjesnim i podsvjesnim djelovima centralnog živčanog sustava. Na taj način mozak se obogaćuje kinestetičkim informacija o poziciji i kretanju tijela i dijelovima lokomotornog sustava u trodimenzionalnom prostoru (Harris i Dudley, 2000). Propriocepcija je sposobnost lokomotornog sustava za primjerene odgovore na specifične i neobične statičke i dinamičke podražaje (Potach i Borden, 2000). Primarni cilj proprioceptivnog treninga je stavljanjem tijela sportaša u veliki broj trenažnih situacija koje će isprovocirati aktivaciju proprioceptora, stvorit će se pretpostavke da će sportaš u urgentnim situacijama optimalno reagirati. Sekundarni cilj proprioceptivnog treninga usmjereni su na jačanje ligamenata i tetiva i povećanje amplitude pokreta u zglobovima.

U rizičnim natjecateljskim i trenažnim situacijama propriocepcija predstavlja zaštitni mehanizam koji može osigurati stabilizaciju i izostanak ozljeđivanja. Ovo složeno djelovanje može se unaprijediti trenažnim programima koji će integrirati sve podsustave propriocepcije – sve tri razine motoričke kontrole, više moždane centre (aktivnosti na svjesnoj razini), razinu moždanog debla (vježbe ravnoteže i zadržavanja stava) te spinalnu

razinu motoričke kontrole (aktivnosti koje izazivaju refleksne reakcije- nestabilne površine i iznenadne situacije) (Lephart i sur., 1998).

Termin koji se još rabi za proprioceptivni trening je neuromuskularni stabilizacijki trening.

6.3.1. Sadržaji proprioceptivnog treninga

U posljednje vrijeme ponuđeno je različitih vrsta proprioceptivne opreme. Zahvaljujući tome, kondicijski treninzi obogaćeni su iznimnom količinom trenažnih sadržaja. Tipovi proprioceptivnog treninga mogu se podijeliti u više skupina (Jukić i sur., 2003):

1) Proprioceptivni trening na balans pločama

Osnovna podjela balans ploča je na podne i viseće. Podne mogu biti različitih veličina i oblika sa različitim oslonačnim površinama koje iziskuju napore sportaša da uspostave i zadrže ravnotežni položaj. Viseće daske odlikuju se zadržavanjem ravnoteže na daskama koje vise na četiri lanca i različitih su oblika.

2) Proprioceptivni trening na zračnim jastucima

Zračni jastuci su najčešće u obliku diska ili polulopte. Ispunjeni su zrakom što omogućuje plastičnost elastičnost površine. Time se otežava zadržavanje ravnotežnih položaja i potencira se aktiviranje proprioceptivnog aparata.

3) Proprioceptivni trening na loptama različitih veličina, materijala i težina

Lopta nudi mogućnosti za provociranje ravnotežnih položaja i sposobnosti sportaša. Ukoliko su lopte većeg opsega i načinjene od elastičnih materijala pridonosi provociranju ravnotežnih položaja. Oblik lopte omogućava izvedbu proprioceptivnih vježbi s najrazličitijim pozicijama tijela.

4) Proprioceptivni trening na valjkastim i poluvaljkastim površinama

Valjkaste i poluvaljkaste površine predstavljaju otežavajuće uvjete za realizaciju odgovarajućih kretnih struktura uz uvjet uspostavljanja i zadržavanja ravnotežnog

položaja. Valjkaste i poluvaljkaste površine pojavljuju se u kombinaciji s ravnim stajnim površinama koje se postavljaju na njih.

5) Proprioceptivni trening na trampolinima i mekanim strunjačama

Trampolini i mekane strunjače nude karakterističnosti plastičnosti i elastičnosti. Sportaš je primoren prilagoditi se uvjetima podloge i na taj način uključiti sve mehanizme koji će tijelo zadržati u odgovarajućoj poziciji za izvedbu gibanja.

6) Proprioceptivni trening na uskim hodnim površinama

Mala površina oslonca za stopala donosi uvjete koji od sportaša zahtijevaju intenzivnu propriocepcijsku aktivnost. Mogu poslužiti gimnastičke grede, različite ograde, drveni trupci, ivičnjaci cesta i staza.

7) Proprioceptivni trening sa elastičnim otporima

Rastezljive trake, ekspanderi i konopci te ostali elastični materijali mogu pružiti otežavajuće uvjete u izvedbi standardnih gibanja. Ta pomagala sportaš može upotrebljavati sam, postavljanjem na tijelu, ali i u radu u parovima.

