

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta u skijanju na natjecateljskoj i rekreacijskoj razini

Basler, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:476661>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

Marko Basler

**OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA
U ALPSKOM SKIJANJU NA
NATJECATELJSKOJ I REKREACIJSKOJ
RAZINI**

Diplomski rad

Zagreb, rujan 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i skijanje
Vrsta studija: sveučilišni
Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski sveučilišni studij
Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i skijanju (univ. mag. cin.)
Znanstveno područje: Društvene znanosti
Znanstveno polje: *Kineziologija*
Vrsta rada: Stručni rad
Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023. dana 19. lipnja 2023.
Mentor: prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski
Pomoć pri izradi:

OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA U ALPSKOM SKIJANJU NA NATJECATELJSKOJ I REKREACIJSKOJ RAZINI

Marko Basler, 0034073196

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|---|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski | Predsjednik - mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. Goran Vrgoč | član |
| 3. prof. dr. sc. Lana Ružić | član |
| 4. prof. dr. sc. Bojan Matković | zamjena člana |

Broj etičkog odobrenja:

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb
Faculty of Kinesiology
Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: *Kinesiology; course Kinesiology in Education and Skiing*

Type of program: *University*

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Skiing

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Professional work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the **Faculty of Kinesiology** of the University of Zagreb in the academic year 2022/2023 on 19th June 2023.

Mentor: Vjekoslav Cigrovski

Technical support:

INJURY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT IN SKIING AT THE COMPETITIVE AND RECREATIONAL LEVEL

Marko Basler, 0034073196

Thesis defence committee:

1. Vjekoslav Cigrovski chairperson – supervisor
2. Goran Vrgoč member
3. Lana Ružić member
4. Bojan Matković substitute member

Ethics approval number:

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology, Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Vjekoslav Cigrovski

Student:

Marko Basler

OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA U SKIJANJU NA NATJECATELJSKOJ I REKREACIJSKOJ RAZINI

Sažetak:

Alpsko skijanje je popularan zimski sport , s kontinuiranim porastom skijaša natjecateljske i rekreacijske razine. Međutim, uz skijanje se veže i velik broj sportskih ozljeda koje najčešće uključuju ozljede koštano-mišićnog sustava i glave. Ozljede prednjeg križnog ligamenta predstavljaju značajan problem u alpskom skijanju, bilo da se radi o natjecateljima ili rekreativcima. Natjecatelji su izloženi većem riziku zbog intenziteta i kompleksnosti staza, dok rekreativci često stradavaju zbog neadekvatne tehnike i opreme. Cilj ovog rada je prikazati najčešću ozljedu u alpskom skijanju te ju usporediti na natjecateljskoj i rekreacijskoj razini. Isto tako objasniti će se učestalost i mehanizmi nastanka ozljede prednjeg križnog ligamenta koljena te kako do nje dolazi. Istaknut će se vanjski i unutarnji faktori rizika koji utječu na nastanak ozljede te dati preporuke za prevenciju nastanka ozljeda za svaku skupinu skijaša.

Ključne riječi: alpsko skijanje, ozljeda prednjeg križnog ligamenta, mehanizmi ozljede, faktori rizika, prevencija

INJURY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT IN SKIING AT THE COMPETITIVE AND RECREATIONAL LEVEL

Abstract:

Alpine skiing is a popular winter sport, with a continuous increase in competitive and recreational skiers. However, skiing is associated with a large number of sports injuries, which most often include injuries to the musculoskeletal system and the head. Anterior cruciate ligament injuries are a significant problem in alpine skiing, whether for competitive or recreational use. Competitors are exposed to greater risk due to the intensity and complexity of the trails, while recreational athletes often suffer due to inadequate technique and equipment. The aim of this paper is to present the most common injury in alpine skiing and to compare it at the competitive and recreational levels. The frequency and mechanisms of injury to the anterior cruciate ligament of the knee and how it occurs will also be explained. External and internal risk factors that influence the occurrence of injury will be highlighted, and recommendations will be made for the prevention of injury occurrence for each group of skiers.

