

PREVENCIJA OZLJEDA KOLJENA KOD SPORTAŠA

Šimunović, Antea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Visoka škola Ivanić-Grad / Visoka škola Ivanić-Grad**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:258:876272>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University of Applied Sciences Ivanić-Grad](#)



VISOKA ŠKOLA IVANIĆ GRAD

STUDIJ FIZIOTERAPIJE

**studij za stjecanje akademskog naziva: stručna prvostupnica
(baccalaurea) fizioterapije**

Antea Šimunović

**PREVENCIJA OZLJEDA KOLJENA KOD
SPORTAŠA**

Završni rad

Mentor:

dr.sc. Mirjana Berković-Šubić, mag. physioth., pred.

I Z J A V A
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI
ZAVRŠNOG RADA

Ime i prezime studenta	Antea Šimunović
E-mail za kontakt	antea.sim@gmail.com
Naslov završnog rada	Prevenacija ozljeda koljena kod sportaša
Mentor završnog rada	dr. sc. Mirjana Berković - Šubić mag. physioth., pred.

Ovom Izjavom pod punom moralnom odgovornošću izjavljujem:

- da sam autor/ica predanog završnog rada,
- da sam predani završni rad izradio/la samostalno, temeljem znanja stečenih tijekom obrazovanja, služeći se izvorima navedenima u predanom diplomskom radu te uz stručno vodstvo imenovanog/e mentora/ice,
- da su svi podaci u predanom završnom radu dobiveni i prezentirani u skladu s akademskim pravilima te pravilima etičkog ponašanja,
- da su svi izvori korišteni u izradi ovog završnog rada, kao takvi i navedeni, i da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava
- da je elektronska verzija identična tiskanoj verziji i da njihovi sadržaji odgovaraju sadržaju obranjenoga rada
- da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi

U slučaju da se dokaže da gore navedeno nije točno, te se posumnja u protupravno stečeni akademski naziv, za nadležnost postupka utvrđivanja činjenica o istome nadležno je Etičko povjerenstvo i Stegovni sud za studente Visoke škole Ivanić-Grad. U slučaju potvrđivanja sumnje u protupravno stečeni akademski naziv, Stegovni sud za studente po prethodno pribavljenom mišljenju Etičkog povjerenstva, poništiti će završni rad studenta i oduzeti mu protupravno stečeni akademski naziv.

Datum: 02.09.2021.

Potpis studenta: Antea Šimunović



SAŽETAK:

Važna poruka i smisao sporta i sportskog treninga je promocija zdravlja te načina života koji štiti i unapređuje ljudsko zdravlje. Temeljni uvjet za sudjelovanje u sportskim aktivnostima je zdravlje. No, često se događa da se upravo tijekom sportskih aktivnosti sudionici ozlijede. To zahtijeva da se sudionici na neko vrijeme udalje od treninga i sportskih aktivnosti, a iznad svega im je ugroženo i zdravlje. Već ta dva razloga dovoljna su za sustavan i dugoročan pristup prevenciji ozljeda u sportu. Osim humanih i sportskih razloga za preventivno djelovanje, zasigurno postoje i oni komercijalni. Sportskim stručnjacima, poslodavcima, medijima i širokoj sportskoj javnosti u interesu je što češće pojavljivanje sportaša na terenima i natjecanjima. Zbog tih je razloga kalendar sportaša postao pretrpan i zgusnut, prenapučen putovanjima i zasićen različitim tipovima stresa. Rezultat toga je velik broj sportskih ozljeda. Stručni timovi razmatraju i daju preporuke za različite mogućnosti provođenja mjera prevencije ozljeđivanja kako bi se spriječio nastanak sportske ozljede. Kako bi sportaš bio što bolje pripremljen potrebno je pravilno i sustavno provoditi kondicijski trening provodeći vježbe propriocepcije, stabilizacije, ravnoteže, istezanja i opterećenja. Prvi pristup prevenciji ozljeda dolazi iz smjera epidemiologije, mehanizama i rizika ozljeđivanja u sportu.

Ključne riječi: sport, prevencija, ozljeda, aktivnosti, trening, sportaši

ABSTRACT:

TITLE: PREVENTION OF KNEE INJURIES IN ATHLETES

An important message and meaning of sports and sports training is the promotion of health and a way of life that protects and improves human health. The basic condition for participation in sports activities is health. But it often happens that it is during sports activities that participants get injured. This requires participants to stay away from training and sports activities for a while, and above all, their health is endangered. These two reasons alone are sufficient for a systematic and long-term approach to injury prevention in sport. In addition to humane and sporting reasons for preventive action, there are certainly commercial ones. It is in the interest of sports experts, employers, the media and the general sports public that athletes appear on the courts and competitions as often as possible. For these reasons, the athlete's calendar has become crowded and condensed, overcrowded with travel, and saturated with different types of stress. The result is a large number of sports injuries. Expert teams consider and make recommendations for various options for implementing injury prevention measures to prevent the occurrence of sports injuries. In order for athletes to be better prepared, it is necessary to properly and systematically conduct fitness training by performing exercises of proprioception, stabilization, balance, stretching and loading. The first approach to injury prevention comes from the direction of epidemiology, mechanism and risk of injury in sport.

Key words: sport, prevention, injury, activities, training, athletes

Sadržaj

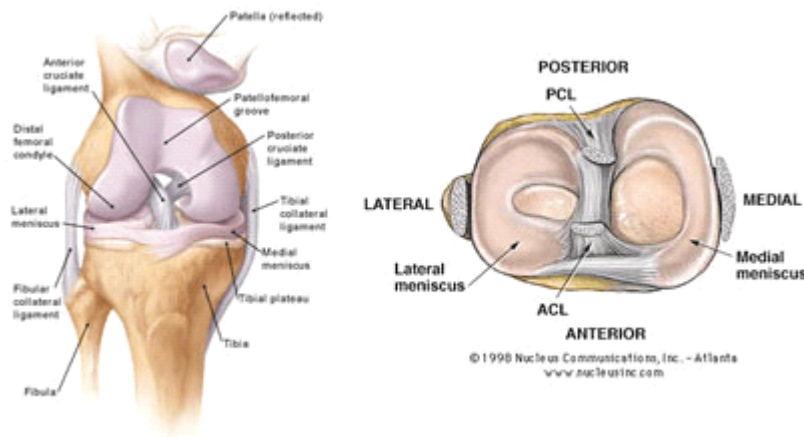
1. UVOD.....	1
2. ANATOMIJA KOLJENOG ZGLOBA	2
2.1. Kostí koljenog zgloba	2
2.2. Muskulatura koljenog zgloba	4
2.3. Sveze koljenog zgloba i zglobna tijela.....	6
3. BIOMEHANIKA KOLJENOG ZGLOBA.....	9
3.1. Stabilizacija koljena	11
3.2. Važnost stabilizacije koljena.....	12
4. UZROCI NASTANKA SPORTSKIH OZLJEDA	13
4.1. Čimbenici rizika nastanka sportske ozljede	14
5. PREVENTIVNI LIJEČNIČKI PREGLED.....	16
6. KONDICIJSKI TRENINZI U SVRHU PREVENCIJE OZLJEDA PREDNJE UKRIŽENE SVEZE	17
6.1. Razvoj propriocepcije i ravnoteže.....	18
6.2. Vježbe istezanja	21
6.3. Vježbe s opterećenjem	23
7. ZAKLJUČAK.....	25
8. LITERATURA	26