8) Proprioceptivni trening na trenažerima i sa slobodnim utezima

Oblik proprioceptivnog treninga na trenažerima ili sa slobodnim utezima zahtijeva iznimnu koncentraciju i obučenost sportaša i trenera. Pri izvedbi ovakvih vježbi sportaš izvodi gibanja na uglavnom jednozglobnim trenažerima i ima zadatak koncentričnu fazu pokreta izvesti maksimalnom brzinom. Sportaš mora u tom trenutku kontrolirati cijelu amplitudu pokreta. Smisao vježbi je brza adaptacija na veličinu nepoznatog vanjskog opterećenja pri izvedbi gibanja.

9) Proprioceptivni trening na neravnim površinama

U kondicijskom treningu sve je prisutniji povratak prirodi i prirodnim oblicima kretanja. Vanjske nekonvencionalne površine (polja, planine, duboki snijeg, stjenovite

plaže, kameni, vodeni plićaci) mogu biti izvor za kreiranje situacija u kojima sportaši trebaju reagirati angažiranjem proprioceptivnog, vestibularnog i vidnog sustava.

10) Proprioceptivni trening dinamičke stabilnosti

Smisao vježbi je zadržavanje pozicije i zamišljenog stereotipa kretanja u uvjetima manje ili više intenzivnih dinamičkih situacija kretanja. Primjeri vježbi su: skokovi s noge na nogu, skokovi s okretom za 180° i 260°, jednonožni naskoci na klupu.

11) Proprioceptivni trening sa zadržavanjem pozicija tijela u parteru

Značajan izvor proprioceptivnih vježbi postao je velik broj gimnastičkih vježbi. Misli se na tro, dvo i jednooslonačne pozicije koje je potrebno zadržati određeno vrijeme bez narušavanja ravnoteže.

12) Proprioceptivni trening na posebno konstruiranim spravama

Industrija sportske opreme pokušava iskoristiti kreativnost i maštu sportskih trenera te tako se pojavljuju nova trenažna pomagala za potrebe proprioceptivnog treninga. Uvjeti zadražavanja pozicije su vezani za zadržavanje, narušavanja i uspostavljanje ravnoteže. Neki od tih proizvoda su Pedalo, proprioceptivne sandale, Biodex Balance System, Posturo Mad, Target balance trainer.

13) Nestabilni poligoni

Kod nedostaka izazova nekonvencionalnih prirodnih resursa, treneri nerijetko dizajniraju poligone koji u svojoj strukturi sadržavaju različite predmete i podloge kao umjetne prepreke. Zadatak sportaša je što brže prijeći postavljeni poligon optimalno reagirajući na zadane proprioceptivne zahtjeve.

6.4. Kompleksni neuromuskularni trening (trening jakosti, ravnoteže, skočnosti i brzine/agilnosti)

Komponente neuromuskularnog treninga će osim smanjenja rizika od ozljeđivanja dovesti i do poboljšanja motoričkih sposobnosti. Svestrani neuromuskularni trening trebao bi sadržavati pliometrijske podražaje, vježbe primarne jakosti, vježbe ravnoteže, vježbe s opterećenjem i vježe za razvoj brzine i agilnosti (Paterno i sur., 2004). Uz primjenu tih programa osim poboljšanja motoričkih sposobnosti unapređuje se i više biomehaničkih faktora povezanih sa smanjenjem rizika od ozljeđivanja: povećan opseg pokreta fleksije i ekstenzije potkoljenice, smanjenje valgus sila tijekom doskoka nakon vertikalnog skoka, dinamička stabilnost na jednoj nozi (Paterno i sur., 2004). Predlaže se da bi program usmjeren na prevenciju ozljeda morao se sastojati od specifičnih aktivnosti za pojedinu sportsku granu. Na taj način sportaši bi bili bolje pripremljeni za višesmjerna kretanja i njihove eksperimente na položaje koju mogu smanjiti opterećenje na prednju ukriženu svezu. U istraživanju gdje su se pratile nogometašice tijekom dvije godine smanjio se broj ozljeda prednje ukrižene sveze za osamdeset osam posto u prvoj godini i sedamdeset četiri posto u drugoj godini istraživanja nakon edukacije o ozljedama te primjene vježbi istezanja, jačanja, pliometrije, propriocepcije i specifičnih vježbi brzine i agilnosti (Mandelbaumi sur., 2005). Program za razvoj snage, brzine/agilnosti, skočnosti i fleksibilnosti proveden je kod mladih nogometašica nakon čega je zabilježena značajno manja učestalost ozljeda donjih ekstremiteta od devetnaest posto u grupi koja je provodila eksperimentalni program (Heidt i sur., 2000).