Keywords: alpine skiing, anterior cruciate ligament, injury mechanisms, risk factors, prevention

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. ALPSKO SKIJANJE	2
2.1. POVIJEST ALPSKOG SKIJANJA	2
2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE ALPSKOG SKIJANJA	3
2.2. RAZLIKE IZMEĐU NATJECATELJSKOG I REKREATIVNOG SKIJANJA.....	3
3. PREDNJI KRIŽNI LIGAMENT.....	5
3.1. ANATOMIJA KOLJENA.....	5
3.2. FUNKCIJA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA	6
3.3. UČESTALOST OZLJEDE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA	6
4. MEHANIZMI OZLJEDE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA U ALPSKOM SKIJANJU	8
4.1. TIPIČNI MEHANIZMI OZLJEDE KOD NATJECATELJA	8
4.2. TIPIČNI MEHANIZMI OZLJEDE KOD REKREATIVACA	9
5. UČESTALOST OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA U SKIJANJU.....	11
5.1. ANALIZA UČESTALOSTI KOD NATJECATELJA.....	11
5.2. ANALIZA UČESTALOSTI KOD REKREATIVACA.....	12
5.3. USPOREDBA UČESTALOSTI KOD NATJECATELJA I REKREATIVACA	13
6. FAKTORI RIZIKA ZA OZLJEDU PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA	14
6.1. UNUTARNJI FAKTORI RIZIKA.....	14
6.2. VANJSKI FAKTORI RIZIKA	15
6.3. USPOREDBA FAKTORA RIZIKA KOD NATJECATELJA I REKREATIVACA	16
7. PREVENCIJA OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA	18
7.1. PREVENTIVNE MJERE KOD NATJECATELJA	18
7.2. PREVENTIVNE MJERE KOD REKREATIVACA	19
7.3. USPOREDBA PREVENTIVNIH MJERA.....	19
8. ZAKLJUČAK.....	21
9. LITERATURA:.....	22

1.UVOD

Alpsko skijanje kao jedan od najpopularnijih zimskih sportova, predstavlja značajan tehnički i kondicijski izazov zbog same prirode tog sporta. Bez obzira na razinu znanja i iskustva, bilo to rekreativci ili natjecatelji, svi skijaši suočeni su s rizikom od ozljede među kojima je najčešće prisutna ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Ove ozljede mogu imati dugotrajne posljedice, uključujući dug i kompleksan period oporavka što skijanje čini sportom s visokim rizikom od teške ozljede koljena.

Rad će se baviti istraživanjem razlika između rekreativnog i natjecateljskog skijanja u kontekstu ozljede prednjeg križnog ligamenta. Prvo će biti predstavljena anatomija koljena s naglaskom na funkciju prednjeg križnog ligamenta. Nakon toga će se analizirati razlike u mehanizmima nastanka ozljede kod rekreativnih i natjecateljskih skijaša te će se analizirati učestalost ozljede među ove dvije skupine skijaša. Također će biti istraženi koji su to vanjski i unutarnji faktori rizika koji pridonose nastanku ozljede kod obje grupe skijaša kao i preventivne mjere čija upotreba znatno smanjuje rizik od ozljede. Cilj ovog rada je pružiti uvid u problematiku ozljeda prednjeg križnog ligamenta u rekreativnom i natjecateljskom skijanju te istaknuti važnost preventivnih programa kako bi se smanjila učestalost ozljede prednjeg križnog ligamenta.

2. ALPSKO SKIJANJE

2.1. POVIJEST ALPSKOG SKIJANJA

Povijest skijanja proteže se još od kamenog doba kada su prije 4000 godina pronađeni tragovi prvih skija u obliku pećinskih zapisa u sjevernoj Norveškoj. Prema navedenim zapisima, Norveška se smatra kolijevkom skijanja na što ukazuje sam termin „skijanje“ koje potječe od norveške riječi „ski“ koja u prijevodu znači trijeska. Skije su se u početku u sjevernim zemljama koristile isključivo kao prijevozno sredstvo, a nešto kasnije se norveški poštanski promet također odvijao na skijama. Skijanje se kao sport počelo razvijati znatno kasnije te je prvo natjecanje u skijaškom trčanju i spustu održano krajem 18. stoljeća u današnjem Oslu gdje je osnovan i prvi skijaški klub. Razvoju sportskog skijanja pridonijela je pokrajina Telemark u Norveškoj jer upravo tamo krajem 19. stoljeća braća Nordheim mijenjaju oblik skije i veza. Samim time novi dizajn skija omogućio je nastanak novih disciplina kao što je npr. slalom kojeg je Alfred Lunn počeo zagovarati kao novu formu skijanja. Natjecanja su se održavala na uređenim stazama na kojima su bile postavljene zapreke te se u početku ocjenjivala ljepota vožnje, a kasnije brzina prolaska kroz samu stazu. Mathias Zdarsky krajem 19. stoljeća, početkom 20. stoljeća značajno je doprinio razvoju skijaške opreme, tehnike i metodike obučavanja na području Alpa zbog čega ga se smatra ocem alpskog skijanja. Sve brojnija natjecanja, usavršavanje skijaške opreme kao i sve veći interes za alpskim skijanjem rezultirali su potrebom za osnivanje skijaških organizacija odnosno saveza. Samim time za vrijeme 1. Zimskih Olimpijskih igara u Chamonixu 1924. godine utemeljen je Međunarodni skijaški savez FIS koji se sastoji od nordijskih disciplina te slaloma i spusta. Skijanje na našim područjima započinje povratkom Franje Bučara u Zagreb 1894. godine. Vrativši se iz Stockholma gdje se upoznao sa tehnikom skijanja, održao je tečaj za učitelje gimnastike u koji je uvrstio i skijanje (Matković, Ferenčak i Žvan, 2004).