1. UVOD

Sudjelovanje u sportu, bilo rekreativno ili profesionalno, postalo je pristupačnije i lakše te se upotrebljava kao sinonim za održavanje dobrog i kvalitetnog života. Ponekad se sportske ozljede javljaju zbog nedovoljne pripremljenosti sportaša, povećanih tjelesnih ili mentalnih potreba, umora itd. Nažalost, riječ prevencija ima smisla samo kada se dogodi ozljeda. Kvalitetan trening može u velikoj mjeri spriječiti određene sportske ozljede. Ipak, sportske ozljede su neizostavan dio sportskih aktivnosti. U sportskoj praksi često čujemo da su ozljede dio igre. Kako postoje razne mjere za sprečavanje sportskih ozljeda, sportska znanost se s tom izjavom baš i ne može pomiriti i kao takvu ju prihvatiti (Chalmers, 2005). Ovisno o sportu neki zglobovi su izloženiji i skloniji ozljedama. Zglob koljena najveći je zglob u ljudskom tijelu i ima složenu građu, najčešće je upravo koljeno ozlijeđeno zbog svoje anatomije i izloženosti vanjskim silama. Nema tipičnih zglobnih tijela i ima najslabiju konzistenciju zglobova među svim ostalim zglobovima. Uz sistem sveza, koje uz pomoć meniskusa i muskulature isto tako mogu postići refleks i zaustavljanje, ubrzanje i usporavanje. Stabilnost koljenog zgloba u velikoj mjeri ovisi o ligamentima čiji je zadatak povezati kosti u zglobu, u zglobovima osigurati stabilnost te spriječiti prekomjerno kretanje zglobova. Za dinamičku stabilnost te fleksiju i ekstenziju koljenog zgloba odgovorne su mišićne skupine koje se nalaze oko zgloba koljena. Dobro i kvalitetno provedene vježbe koje djeluju u svrhu prevencije mogu uvelike smanjiti broj ozljeda lokomotornog sustava, ali i smanjiti i ublažiti ozljedu i skratiti vrijeme oporavka nakon ozljede (Ivković, Franić, Bojanić i Pećina, 2007). Posebnu ulogu u prevenciji ozljeda ima provođenje vježbi proprioceptije, ravnoteže, snaženja i istezanja.

2. ANATOMIJA KOLJENOG ZGLOBA

Koljeni zglob se sastoji od femura, tibije i patele, a tu su još uključeni i meniskusi i ligamenti. Zbog toga koljeno postaje jedan od najsloženijih zglobova u tijelu. Ako bilo koji njegov dio nije u skladu s prirodnom funkcijom, koljeno će postati nestabilno i lako se ozlijediti (Slika 1).

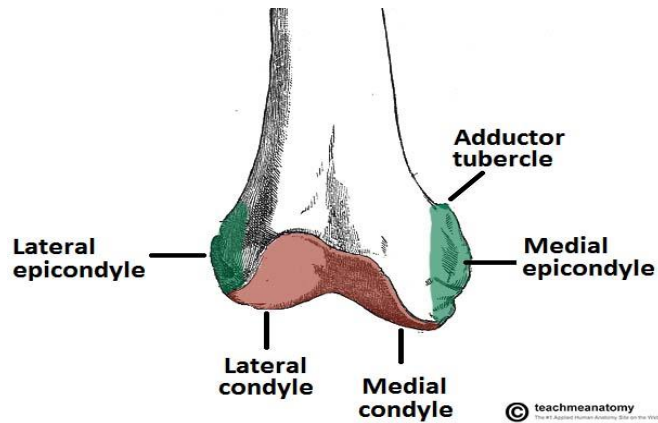


Slika 1: Prikaz zgloba koljena i struktura

2.1. Kostí koljenog zgloba

- **Femur**

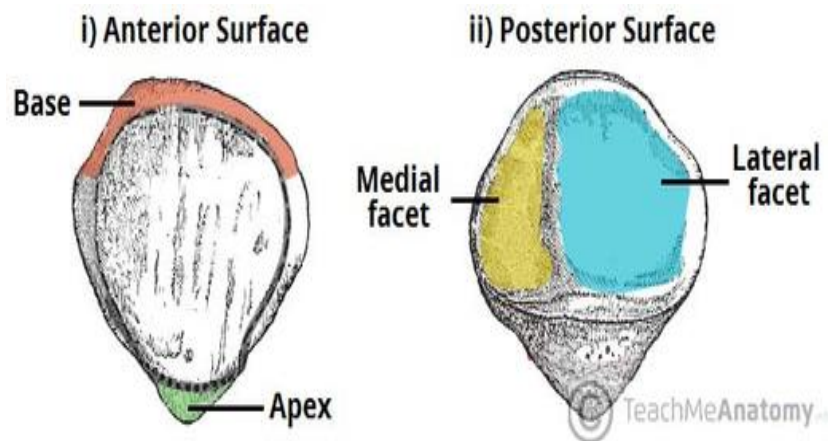
Bedrena kost, femur (*os femoris*) je najveća cjevasta kost u tijelu i sastoji se od *corpus femoris*, *collum femoris* i *extremitas proximalis et distalis*. Tijelo bedrene kosti sastoji se od tri plohe: *facies anterior*, *facies lateralis* i *facies medialis*. Hrapavom prugom, *linea aspera* su odvojene *facies medialis* i *facies lateralis* (Slika 2).



Slika 2: Prikaz prednje površine distalne desne bedrene kosti

- **Patela**

Patela, iver (*patella*) je trokutastog oblika i najveća je sezamska kost u čovjekovu tijelu. Baza je na proksimalnom kraju, a vrh, *apex patellae* se nalazi na distalnom kraju. Prednja površina ivera je hrapava, a stražnja površina, *facies articularis* grebenom je podijeljena na veću lateralnu i manju medijalnu zglobnu plohu. Medijalni rub patele je tanji, a bočni deblji (Slika 3).



Slika 3: Prikaz prednje i stražnje strane patele

- **Tibija**

Goljениčna kost (*tibia*) je kost trokutastog tijela, koja se sastoji od *corpus tibiae* te proksimalnog i distalnog kraja. *Condylus medialis* i *condylus lateralis* se nalaze na proksimalnom kraju. Na prednjoj strani trokutastog tijela goljениčne kosti nalazi se oštar rub, *margo anterior* se nastavlja proksimalno u *tuberositas tibiae*, a na distalnoj strani je ispučen (Slika 4) (Platzer, 2011).



Slika 4: Prikaz goljениčne kosti

2.2. Muskulatura koljenog zgloba

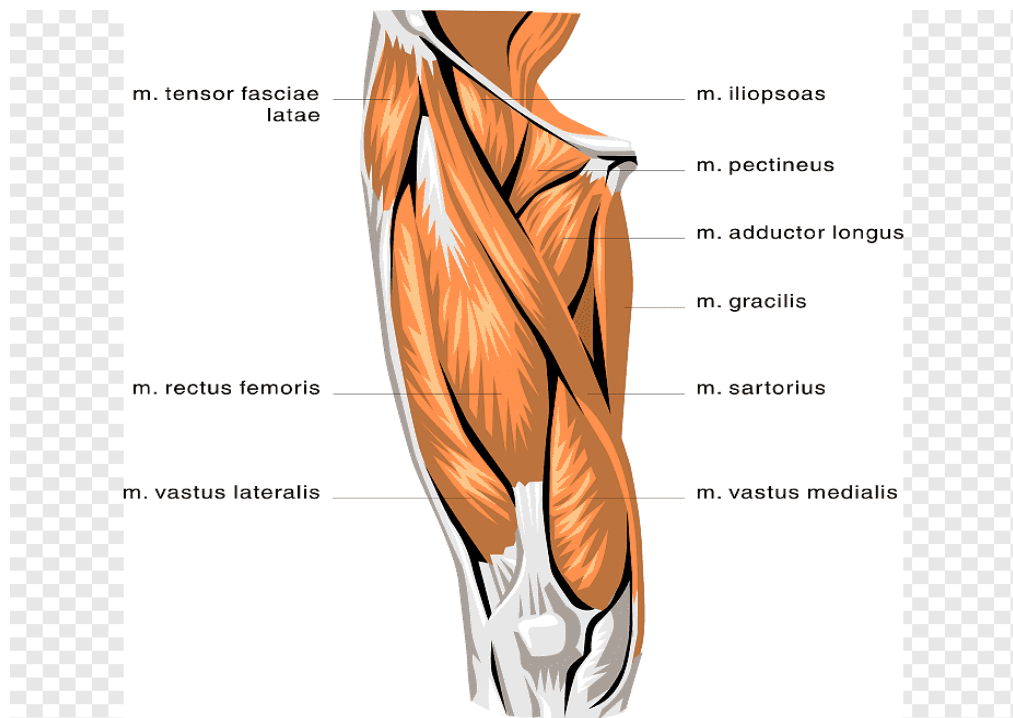
- **Prednja skupina mišića natkoljenice:** *m. quadriceps femoris*, *m. sartorius*, *m. tensor fasciae latae*

M. quadriceps femoris je mišić koji se sastoji od četiri dijela među kojima je dvozglojni mišić, *m. rectus femoris* koji je smješten ispred ostala tri dijela mišića. *M. rectus femoris* je mišić koji polazi s prednjeg dijela bedrene kosti, *m. vastus*

intermedius ima polazište s prednje i lateralne plohe bedrene kosti, *m. vastus medialis* polazi s medijalne strane bedrene kosti, *m. vastus lateralis* polazi s lateralne plohe velikog trohantera.