7. NEUROMUSKULARNI PREVENTIVNI PROGRAMI

Neuromuskularni preventivni programi usmjereni na unapređenje biomehaničkih parametara donjih ekstremiteta koji su vezani uz rizik od ozljeđivanja prednje ukrižene sveze provode se sa i bez rekvizita. Od rekvizita upotrebljavaju se svi sadržaji proprioceptivnog treninga kao i bučice različitih težina ovisno o vrsti treninga.

7.1. Pliometrijski dio preventivnog programa

Pliometrijske vježbe zapravo su vrlo slične strukturama kretanja koje se javljaju u različitim sportskim aktivnostima. Ono na što treba obratiti pažnju su specifični zahtjevi pojedinog sporta, odnosno mora se dobro ustanoviti da li su pokreti u sportu uglavnom linearni, vertikalni ili se radi o kombinaciji kako bi se kasnije i trening mogao prilagoditi tim zahtjevima. U pliometrijske vježbe za donje ekstremitete ubrajaju se različiti skokovi, poskoci, naskoci i saskoci. Vježbe se mogu izvoditi bez i sa rekvizitima, a najčešće su to sanduci i prepone. Izvodi se jedna serija sa trajanjem svake vježbe deset ili petnaest sekundi te određene vježbe sa sešt ponavljanja.

Tablica 2. Pliometrijske vježbe (prema Šimek i sur., 2006).

Vježbe	**Vrijeme ili broj ponavljanja**	**Serija**
Skokovi uvis iz skočnog zgloba	15 sekundi	1
Pogrčeni skokovi u mjestu	15 sekundi	1
Skokovi iz čučnja	10 sekundi	1
Skokovi s prednoženjem	10 sekundi	1
Brzi poskoci preko niskih prepona (naprijed-nazad)	15 sekundi	1
Brzi poskoci preko niskih prepona (lijevo-desno)	15 sekundi	1
Skok, skok, skok i sunožno zaustavljanje (lijevo-desno)	6 ponavljanja	1
Skokovi s okretom za 180°	15 sekundi	1
3 skoka udalj i jedan uvis	6 ponavljanja	1
Skokovi s noge na nogu u obruč (lijevo-desno)	6 ponavljanja	1
Skokovi prema naprijed na stepeničasto povišenje	6 ponavljanja	1
Bočni skokovi na stepenasto povišenje	6 ponavljanja	1
Skok sa sanduka i skok uvis	6 ponavljanja	1
Skok sa sanduka s okretom za 180° i skok uvis	6 ponavljanja	1

7.2. Trening s opterećenjem

Tipične strukture i zahtjevi određenih sportskih aktivnosti i kod žena i kod muškaraca bit će polazna osnova za programiranje treninga s opterećenjem. Razlika među spolovima očituje se u motoričkom, morfološkom i funkcionalnom segmentu antropoloških dimenzija. Treninzi trebaju biti prilagođeni s ciljem smanjenja mogućnosti ozljeđivanja. Prvo se radi sa manjim kilažama te se kilaža postepeno povećava ovisno o sportaševim mogućnostima. Vježbe se izvode u dvije serije sa sešt ili deset ponavljanja svake vježbi.

Tablica 3. Vježbe s opterećenjem (prema Šimek i sur., 2006).

Vježbe	**Vrijeme ili broj ponavljanja**	**Serija**
Trzaj s bučicama	6 ponavljanja	2
Čučanj	6 ponavljanja	2
Potisak s klupe	6 ponavljanja	2
Pregib potkoljenica	6 ponavljanja	2
Potisak iza glave	6 ponavljanja	2
Povlačenje iza glave	6 ponavljanja	2
Ruski pregib potkoljenice uz asistenciju	6 ponavljanja	2
Razvlačenje na trenažeru	10 ponavljanja	2
Pregib podlaktica	10 ponavljanja	2
Fleksija i ekstenzija stopala	10 ponavljanja	2

7.3. Vježbe stabilizacije trupa i vježbe ravnoteže

Treningom ravnoteže povećava se maksimalna snaga donjih ekstremiteta, ali smanjuje se neravnoteža desne i lijeve strane noge u stabilnosti. Za trening ravnoteže koristi se razna proprioceptivna oprema poput uskih hodnih površina te zračnih jastuka (polulopta) sa pomoćnim rekvizitom medincinkom. Vježbe se izvode u jednoj ili dvije serije sa šest ili deset ponavljanja svake vježbe i pojedine vježbe sa dvadeset sekundi izdržaja.