2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE ALPSKOG SKIJANJA

Alpsko skijanje je jedan od najpopularnijih zimskih sportova, kako na natjecateljskoj tako i na rekreacijskoj razini. Ime je dobilo po Alpama, planinskom gorju u Europi gdje je takva vrsta skijanja i započeta. Popularnost ovog sporta posebno je rasprostranjena u zemljama Europe, Japanu, Australiji, Novom Zelandu, Kanadi, Sjevernoj i Južnoj Americi.

Matković i sur. (2004). Skijanje definiraju kao motoričku aktivnost u kojoj se skijaš koristi različitim tehnikama izvođenja zavoja u svrhu savladavanja strmina po kojima se kreće.

Milanović (2013) navodi kako skijanje prema klasifikaciji sportskih grana po strukturnoj složenosti, spada u skupinu monostrukturnih sportova s acikličnim pokretima koji se temelje na složenijim obrascima kretanja poluotvorenog i otvorenog tipa, sastavljenih od više faza.

Alpsko skijanje kao sport podrazumijeva kretanje po zasniježenim površinama pomoću skija koje imaju svoje vezove koji su pričvršćeni za skijaške cipele. Kao vrsta sporta zahtjeva visoku razinu funkcionalnih i motoričkih sposobnosti zbog različitih sila i vanjskih uvjeta koji utječu na gibanje skijaša. Samo kretanje na skijama se sastoji od vertikalnog, lateralnog i kružnog gibanja koje skijaš mora istovremeno savladati prilikom spuštanja niz padinu, odnosno same izvedbe određene skijaške tehnike. Sama skijaška oprema sastoji se od skija, skijaških cipela, skijaških štapova, skijaške odjeće te zaštitne opreme kao što su kaciga i ostali štitnici po potrebi.

2.2. RAZLIKE IZMEĐU NATJECATELJSKOG I REKREATIVNOG SKIJANJA

Natjecateljsko skijanje iznimno je zahtjevan sport koji zahtijeva od skijaša visoku razinu tehničke i kondicijske pripreme, ne samo zbog postizanja što boljeg rezultata već i kao prevenciju od mogućih ozljeda koje su u skijanju vrlo česte. Uz iznimnu tehniku, alpsko skijanje zahtjeva visoko razvijene funkcionalne i motoričke sposobnosti kao što su aerobni i anaerobni kapaciteti sportaša te snaga, eksplozivnost, agilnost, ravnoteža, fleksibilnost i koordinacija (Hraski M., Hraski Ž, 2010; Brown, Wilkinson 1983).

Natjecateljsko alpsko skijanje za razliku od rekreativnog skijanja sadrži propisana pravila od strane Svjetske skijaške organizacije po kojima se utrke održavaju. Zbog određenih odredbi kao što su dužina skija, dužina staza, udaljenost između vrata i ostalih pravila postoje različite natjecateljske discipline. Dijelimo ih na tehničke i brze discipline, od kojih su tehničke slalom i veleslalom, a brze super veleslalom i spust. Osim njih postoje još dvije discipline, a to su alpska kombinacija i paralelni veleslalom koji su nešto rjeđe ukomponirani u raspored svjetskog

kupa. Primarna stavka svake skijaške utrke, pa tako i svake skijaške discipline je brzina, odnosno što brži prolazak kroz postavljenu stazu (Vuk, 2021).

Jedna od bitnih razlika između natjecateljskog i rekreativnog skijanja je skijaška oprema koja je za natjecatelje posebno prilagođena i određena pravilima FIS-a, dok rekreativci sami biraju opremu ovisno o razini skijaškog znanja.

Rekreacija, odnosno rekreativno bavljenje sportom uključuje sve vrste aktivnosti koje se provode u slobodno vrijeme, a koje pridonose razvoju stvaralačkog potencijala, očuvanju, unapređenju zdravlja i povećanju životnog optimizma. Ove aktivnosti doprinose i općem zadovoljstvu te poboljšanju kvalitete života. Isto tako omogućujući ljudima da se osjećaju ispunjeno i zadovoljno u svakodnevnom životu. Rekreativni sport ne samo da jača tijelo, već i potiče mentalno blagostanje, socijalizaciju i osobni razvoj. (Latković, Rukavina, Schuster, 2015).