M. sartorius je dugi dvozgladni mišić koji polazi s prednje strane bedrene kosti te se hvata na medijalnu plohu goljenične kosti.

M. tensor fasciae latae polazi sa *spina iliaca anterior superior* te mišićna vlakna prelaze u tetivu koja onda tvori vezivni snop. Lateralnom stranom natkoljenice se proteže snop i hvata na lateralnu stranu goljenične kosti (Slika 5).



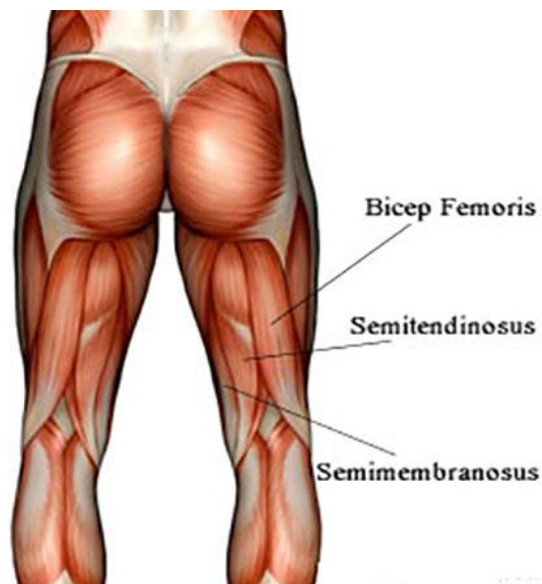
Slika 5: Prikaz prednje skupine mišića natkoljenice

- **Stražnja skupina mišića natkoljenice:** *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*

M. biceps femoris se sastoji od dvozgladne glave, *caput longum* i jednozgladne glave, *caput breve*. *Caput longum* i *m. semitendinosus* imaju zajedničko polazište s *tuber ischiadicum* dok *caput breve* polazi sa stražnje strane bedrene kosti. Hvataju se na glavu lisne kosti zajedničkom tetivom.

M. semitendinosus ima polazište sa sjedne kvrge i vlakna su usmjerena prema medijalnom dijelu goljenične kosti gdje se preko skupine *pes anserinus* nalazi i hvatište.

M. semimembranosus polazi sa sjedne kvrge te se također hvata na stražnjem medijalnom kondilu goljenične kosti (Slika 6) (Kovačić i Lukić, 2006).



Slika 6: Prikaz stražnje strane mišića natkoljenice

2.3. Sveze koljenog zgloba i zglobna tijela

U zglobu koljena možemo naići na sveze, meniske i burze koje su razmještene na poseban način u zglobu i oko zgloba.

- Sveze: - *lig. patellae* se nastavlja na tetivu mišića kvadricepsa
- *lig. collaterale tibiale* je trokutasta sveza koja je čvrsto srasla s medijalnim meniskom

- *lig. collaterale fibulare* polazi s lateralnog epikondila i hvata se na *caput fibulae*

- *lig. popliteum obliquum* se nalazi na stražnjoj strani i lateralno je izdanak tetive semimembranoznog mišića

- *lig. popliteum arcuatum* polazi s *apex capitis fibulae* i ukrižuje tetivu *m. popliteus* te se priključuju u zglobnu čahuru

- *lig. cruciatum anterius* ima polazište od *area intercondylaris anterior tibiae* te se proteže do unutrašnje plohe lateralnog kondila bedrene kosti

- *lig. cruciatum posterius* je puno jači od prednje ukrižene sveze te polazi od lateralne plohe medijalnog kondila bedrene kosti i seže do *area intercondylaris posterior*

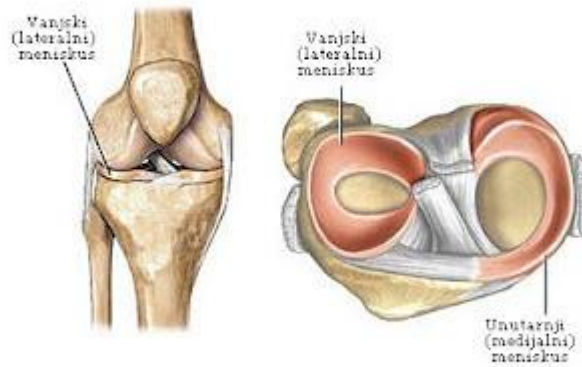
- Burze:

- burze koje su spojene sa zglobnim prostorom: jedna od najvećih je *bursa suprapatellaris* i nalazi se sprijeda i proksimalno. Iza se nalaze dvije manje burze, *bursa semimembranosi* i *recessus subpopliteus*. *Bursa subtendinea m. gastrocnemi lateralis et medialis* se nalaze na polazištu obiju glava trbušastog mišića lista.

- burze koje nisu spojene sa zglobnim prostorom su: *bursa subcutanea praepatellaris* i *bursa infrapatellaris profunda*. Tu još ubrajamo i *bursa subfascialis praepatellaris*, *bursa subtendinea praepatellaris* i *bursa subcutanem infrapatellaris* (Platzer, 2011).

- Meniskusi:

- meniskus je fibro-hrskavični klin smješten između kondila bedrene kosti i goljenične kosti. Gornja ploha svakog meniskusa odgovara obliku femoralnog kondila i udubljena je, dok je donja površina ravna jer se nalazi na platou goljenične kosti. Medijalni meniskus je u obliku slova C, a lateralni je gotovo okrugao. Meniskusi pravilno raspoređuju opterećenje, apsorpciju udara, dekompresiju i stabilizaciju. *Meniscus medialis* je manje gibljiv od lateralnog jer je srastao s *lig. collaterale tibiale*. Najviše se pomiče i napreže pri rotaciji potkoljenice prema van, a pri rotaciji prema unutra je oslobođen. *Meniscus lateralis*, kako nije srastao s *lig. collaterale fibulare*, puno je pokretljiviji od medijalnog te je zbog toga i manje opterećen s drugim kretanjama (Slika 7).



Slika 7: Prikaz meniskusa

Zglobna tijela: *articulatio genus* (koljeni zglob) je jedan od najsloženijih zglobova u ljudskom tijelu. Kondili bedrene kosti su konveksna zglobna tijela, dok su konkavna zglobna tijela plohe na kondilima goljenične kosti (Kovačić i Lukić, 2006).