Tablica 4. Vježbe stabilizacije trupa i vježbe ravnoteže (prema Šimek i sur., 2006).

Vježbe	**Vrijeme ili broj ponavljanja**	**Serija**
Skokovi lijevo-desno sa zaustavljanjem	10 ponavljanja	1
Skok udalj sa zaustavljanjem	6 ponavljanja	1
Skokovi na jednoj nozi	6 ponavljanja	1
Skok sa sanduka sa hvatanjem medicinke	6 ponavljanja	1
Skokovi sa okretom za 180° sa zaustavljanjem i hvatanjem medicinke	6 ponavljanja	1
Sunožno stajanje na polulopti s narušavanjem ravnoteže	20 sekundi	2
Sunožno stajanje na polulopti u počučnju i hvatanje medicinke	10 ponavljanja	2
Sunožno stajanje na polulopti s podizanjem predmeta s tla	10 ponavljanja	1
Stajanje na jednoj nozi na polulopti u počučnju	20 sekundi	2
Trbušne kontrakcije sjedeći na polulopti	20 sekundi	2
Trbušne sklopke na polulopti	10 ponavljanja	2
Izdržaj na podlakticama na polulopti	20 sekundi	2
Izdržaj na podlakticama s leđima prema polulopti	20 sekundi	2
Izdržaj u skleku na polulopti	20 sekundi	1

7.4. Vježbe brzine

Kod provođenja treninga brzine kao preventivnog programa koristi se guma kao pomoćni rekvizit. Vježbe nisu definirane brojem ponavljanja nego vremenom izvedbe i to najčešće šest ili deset sekundi rada i to u jednoj ili dvije serije.

Tablica 5. Vježbe brzine (prema Šimek i sur., 2006).

Vježbe	**Vrijeme (s)**	**Serija**
Ubrzanja	10	1
Sprint s laganim opterećenjem gumom	10	1
Sprint bez opterećenja	10	1
Trčanje natraške	10	2
Sprint/ marširanje/sprint s laganim opterećenjem	5/7/5	1
Sprint (srednje opterećenje)	6	2
Sprint (veliko opterećenje)	6	2
Sprint	10	1

Prije provođenja gore navedenih programa potrebno je provesti zagrijavanje. Nakon odrađenog treninga potrebno je napraviti istezanje u trajanju od petnaestak minuta. Svaki program izvodi se u trajanju od pola sata do 45 minuta. Programe je nužno provoditi najmanje tri puta tjedno uz kombinaciju programa. U jednom treningu kombiniraju se dva programa.

8. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme velika pažnja trebala bi se posvetiti prevenciji ozljeda sportaša. Preventivni trenažni programi trebali bi biti sastavni dio treninga svakog sportaša i svih sportskih klubova. Kako bi se osmislili što kvalitetniji preventivni programi, prije početka natjecateljske sezone svaki sportaš trebao bi napraviti detaljan liječnički pregled kojim bi se isključili svi potencijalni čimbenici koji bi mogli dovesti do bolesti ili ozljeđivanja sportaša. Na taj način sportaša bi se savjetovalo kako da se privikne na različite uvjete u kojima trenira, koje dodatke prehrani i lijekove može koristiti te koja područja na tijelu zahtjevaju više pažnje. Ključ uspjeha prevencije je dobra suradnja između trenera, sportaša i liječnika. Uvođenjem preventivnih mjera u sportske klubove može se djelovati na smanjenje broja ozljeda prednje ukrižene sveze. Smanjenjem ozbiljnosti nastale ozljede moguće je skratiti vrijeme potrebno za potpunu rehabilitaciju sportaša i njegovo ponovno uključivanje u sustav treninga i natjecanja. Neuromišićna koordinacija može odigrati veliku ulogu u prevenciji ozljeda. Osobito kod kontrakcije mišića stražnje strane natkoljenice kao i ostalih mišićnih skupina koje igraju veliku ulogu u zaštiti prednje ukrižene sveze tijekom pretjeranog izduženja. Mišićne kontrakcije koje se događaju neposredno prije doticaja sa podlogom su kritične komponente za strategiju pozicije donjih ekstremiteta na način da je koljeno stabilno tijekom oslonca stopala na podlogu. Važno je naglasiti kako mišićni balans između fleksora i ekstenzora koljena, kao i između lateralne i medijalne strane svake od tih mišićnih skupina je bitan jer tako štite prednju ukriženu svezu i dinamičku stabilnost koljena.