3. BIOMEHANIKA KOLJENOG ZGLOBA

Fleksija koljena ima najveći opseg pokreta koji iznosi 130° , pasivno do 160° , ekstenzija iznosi oko 0° dok je pasivno moguće do 10° . U svakodnevnom životu funkcionalni opseg pokreta uglavnom je od 0° - 90° (Tablica 1). Pri izvođenju čučnja koljeno se flektira do 117° i prilikom dizanja tereta, dok prilikom ustajanja iz stolice iznosi do 110° . Rotacija ovisi o stupnju fleksije, pa je minimalna kada je koljeno ekstendirano. Prigodom fleksije od 90° , moguća je vanjska rotacija od 45° i unutarnja od 30° . Kada je koljeno flektirano na 30° , može se izvesti nekoliko stupnjeva adukcije i abdukcije, inače zglob koljena ne može izvoditi ove pokrete. Pokreti zgloba koljena su složeni te se središte rotacije mijenja i središte rotacije je višecentrično. U posljednjih 15° ekstenzije, dolazi do unutarnje rotacije femura te se tibija rotira prema van. Os rotacije zgloba koljena je medijalni kondil femura. Klizanje se događa u patelofemoralnom zglobu (Miller, Thompson i Hart, 2012). Sile koje djeluju na zglob možemo podijeliti na silu koja djeluje na tibiofemoralni zglob i silu koja djeluje na patelofemoralni zglob. Tibiofemoralni zglob nosi tri puta veću težinu u hodu, a četiri puta veću težinu kada se hoda po stepenicama. Meniskusi u ovom zglobu pomažu u prenošenju opterećenja i izdržavaju trećinu do polovinu tjelesne težine. Kada se meniskus ukloni, kontaktno opterećenje se povećava, a opterećenje kosti povećava se četverostruko. Patela pomaže patelofemoralnom zglobu prilikom ekstenzije, produživanja poluge i raspodjele pritiska u zglobu. Ima najdeblju hrskavicu u cijelome tijelu i može podnijeti polovinu tjelesne težine tijekom normalnog hodanja. Opterećenje u čučnju i trčanju sedam je puta veće od tjelesne težine, a pri spuštanju niz stepenice dva do tri puta veće je od tjelesne težine (Pećina, 1982). Omjer osi zgloba koljena uključuje mehaničku os, vertikalnu os i anatomsku os. Kut između mehaničke osi i vertikalne osi je 3° , a kut između anatomske osi bedrene kosti i vertikalne osi je 6° . Kut između anatomske osi i mehaničke osi goljenične kosti i vertikalne osi je 3° (Miller, Thompson i Hart, 2012). Meniskusi koljena su fleksibilni i pomični, sastoje se od kolagenih vlakana organiziranih u radijalnom i uzdužnom smjeru. Pokretljivost lateralnog meniskusa dvostruko je veća od pokretljivosti medijalnog meniskusa, posebno tijekom rotacijskih pokreta. Pri kretanju zgloba od ekstenzije do fleksije, kondili bedrene kosti pomiču se duže od kondila goljenične kosti, pa pokreti goljenične kosti uključuju klizanje zglobne površine uz rotaciju. Križni ligamenti pružaju stabilnost zglobu koljena i vrlo su važni prigodom hodanja po stepenicama. Medijalni kolateralni ligament nosi najveće i najduže opterećenje prigodom hoda za razliku od svih drugih ligamenata. Ako koljeno nema varus ili valgus deformaciju, neophodno je za održavanje ravnoteže. Ukoliko dođe do uklanjanja medijalnog meniskusa, također oslabi i medijalni

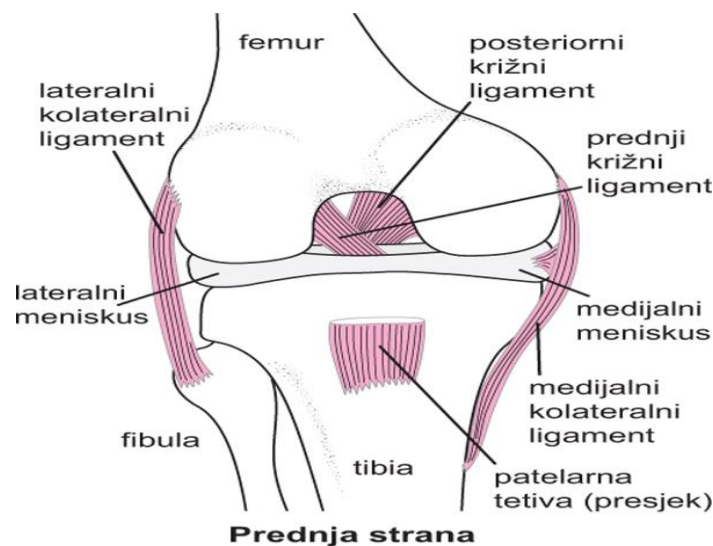
kolateralni ligament do tri puta, a napetost se smanji za 10% (Pećina, 1982). Najbolji način za prikaz raspodjele sile zgloba koljena je promatranje mehaničke osi goljenične i bedrene kosti. U području između goljenične i bedrene kosti ravnina osi ovisi o geometriji kostiju i zglobova. U neutralnom položaju noge, kut između mehaničke osi, između goljenične i bedrene kosti, varira od 0° do 2° u skladu s varusnim položajem, pa je os zapravo u istom smjeru. U ovom slučaju je središte koljena u istom smjeru kao i os opterećenja. U varusnom položaju središte zgloba koljena nalazi se izvan osi opterećenja, a u tom slučaju veći dio nosi medijalni dio zgloba koljena. U valgus položaju, središte se nalazi na unutarnjoj strani osi tereta, a vanjski dio zgloba podnosi veće opterećenje. *Genu valgum* još nazivamo i X-noge i u tom je položaju *lig. collaterale tibiale* prenategnuto, dok se *genu varum* naziva O-noge gdje je *lig. collaterale fibulare* također prenategnuto. Budući da je neutralni položaj noge u blagom varusu otišao do 2°, unutarnji dio zgloba podnosi veće opterećenje, čak 60% do 70%. Kada varus i valgus položaji nisu više fiziološki, smanjuje se područje zglobne površine koje je pod opterećenjem te se povećava opterećenje na ostatku zglobne površine, što se na kraju povezuje s mogućim nastankom osteoartritisa (Tanamas i sur., 2009). Tjelesna težina, mišićna snaga i inercijska sila djeluju na zglob koljena tijekom kretanja. Kada stojimo na dvije noge, polovina težine tijela raspodijeljena je na oba koljena. Dok stojimo na dvije noge, težište tijela nalazi se na razini trećeg lumbalnog kralješka, a težinu tijela podržavaju zdjelčni zglobovi i koštani zglobovi ispod, zglob koljena te gornji i donji nožni zglob. Težište je okomito na podlogu i opterećenje zgloba je okomito (Pećina, 1982).

Tablica 1: Prikaz pokreta u stupnjevima

Aktivna fleksija koljena	130°
Pasivna fleksija koljena	160°
Aktivna ekstenzija koljena	0°
Pasivna ekstenzija koljena	10°
Funkcionalni opseg pokreta	0°-90°

3.1. Stabilizacija koljena

Za ispravno funkcioniranje koljena potrebne su jako čvrste sveze. Kada svi statički i dinamički stabilizatori djeluju složeno, koljeno je stabilan zglob. Kada kinetička energija koja djeluje na zglob prelazi kapacitet zgloba koljena, dolazi do ozljede. Kao jedan od najsloženijih zglobova, koljeno, ima velik broj ligamenata koji osiguravaju njegovu stabilnost. Natkoljenu s potkoljenu povezuju križni ligamenti i sprječavaju klizanje koljena. Prednji križni ligament najvažniji je ligament zgloba koljena jer je to jedini ligament koji je uvijek aktivan u stabilizaciji. Bez obzira spava li osoba ili trči punom brzinom, ligament je u aktivnom stanju. Kolateralni ligamenti nalaze se s unutarnje i vanjske strane koljenskog zgloba, ograničavajući propadanje koljenskog zgloba prema unutra ili prema van, čime se stabilizira kretanje zgloba koljena (Slika 8). Dva ligamenta koja stabiliziraju patelu su medijalni i lateralni retinakulum, a nalaze se s lijeve i desne strane kosti kako bi spriječili dislokaciju patele. Patelarni ligament prelazi preko cijele gornje strane čašice te je nastavak tetive mišića kvadricepsa i hvata se ispod koljena na potkoljenu. Ovaj ligament dodatno jača patelu i sami zglob koljena. Tu je i manji patelo-femoralni ligament, koji povezuje patelu s bedrenom kosti radi veće stabilnosti (Pećina i sur., 2000).



Slika 8: Prikaz ligamenata koljena

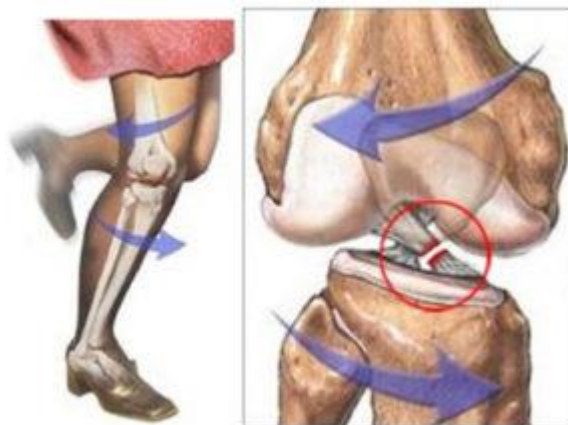
3.2. Važnost stabilizacije koljena

U jednom od koncepata prevencije sportskih ozljeda treba uvrstiti i vježbe stabilizacije koljena kao važnu komponentu treninga. Značajnu ulogu ima aktivnost trupa kao važan dio kinetičkog lanca, trup bi trebao biti spreman transformirati snagu i silu koju generiraju tjelesni mišići nogu u učinkovito skakanje, pokretanje ili udaranje. Također, počevši od trupa, snažne i neprestane vježbe i kretnje treba širiti prema nogama. Programu stabilizacije treba uvrstiti još jedan vrlo važan segment, a to je reprogramiranje *m. gluteus maximus* i *m. gluteus medius*, mišića važnih za izvršavanje zadataka u koordinaciji sa svim ostalim mišićima trupa. Tek nakon postizanja određenog stupnja stabilnosti i snage trupa može započeti intenzivan trening u razvoju agilnosti u kojem važnu ulogu ima zglob koljena. Učinkoviti načini za izvršavanje ovog zadatka su: 1) držanje tijela u statičkom položaju u jednom od tri važna područja kretanja, 2) uz pomoć partnera povećati statičko opterećenje usred raspona pokreta, 3) držati tijelo u statičkom položaju dok se udovi dinamički kreću. Sva tri programa izvode se kroz osnovne vježbe stabilizacijskog programa (Lephart i Fu, 2000).

4. UZROCI NASTANKA SPORTSKIH OZLJEDA

Kako bi se što preciznije odredile preventivne mjere, osim razumijevanja zašto sportašima prijete ozljede u određenim situacijama, također je potrebno razumjeti kako nastaju određene ozljede te kako bi na kraju bio jasan i mehanizam ozljeđivanja. Važan dio mehanizma za nastajanje ozljede je držanje tijela. Promjene u držanju tijela (poremećene) mogu uzrokovati disfunkciju zglobova. Ozljeđeni kontaktni mehanizam uzrokuje naglo usporavanje, odnosno naglo zaustavljanje sportaša. Govoreći o beskontaktnom mehanizmu akutne ozljede, u sportu, najčešći uzrok ozljede je iznenadna promjena pravca tijekom trčanja ili skakanja, pogrešnog doskoka ili odraza igrača. Za sportaše u određenim sportovima postoje i specifični mehanizmi ozljeda koji obično rezultiraju određenim ozljedama. Tako, na primjer, preveliko opterećenje gornjih ekstremiteta u položaju iznad glave može dovesti do sindroma sraza u ramenu (eng. *impingement syndrome*) te nam može poslužiti kao primjer specifičnog mehanizma ozljeđivanja (Childs, 2002).

Zbog brzine tijela tijekom vježbanja, vlastite težine tijela i razloga naglog zaustavljanja, u procesu vježbanja sila može postići vrijednost i do 1500 kp. Zanimljivo je da je maksimalna sila koju prednji križni ligament koljena može podnijeti prije ozljede oko 450 kp. Svakako, ovo je vrijednost koja se razlikuje od sportaša do sportaša, a u velikoj mjeri ovisi o dobi i spolu sportaša te njihovom kondicijskom stanju, ali ovisi i o trajanju određene sile i načinu na koji je izražena (Walgebach, 1996).



Slika 9: Prikaz mehanizma nastanka ozljede



Slika 10: Ozljeda križnih ligamenata u koljenu

4.1. Čimbenici rizika nastanka sportske ozljede

Da bi se mogao planirati višečimbenični plan prevencije i poduzeti druge mjere za sprječavanje ozljeda sportaša, poput promjene pravila ili uvođenje dodatne opreme za određene ozljede (npr. u sportovima na snijegu ili borilačkim sportovima), uzrok sportskih ozljeda mora biti točno definiran. Pod time se podrazumijeva dobivanje informacija o tome zašto sportaši pod određenim okolnostima imaju rizik od ozljeda. Odgovor možemo dobiti detaljnom analizom u unutrašnje (intrinzične) i vanjske (ekstrinzične) rizične čimbenike rizika sportskih ozljeda. Na prvi pogled nam se uzrok ozljede može činiti jednostavnim, no sportske ozljede su obično rezultat interakcije više vanjskih i unutarnjih čimbenika rizika (Tablica 2). Svaki sport se sastoji od svojih metaboličkih, fizioloških i biomehaničkih zahtjeva. Sportaši pokušavaju koristiti vlastitu funkciju i mišićno-koštani potencijal kako bi ostvarili zamišljene ciljeve, a interakcija sportaševog potencijala sa specifičnim sportskim zahtjevima u nekim slučajevima može uzrokovati nastanak ozljede. Kroz uvid u mišićno-koštane mogućnosti sportaša, kroz određene dijagnostičke postupke, kao i uvid u njihov funkcionalni status i sve ostale sociološke karakteristike, moguće je gotovo u potpunosti kontrolirati unutarnje čimbenike rizika od sportskih ozljeda. Stoga je prvi korak u razumijevanju unutarnjih čimbenika rizika ozljeda sportaša detaljno razmotriti njegove karakteristike (motoričke i funkcionalne sposobnosti) te provođenje biomehaničkih mjerenja onih karakteristika koje su bitne za uspjeh u određenom sportu. Primjeri unutarnjih čimbenika uključuju dob, spol, tjelesnu građu, fleksibilnost u

razvoju, poremećaje držanja tijela, disbalans u mišićima, bolovi u zglobovima i hormonska stanja. Vanjskim čimbenicima rizika smatraju se svi vanjski čimbenici povezani sa sportskom aktivnošću kojom se sportaš bavi (posebni steznici, kompresijske čarape, ulošci za obuću, ambijent u kojem se trenira, vrsta podloge...). Razumijevanje mehanizama ozljeda sportaša također pomaže u što preciznijem planiranju preventivnih mjera koje sportaš provodi (Kibler i Chandler, 2003).

Tablica 2: Prikaz ozljeda u nogometu prema lokalizaciji (%)

Vrsta ozljede	Laka	Srednje teška	Teška	UKUPNO
Stopalo	10	2	0	12
Skočni zglob	11	5	2	17
Potkoljenica	6	4	2	12
Koljeno	11	5	4	20
Natkoljenica	6	5	2	14
Preponski dio	9	3	1	13
Leđa	4	1	0	5
Ostalo	5	2	0	7
UKUPNO	62	27	11	100

5. PREVENTIVNI LIJEČNIČKI PREGLED

Preventivni pregledi provode se radi zaštite zdravlja i života sportaša, zaštite njegovog rada i sportskih sposobnosti, dobivanja odgovarajućih smjernica sprječavanja bolesti, ozljeda, oštećenja i invaliditeta. U Europi i svijetu liječnici sportske medicine zagovaraju sveobuhvatan (prvi) pregled zasnovan na znanju i iskustvu. Sve povezane usluge obavljaju licencirane ustanove i liječnici specijalisti koji posjeduju licence. Psiholozi provode psihološke testove kako bi procijenili kognitivne funkcije i aktivne karakteristike te procijenili i protumačili rezultate. Konzilijarni stručnjaci donose konačnu dijagnozu i prognozu bolesti, oštećenja ili bolesti na temelju izvršenih pregleda, nalaza i radnih dijagnoza (Čajevec i sur., 2000).

Kako bi rezultati testiranja i pregleda bili točni i relevantni, preporučuje se da se pregledi i nalazi obavljaju do 9 sati ujutro jer se smatra da svaki sportaš/ispitanik u to vrijeme ima pozitivan biološki ritam. Sportaš/ispitanik bi trebao doći natašte, ne bi trebalo biti prethodnog opterećenja u proteklih 12-36 sati, najkasnije do 18 sati dan ranije prije posljednjeg laganog obroka, bez konzumiranja alkohola, cigareta te bi bilo dobro da je sportaš naspavan/odmoren barem 8-10 sati sna. Ispitanik mora biti upoznat s postupkom testiranja i pregleda te s mogućim posljedicama i rizicima. Također, sportaši moraju obavijestiti svoje liječnike o svim akutnim i kroničnim bolestima, liječenju i o svojim trenutnim osjećajima. Za pregled treba voditi računa o: dogovorenog pregledu po datumu i vremenu, bila bi dobra i prisutnost trenera, potvrđenoj zdravstvenoj iskaznici, prikladnoj odjeći i obući, ispunjenom anketnom listu, anamnezi, pregledima... Pregled bi se trebao sastojati od detaljne anamneze (obiteljska, osobna), nasljedni čimbenici, sklonost k bolestima, ozljede, kronološka povijest bolesti od predškolske dobi do sada, povijest sportske ili rekreacijske aktivnosti, *status praesens*, labaratorijski nalazi, poželjni i drugi nalazi (EKG, Rtg). Nakon pregleda slijedi završni zaključak i ocjena te preporuke i mišljenja o daljnjim mjerama (Chan, Micheli, Smith, Rolf i Chan, 2001).