9. LITERATURA

1. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. (2006a). Preparticipation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1. North American Journal of Sports Physical Therapy, 1 (2), 62 – 72.
2. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. (2006b). Preparticipation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 2. North American Journal of Sports Physical Therapy, 1 (3), 132 – 139.
3. Childs, S.G. (2002). Pathogenesis of anterior cruciate ligament injury. Orthopaedic Nursing, 21 (4), 35 – 40.
4. Gregov C., Jukić, I., Milanović, L. (2014). Kondicijska priprema u funkciji prevencije ozljeda prednje ukrižene sveze. U I. Jukić i sur (ur.), Zbrnik radova 12. međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2014. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
5. Gribble, P.A., Hertel, J., Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Potural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. Journal of Athletic Training, 47 (3), 339 – 357.
6. Harris, R.T., Dudley, G. (2002). Neuromuscular Anatomy and Adaptations to Conditioning.In: Essentials of Strenght Training and Conditioning (Second Edition). T.R. Beachle and R.W.Earle, ed. Champaign,II:Human Kinetics,pp. 15-24.
7. Heidt, R.S.Jr., Sweeterman, L.M., Carlonas, R.L., Traub, J.A., Tekulve, F.X. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. American Journal of Sports Medicine, 28(5), 6589-662.
8. Heitz, N.A., Eisenman, P.A., Beck, C.L., Walker, J.A. (1999). Hormonal Changes Throughout the Menstrual Cycle and Increased Anterior Cruciate Ligament Laxity in Females. Journal of Athletic Training, 34 (2), 144 – 149.
9. Hewett, T.E., Ford, K.R., Hoogenboom, B.J., Myer, G.D. (2010). Understanding and Preventing ACL Injuries: Current Biomehanical and Epidemiologie Considerations – Update 2010. North American Journal of Sports Psysical Therapy, 5 (4), 234 – 251.

10. Hoffman, J. (2002). Resistance training and injury prevention. American College of Sports Medicine. Current Comment. Retrieved 1.12.-2005. From: www.acsm.org/health+fitness/pdf/currentcomments/resisttraininjuryprev071702.pdf
11. Ivković, A. i sur. (2006). Nastanak i mogućnosti prevencije sindroma prenaprezanja. U I. Jukić, D. Milanović i S. Šimek (ur.), Zbornik radova 4. međunarodne konferencije „Prevencija ozljeda u sportu“, Zagreb, 2006. (str. 33-39). Zagreb: Zagrebački velesajam i Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
12. Janković, S., Trošt, T. (2006). Rizični faktori ozljeđivanja i mehanizmi nastanka sportskih ozljeda. U I Jukić i sur (ur.), Zbornik radova 4. međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2006. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
13. Jukić, I., Komes, Z., Šimek, S., Milanović, L., Nakić, J., Trošt, T. (2003). Metodika proprioceptivnog treninga. U I Jukić i sur (ur.), Zbornik radova 12. međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2003. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
14. Kasović, M. (2004). Nova biomehanička metoda testiranja dinamike stabilnosti koljenog zgloba. (Magistarski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
15. Keros, P., Pećina, M ., Ivančić – Košuta, M. (1999). Temelji anatomije čovjeka. Zagreb.
16. Koljeno (slika 1) /on line/. S mreže skinuto 23.svibnja 2015. s adrese: https://www.google.hr/search?q=kosti+koljena&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIrueMrOKNyAIVBg4sCh0iKAVf&dpr=1#imgrc=8Zqtj3l3N4wT7M%3A
17. Kovačević, N., Lukić, I.K. (2006). Anatomija i fiziologija za 1. razred srednje medicinske i zrdavstvene škole. Zagreb.
18. Lephart, S.M., Pincivero, D.M, Rozzi, S.L. (1998).Proprioception of the ankle and knee. Sports Medicine, 25(3), 149-155. Svibnja 2015. s adrese: https://www.google.hr/search?q=ligamenti+koljena&biw=1366&bih=643&source=l

nms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIv6GzruaNyAIVyYksCh2GWwT6#imgrc=r23_j3JR7mDN0M%3A