6. KONDICIJSKI TRENINZI U SVRHU PREVENCIJE OZLJEDA PREDNJE UKRIŽENE SVEZE

Pitanje na koje treba jasno odgovoriti je u kojem smjeru treba ići izrada programa prevencije ozljeda prednjih križnih ligamenata (*Anterior cruciate ligament* – ACL). Na primjer, treba li više vremena posvetiti za razvoj i koordinaciju snage i aktivacije antagonističkih mišića natkoljenice i abduktora kuka, proprioceptije donjih udova, proprioceptije trupa i odgovarajuće motoričke mehanike? Odgovor na ovo pitanje može se dati tek nakon primjene dijagnostičkog programa, putem kojeg utvrđujemo čimbenike rizika za ozljedu prednjeg križnog ligamenta. Ipak, nema sumnje da se opći program treninga za sprječavanje ozljeda ACL-a mora usredotočiti na sve aspekte treninga sportaša, odnosno na čimbenike rizika koji mogu utjecati na njegovu pojavu. Naravno, kako bi se postigli najbolji rezultati, prevencija ozljeda tijekom vježbanja mora se temeljiti na dvije metode: a) procjena čimbenika rizika i b) preventivni programi kondicije (Myer, Brent, Ford i Hewett, 2011).

Učinkoviti planovi prevencije mogu se izraditi na temelju mehanizama ozljeda i čimbenika rizika. Stoga se u slučaju dijagnoze dominacije ligamenata, odnosno povećanog valgusa koljena tijekom skakanja, plan prevencije mora usredotočiti na učenje ispravne tehnike doskoka. Kada sportaši ili češće sportašice dodiruju tlo ispruženim koljenom, potrebno je plan usredotočiti na povećanje snage stražnjeg kinetičkog lanca, tj. glutealnih mišića (*m. gluteus maximus* i *m. gluteus medius*) te mišića stražnje strane natkoljenice i potkoljenice. Slaba kontrola trupa koja uzrokuje nemogućnost upravljanja težištem tijela i dovodi do ozljeda zglobova koljena može se ispraviti provedbom vježbi za poboljšanje stabilnosti trupa i koordinacije. Ako ne možemo utvrditi pojedinačne nedostatke i čimbenike rizika, opći plan prevencije mora imati za cilj korigirati sva četiri čimbenika neuromuskularne ravnoteže. Naravno, takvi izrađeni preventivni programi možda nisu toliko učinkoviti kao programi koji su temeljeni na osobnim nedostacima sportaša, ali svakako mogu imati utjecaj na smanjenje ozljeda (Caraffa, Cerulli, Progetti, Asia i Rizzo, 1996).

Tablica 3: Povezanost mehanizama neuromuskularne neravnoteže i ciljeva trenažnih programaza prevenciju ACL-a

	<u>Komponenta mehanizma ozljeđivanja</u>	<u>Faktor neuromuskularne neregnoteže kao rizik od ozljeđivanja</u>	<u>Cilj prevencijskog trenažnog programa treninga</u>
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

6.1. Razvoj propriocepcije i ravnoteže

Uspostavljanje i održavanje funkcionalne stabilnosti zglobova u dinamičkim aktivnostima tijekom sporta u velikoj mjeri ovisi o prijenosu osjetilnih informacija na središnji živčani sustav. Rezultat obrade senzornih informacija (kinestezija, vid, vestibularni) je poznavanje položaja zgloba i prostornog kretanja, podsvjesna stabilizacija zglobova zaštitnim spinalnim refleksom i održavanje posture i ravnoteže. Smatra se da propriocepcija odmah aktivira ili inhibira određene mišićne skupine na temelju primljenih informacija (Hoffman i Payne, 1996). U „opasnim“ situacijama natjecanja i treninga, propriocepcija je zaštitni mehanizam koji može osigurati stabilnost i slobodu od ozljeda. Ovaj složeni pokret može se ojačati planom treninga koji integrira sve proprioceptivne sustave, odnosno motoričku kontrolu na sve tri razine: više moždane centre (aktivnosti na razini svijesti), razinu moždanog debla (vježbe za ravnotežu i držanje tijela) i razinu spinalne motoričke kontrole (aktivnosti koje izazivaju refleksne reakcije, npr. na iznenadne situacije, nestabilne površine). Pored općeg pozitivnog učinka treninga za propriocepciju na smanjenje broja ozljeda, učinak ovog treninga može se vidjeti i iz pozitivnih promjena nekih karakteristika, nedostatak tih karakteristika

dovest će do rizika od ozljeda. Treninzi propriocepcije i ravnoteže mogu poboljšati kontrolu držanja i stabilnosti, a nedostatak kontrole držanja i stabilnosti mogu biti rizici za nastanak ozljede gležnja. Slično tome, trening za održavanje ravnoteže na nestabilnim površinama može poboljšati stabilitet na jednoj nozi. Trening ravnoteže također može povećati maksimalnu snagu donjih ekstremiteta i smanjiti neravnotežu u stabilnosti lijeve i desne noge. Odnosno, dokazano je da neravnoteža lijeve i desne noge predstavlja čimbenik rizika za ozljedu prednjeg križnog ligamenta, što ukazuje da trening može imati važnu ulogu u prevenciji ozljede (Lephart Pincivero i Rozzi, 1998).

Izrazi deficit propriocepcije, fizikalna terapija propriocepcije i trening propriocepcije se sve više koriste u sportskoj medicini. Tradicionalni koncept fizioterapije sveden je na pokret i snagu. Treba ga modernizirati i prilagoditi u suvremenu fizioterapiju, koja objedinjuje pokretljivost, snagu, propriocepciju i svijest pojedinca kada obavlja ili namjerava izvršiti određene zadatke. Korištenje fizioterapeutskog evaluacijskog kliničkog obrasca (FEKO) od velike je koristi u procjeni i praćenju fizioterapije koljena u sportaša. U usporedbi sa zdravim koljenom, na početku i na kraju procesa, treba se napraviti testiranje na koljeni proprioceptivni test-KPT na balansnim nestabilnim podlogama te odrediti stabilnost zgloba i proprioceptivni osjećaj položaja brojčanom podlogom od 0 do 5. Nestabilnu balansnu podlogu za svakog pacijenta treba prilagoditi prema dobi, stanju zglobova i mogućnostima izvođenja testiranja (Cipčić, 2001).

Clark, Lucett i Sutton (2012) su prezentirali provođenje višefunkcionalnog integriranog treninga. Izdvojeni su neki primjeri za provođenje vježbi: istezanja stražnje strane natkoljenice, vježbe izvođenja čučnjeva s utezima i vježbe iskoraka s utegom (Clark, Lucett i Sutton, 2012).

Prikaz vježbi za propriocepciju i ravnotežu:

Stojeći na desnoj nozi odizemo lijevu nogu ispruženu u koljenu, odignemo je od podloge prema naprijed zategnutog stopala, zadržimo nekoliko sekundi te je vratimo u početni položaj. Vježbu ponovimo s drugom nogom (Slika 11).

Stojeći na jednoj nozi, drugu nogu savijenu u kuku i koljenu podignemo do razine kuka, zadržimo 10 sekundi te polako spustimo i vratimo u početni položaj te istu vježbu ponovimo s drugom nogom (Slika 12).

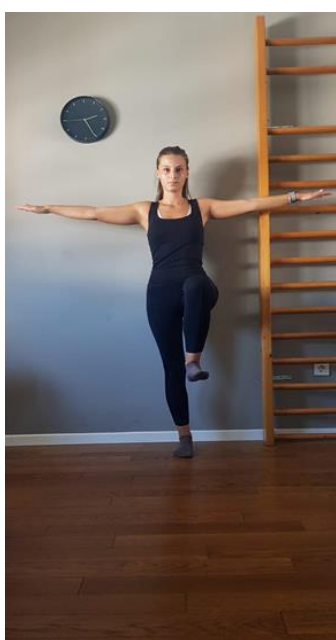


Slika 11: Prikaz vježbe za propriocepciju i ravnotežu



Slika 12: Prikaz vježbe za propriocepciju i ravnotežu

Stojeći na jednoj nozi, rukama raširenim u stranu, drugu nogu savijemo u kuku i koljenu i zadržimo u razini kuka sa zategnutim stopalom. Vježbu zadržimo 10 sekundi te polako vratimo u početni položaj i ponovimo s drugom nogom (Slika 13).



Slika 13: Prikaz vježbe za propriocepciju i ravnotežu

6.2. Vježbe istezanja

Kada se istezanje koristi za sprečavanje ozljeda, ono mora biti prvenstveno funkcionalno. To konkretno znači da se moraju u obzir uzeti: vrsta vježbanja, vrsta fleksibilnosti potrebna za vježbanje, topologiju fleksibilnosti vježbanja, dob, spol te opći status zdravlja. Glavni zadatak poboljšanja funkcionalne fleksibilnosti je prilagodba mišićno-koštanog sustava na određene zahtjeve sporta. U sportovima kojima dominiraju brzinski naleti, primarni je cilj poboljšati specifičnu dinamičku fleksibilnost sportaša. Međutim, samo dinamičko istezanje nije dovoljno za razvoj funkcionalne fleksibilnosti. U procesu mjera prevencije ozljeda ono predstavlja samo jednu od važnih uloga. Funkcionalne metode istezanja uključuju kombinaciju metoda koje se mogu koristiti za sprječavanje ozljeda i razvoj poboljšanja i održavanja fleksibilnosti potrebne za određenu vježbu. U brzinsko-eksplozivnim sportovima, metoda funkcionalnog istezanja sastoji se od kombinacije četiri vrste istezanja: statička, dinamička, izometrička te ekscentrično-koncentrična metoda. Statičko istezanje uključuje istezanje mišića ili skupine mišića do kraja te zadržavanje ispruženog položaja bez pomoćnih pomagala ili partnera. Dinamičko istezanje uključuje dinamičko kretanje velikih razmjera koje ne prelazi normalni opseg pokreta zgloba. Kurz (1994) je istaknuo da dinamičke vježbe istezanja moraju biti „speed specific“ da bi se postigli njihovi ciljevi, odnosno moraju se izvoditi u strukturi i brzini sličnoj onima koje se koriste na treningu ili natjecanju. Kod vježbi za razvoj i održavanje funkcionalne fleksibilnosti također je slično. To su zapravo dvije vrste kinestetičkih receptora: mišićna vretena koja prate promjene u duljini mišića te Golgijev tetivni organ koji prati promjenu tetivne napetosti kao posljedice mišićne kontrakcije. Što bi značilo, kako bi se ovi kinestetički receptori sjećali nekog postupka, vježba mora biti specifična u smislu strukture i brzine. Izometričko istezanje uključuje izometričku kontrakciju rastegnuto mišića nakon početnog istezanja. Izometrička kontrakcija izvodi se 7-15 sekundi kako bi se što prije postigao umor brzih mišićnih vlakana. Ekscentrično-koncentrično istezanje uključuje izvođenje dinamičkog pokreta velikih razmjera koji ne prelazi normalan opseg pokreta, s naglaskom na koncentričnoj kontrakciji iz maksimalno istegnute pozicije. Ovo istezanje je slično metodama dinamičkog i balističkog istezanja. Za razliku od balističkog istezanja, amplituda ne prelazi normalni opseg pokreta. Dok za razliku od dinamičkog, ali i balističkog, ekscentrično-koncentrično istezanje prilikom maksimalno istegnute pozicije mišića naglasak stavlja na koncentričnu kontrakciju istegnuto mišića. Prema različitim fazama, koncentrične kontrakcije podijeljene su u tri različite faze: blage, srednje snažne i snažne koncentrične kontrakcije. Vrlo je važno pratiti ove faze, odnosno

stupanj ekscentrično-koncentričnog istezanja jer neprilagođeni stupanj može uzrokovati oštećenje mišićnih vlakana, a simptomi su slični upali mišića (Kurz, 1994).

Prikaz vježbi istezanja:

Stojeći na jednoj nozi, drugu nogu podignemo na podlogu, ili u ovom slučaju na švedske ljestve, što više možemo te se trupom nagnjemo prema naprijed i tako istežemo stražnju stranu natkoljenice. Vježbu zadržimo 10 sekundi, polako spustimo te ponovimo vježbu s drugom nogom 12-16 puta (Slika 14).

Stojeći jednom nogom u iskoraku, druga je ispružena i stabilna, pokušavamo se što više spustiti sa stražnjom nogom prema podu i na taj način istegnuti pregibače u zglobu kuka. Zamijenimo noge i vježbu ponovimo 12-16 puta (Slika 15).



Slika 14: Prikaz vježbe istezanja stražnje strane natkoljenice



Slika 15: Prikaz vježbe istezanja pregibača u zglobu kuka

6.3. Vježbe s opterećenjem

Još uvijek nije u potpunosti potvrđeno da programi sportskog treninga s opterećenjem mogu smanjiti učestalost sportskih ozljeda u pojedinom sportu. Međutim, trening s opterećenjem može utjecati na zaštitu sportaša od ozljede jer će kosti, ligamenti, tetive i mišići nakon takvog treninga doživjeti pozitivne promjene. Vježbom s opterećenjem povećava se gustoća kostiju, a zatim i snaga kostiju. Što je viša razina snage donjih udova, to je niža učestalost stres fraktura. Uz to, pod utjecajem treninga s opterećenjem, povećava se veličina i snaga ligamenata i tetiva zbog povećanja udjela kolagena, što je proporcionalno povećanju mišićne mase (Hoffman, 2002). Trening s opterećenjem također ima važnu ulogu u smanjenju rizika od mišićno-koštanog oštećenja povezanog s mišićnom neravnotežom, odnosno omjera mišićne snage agonista i antagonista ili omjera iste mišićne skupine lijevih i desnih ekstremiteta. Prilikom treninga s opterećenjem važno je pratiti i korigirati postojeće pogreške radi smanjenja rizika od ozljeda. Trening s opterećenjem ima pozitivan učinak na smanjenje broja ozljeda donjeg dijela leđa, ali nije još u potpunosti dokazano da li je to povezano s povećanjem snage ekstenzora leđa ili snagom kralježnice (Tse, McManus i Masters, 2005). U svjesnim ponavljajućim radnjama jaki mišići mogu djelovati kao stabilizatori zglobova, rasterećujući opterećenje ligamenata te tako smanjujući mogućnost ozljeda. Nedostatak snage općenito smatra se čimbenikom rizika za nastanak ozljede mišića stražnje lože. Profesionalni nogometaši u predsezoni izvodili su dodatni trening snage, naglaskom na ekscentrično opterećenje mišića stražnje lože, što je rezultiralo manjim brojem ozljeda u ovom dijelu tijela te povećanom snagom i brzinom trčanja u odnosu na prije (Hoffman, 2002).

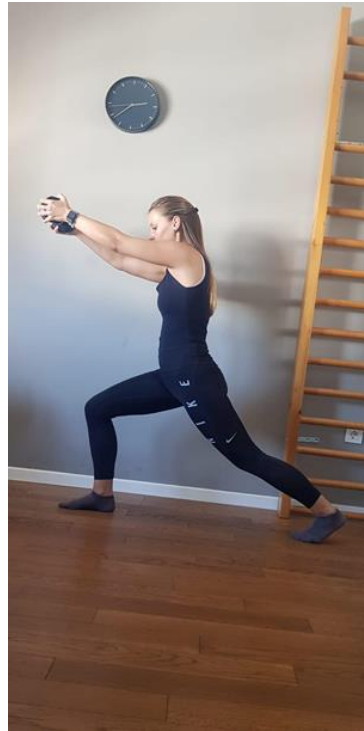
Prikaz vježbi s opterećenjem:

Stojeći u raskoračnom stavu, stopala su u ravnini kukova, u rukama držimo utege ili girje i spuštamo se u čučanj. Glava je u ravnini kralježnice i pogled prema naprijed, zadržimo vježbu 10 sekundi i ponovimo 12-16 puta (Slika 16).