19. Ligamenti koljenog zgloba (slika 2) /on line/. S mreže skinuto 23
20. Mandelbaum, B.R., Silvers, H.J., Wantanable, D.S., Knarr, J.F., Thomas, S.D., Griffin, L.Y., Kirkendall, D.T., Garett, W.Jr. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in prevnting anterior cruciate ligament injuries in female athletes. : 2-year follow-up. American Journal of Sports Medicine, 33(7), 1003-1010.
21. Mišići prednje strane natkoljenice (slika 3) / on line/ . S mreže skinuto 26. Svibnja 2015. s adrese: https://www.google.hr/search?q=mi%C5%A1i%C4%87i+prednje+strane+natkoljenice&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI3Pmf1-eNyAIVg90sCh3N2QaP#imgrc=ER89K7XLoRY56M%3A
22. Mišići unutarnje strane natkoljenice (slika 4) / on line /. S mreže skinuto 26. Svibnja 2015. s adrese: https://www.google.hr/search?q=mi%C5%A1i%C4%87i+unutarnje+strane+natkoljenice&biw=1366&bih=643&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CBkQsARqFQoTCLfxrefojcgCFYoFLAodc98F1A#imgrc=vALNt0nPxkr_MM%3A
23. Mišići stražnje strane natkoljenice (slika 5) /on line/ . S mreže skinuto 26. Svibnja 2015. s adrese: https://www.google.hr/search?q=mi%C5%A1i%C4%87i+prednje+strane+natkoljenice&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI3Pmf1-eNyAIVg90sCh3N2QaP#imgrc=foeseEpHFcOMeM%3A
24. Myer, G.D., Jensen, B.J., Ford, K.R., Hewett, T.E. (2011). Real-Time Assessment and Neuromuscular Training Feedback Techniques to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes. Strength and Conditioning Journal, 33 (3), 21 – 35.
25. Opseg pokreta u koljenom zglobu (slika 6) /on line/. S mreže skinuto 28. Svibnja 2015. s adrese: https://www.google.hr/search?q=opseg+koljena&biw=1366&bih=643&source=lnm

s&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIwNet3OmNyAIVwZQsCh0oHwd2#imgrc=bftomowUTETEMM%3A

26. Ostojić, S.M. (2006). Epidemiologija sportskih ozljeda: učestalost, karakter i značaj ozljeda u nogometu. U I. Jukić, D. Milanović i S. Šimek (ur.), Zbornik radova 4. međunarodne konferencije „Prevencija ozljeda u sportu“, Zagreb, 2006. (str. 23-29). Zagreb: Zagrebački velesajam i Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
27. Paterno, M.V., Myer, G.D., Ford, K.R., Hewett. T.E (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 34(6), 305-316.
28. Pećina, M. (1995). Športska medicina. Zagreb: Medicinska naklada
29. Potach, D.H., Borden, R.A. (2000). Rehabilitation and Reconditioning. In: Essentials of Strenght Training and Conditioning (Second Edition). T.R. Beachle and R.W.Earle, ed. Champaign,II:Human Kinetics,pp 529 – 546.
30. Shultz, S.J. (2008). ACL Injury in the Female Athlete: A Multifactorial Problem That Remains Poorly Understood. Journal of Athletic Treining, 43 (5), 455.
31. Smith, H.C., Vacek, P., Johnson, R.J., Slauterbeck, J.R., Hashemi, J., Shultz, S., Beynnon, B.D. (2012a). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Rewview of the Literature – Part 1: Neuromuscular and Anatomic Risk. Sports Health, 4 (1), 69 – 78.
32. Smith, H.C., Vacek, P., Johnson, R.J., Slauterbeck, J.R., Hashemi, J., Shultz, S., Beynnon, B.D. (2012b). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Rewview of the Literature – Part 1: Hormonal, Genetic, Cognitive Function, Previous Injury and Extrinsic Risk Factors. Sports Health, 4(2), 155 - 161.
33. Šimek, S., Jukić, I., Trošt, T. (2006). Preventivni trenažni programi. U I Jukić i sur (ur.), Zbornik radova 4. međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2006. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; udruga kondicijskih trenera Hrvatske.