Stojeći u iskoraku s utegom u rukama, ruke ispružimo ispred sebe u ravnini ramena te zadržimo položaj 10 sekundi. Zamijenimo nogu ponovimo vježbu 12-16 puta (Slika 17).



*Slika 16: Prikaz vježbe izvođenja
čučnjeva s utezima*



*Slika 17: Izvođenje vježbe
iskoraka s utegom*

7. ZAKLJUČAK

Sportska ozljeda pojava je koja prati sportsku aktivnost. Učestalost i težina ozljeda uvelike ovise o aktivnostima treninga prije ozljede. Planovi prevencije sve više postaju neizostavan dio svakog sportskog treninga. Danas se u epidemiologiji povećavaju ozljede koljena, a dobna granica za rupturu križnih ligamenata sve je niža. To pokazuje potrebu za sveobuhvatnim sprječavanjem ozljeda koljena. Vizija prevencije uključuje sve mjere pripreme vježbi koje su potrebne za smanjenje broja ozljeda u određenom sportu. Uključuje sustavnu dijagnostiku unutarnjih čimbenika, primjenu programa preventivnih treninga i naravno odgovarajuću ukupnu pripremu za vježbu. To također znači da svakom sportašu treba pristupiti individualno te tako utvrditi njegove čimbenike rizika od ozljeda. Cilj prevencije je što bolje istražiti čimbenike koji utječu na nastanak ozljede te raditi na pripremi i treniranosti cijelog tijela kako bi se profesionalni sportaši nakon karijere mogli nastaviti rekreativno sportom bez boli i ozljeda.

8. LITERATURA

- Caraffa, A., Cerulli, G., Progetti, M., Asia, G., Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (str.19-21)
- Chalmers, D.J. (2005). Injury prevention in sport: not yet part of the game? *British Journal of Sports Medicine*, (str. 22-25)
- Chan, K.M., Micheli, L., Smith, A., Rolf, C., Chan, KM. (2001). *Team Physician Manual*
- Childs, SG. (2002). Pathogenesis of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedic Nursing*, (str.35-40)
- Cipčić, Ž. (2001). Propriocepcija u fizioterapiji koljena kod sportaša, Zbornik radova i sažetaka II. simpozija Ortopedsko-traumatološko-sportskog društva Hrvatskog zbora fizioterapeuta. Zagreb: Zbornik radova i sažetaka
- Clark, M.A., Lucett, S.C., Sutton, B.G. (2012). *NASM essentials of personal fitness training*. (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins
- Čajevec, R. i sur. (2000). *Celje: Medicina športa*
- Ekstrand, J., Karlsson, J., Hodson, A. (2003). *Football medicine*. London: Martin Duniz
- Hoffman, J. (2002). Resistance training and injury prevention. *American College of Sports Medicine*
- Hoffman, M., Payne, V.G. (1995). The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (str. 90-93) (preuzeto s: <https://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.1995.21.2.90>)
- Ivković, A., Franić, M., Bojanić, I., i Pećina, M. (2007). Overuse injuries in female athletes. *Croatian medical journal*
- Kibler, W.B., Chandler, T.J. (2003). Functional rehabilitation and return to training and competition. In W.R. Frontera (Ed.), *Rehabilitation of Sports Injuries*. Scientific basis (str. 288-300)
- Kovačić, N., i Lukić, I.K. (2006). *Anatomija i fiziologija*. Zagreb: Medicinska naklada
- Kurz, T. (1994). *Stretching scientifically. A Guide to Flexibility Training*. Island Pond, VT: Stadion Publishing Company
- Lephart, S.M., Fu, F.H. (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control and Joint Stability*. Champaign, IL: Human Kinetics

- Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Rozzi, S.L. (1998). Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine* (str. 149-155)
- Miller, M.D., Thompson S.R., Hart, J. (2012). Review of Orthopaedics
- Myer, G.D., Brent, J.D., Ford, K.R., Hewett, T.E. (2011). Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent ACL injury in female athletes
- Pećina, M. i sur. (2000). Ortopedija. Zagreb
- Pećina, M. (1982). Koljeno, primijenjena biomehanika, Jugoslavenska medicinska naklada
- Platzer, W. (2011). Priručni anatomski atlas; Sustav organa za pokretanje. Zagreb: Medicinska naklada
- Tanamas, S., Hanna, FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. (2009). Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum.* 15;61(4):459-67. doi: 10.1002/art.24336. PMID: 19333985.
- Tse, M.A., McManus, A.M., Masters, R.S.W. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program; implications for performance in collage-age rowers. *Journal of Strengh and Conditioning Research*, (str. 547-552)
- Walgebach, A. (1996). The knee joint: Evaluation and treatment. *Nurse Practitioner Forum*, (str. 112-119)

Popis slika:

1. Prikaz zgloba koljena i struktura (preuzeto s: <https://www.akromion.hr/usluge/ortopedija/koljeno/anatomija-koljena/>2 , pristupljeno dana: 25.08.2021.)
2. Prikaz prednje površine distalne desne bedrene kosti (<https://teachmeanatomy.info/lower-limb/bones/femur/> , pristupljeno dana: 25.08.2021.)
3. Prikaz prednje i stražnje strane patele (preuzeto s: <https://teachmeanatomy.info/lower-limb/bones/patella/> , pristupljeno dana: 25.08.2021)
4. Prikaz goljenične kosti (preuzeto s: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=22604> , pristupljeno dana: 25.08.2021)
5. Prikaz prednje strane mišića natkoljenice (preuzeto s: <https://www.pngwing.com/en/free-png-btqfy> , pristupljeno dana: 25.08.2021)

6. Prikaz stražnje strane mišića potkoljenice (preuzeto s: <http://fitness.bluegym.hr/skraceni-hamstringsi-ili-zadnja-loza/>, pristupljeno dana: [25.08.2021](#))
7. Prikaz meniskusa (preuzeto s: <http://www.scipion.hr/cd/127/meniskus-scipion-centar-za-fizioterapiju-i-fitness-rijeka-scipion>, pristupljeno dana: [25.08.2021](#))
8. Prikaz ligamenata koljena (preuzeto s: https://www.google.com/search?q=ligamenti+koljena&sxsrf=ALeKk00t28FIk_JHfQ0onxYRKabESteh7w:1628669733745&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKewjerL7Hw6jyAhXnGFkFHT37Bo0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=754#imgrc=E3HHQ4tqX2gBMM, pristupljeno dana: [25.08.2021](#))
9. Prikaz mehanizma nastanka ozljede (preuzeto s : <https://inacioventura.com.br/quadril-e-joelho/quadril-e-joelho/joelho/problemas/lesao-do-ligamento-cruzado-anterior-lca/lesao-do-ligamento-cruzado-anterior-do-joelho-no-basquete1/>, pristupljeno dana: [25.08.2021](#))
10. Ozljeda križnih ligamenata u koljenu (preuzeto s: <http://www.germanijak.hr/nogomet/vijesti/uzas-u-firenzi-marko-pjaca-pretrpio-tesku-ozljedu-koljena/58820>, pristupljeno dana: [25.08.2021](#))
11. Prikaz vježbe za propriocepciju i ravnotežu (privatno vlasništvo autora)
12. Prikaz vježbe za propriocepciju i ravnotežu (privatno vlasništvo autora)
13. Prikaz vježbe za propriocepciju i ravnotežu (privatno vlasništvo autora)
14. Prikaz vježbe istezanja stražnje strane (privatno vlasništvo autora)
15. Prikaz vježbe istezanja pregibača u zglobu kuka (privatno vlasništvo autora)
16. Prikaz vježbe izvođenja čučnjeva s utezima (privatno vlasništvo autora)
17. Izvođenje vježbe iskoraka s utegom (privatno vlasništvo autora)

Popis tablica:

1. Prikaz pokreta u stupnjevima
2. Ozljede u nogometu po lokalizaciji
3. Povezanost mehanizama neuromuskularne neravnoteže i ciljeva trenažnih programaza prevenciju ACL-a (preuzeto s: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3096145/>), pristupljeno dana: [25.08.2021](#).)