Za razliku od natjecatelja, rekreativni skijaši mogu skijati po uređenim stazama različitim tehnikama te ih kombinirati ovisno o stazi na kojoj se nalaze, strmini padine i gužvi na samoj stazi. Skijaš prilagođava tehniku i brzinu kretanja sukladno skijaškoj tehnici i znanju kako ne bi ugrozio svoju sigurnost, pa tako i sigurnost ostalih skijaša na stazi. Upravo zato je sigurnost primarna stavka rekreativnog skijanja (Matković, Ferenčak i Žvan, 2004).

Sukladno svemu navedenom, natjecateljsko skijanje predodređeno je performansama i natjecanju, dok je rekreativno skijanje uživanje i opuštanje na stazama.

3. PREDNJI KRIŽNI LIGAMENT

3.1. ANATOMIJA KOLJENA

Koljeni zglob je najveći zglob u tijelu i glavni pokretač naših pokreta, a sastoji se od dvije konveksne zglobne površine bedrene i goljenične kosti. Tibiofemoralni zglob, koji nastaje klizanjem kondila femura po zglobnoj površini tibije odnosi najveći dio tjelesne težine. Budući da je tibijalni plato konveksna zglobna ploha, dolazi do nesklada zglobnih površina u koljenu, što kompenziraju hrskavična tijela, menisci. Međutim, menisci su sami po sebi vrlo nestabilni te stabilnost koljena uvelike ovisi o mekom tkivu, ligamentima, zglobnoj čahuri i mišićima (Dubravčić-Šimunjak i sur., 2021; Abulhasan, Grey 2017).

Zglob koljena sastoji se od dva dijela, a to su tibiofemoralni i patelofemoralni zglob. Glavni dijelovi tibiofemoralnog zgloba uključuju femur (bedrenu kost), tibiju (goljeničnu kost), fibulu (lisnu kost), zglobne hrskavice, meniske i ligamente. Bedrena kost je najjača i najduža kost u ljudskom tijelu, koja se proteže od zgloba kuka do koljena. Tibija sudjeluje u tvorbi koljenkog zgloba i gležnja, dok fibula formira gležanj. Stabilnost zgloba osiguravaju snažni ligamenti koji povezuju bedrenu kost s potkoljeničnom kosti. Prednji i stražnji križni ligamenti su kratki i snažni ligamenti koji se križaju u sredini zgloba. Koljenom zglobu pripada i sezamska kost (iver) koja je smještena u tetivi četveroglavog mišića na prednjoj strani koljena (Dubravčić-Šimunjak i sur., 2021).

Stabilnost koljenog zgloba osigurana je pasivnim i aktivnim stabilizatorima. Među najvažnijim pasivnim stabilizatorima koljena su: prednji i stražnji križni ligament, lateralni i medijalni kolateralni ligament, patelarni ligament, zglobna čahura te lateralni i medijalni menisk.

Aktivni stabilizatori koljena su mišići, s naglaskom na mišiće prednje i stražnje strane natkoljenice koji okružuju koljeno, te mišiće kuka, trupa i stražnjeg dijela potkoljenice.

Mišići djeluju kao dinamički stabilizatori koljena, a bez njihove odgovarajuće aktivacije i snage koljeno neće imati funkcionalnu stabilnost potrebnu za obavljanje različitih zadataka i podnošenje opterećenja (Dubravčić-Šimunjak i sur., 2021; Abulhasan, Grey 2017).

3.2. FUNKCIJA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA

Prednji križni ligament čvrsta je elastična traka koja povezuje femur i tibiju (Duthon i suradnici, 2019). Središnji je ligament koljena čija je glavna funkcija pružanje stabilnosti protiv prednjeg pomaka tibije i unutarnje rotacije (Domnick i suradnici, 2016).

Smješten je u samom središtu koljenog zgloba i to u neposrednoj blizini stražnjeg križnog ligamenta. Prednji križni ligament gotovo je u potpunosti odgovoran kada je u pitanju stabilizacija rotacije koja se odvija u trenucima kada osoba izvršava oštre pokrete i okretanje. Može se promatrati kao jedan od oblika pasivnih stabilizatora u slučajevima kada dolazi do prekomjernog kretanja u odnosu tibije i femura. Također, na prednjem dijelu ligamenta nalaze se osjetljivi živčani receptori, takozvani proprioceptori, unutar kojih se stvara osjećaj položaja koljenog zgloba. Kada dolazi do prekoračenja normalnog raspona ili brzine kretanja u koljenom zglobu, proprioceptori šalju signale prema mozgu i leđnoj moždini koji zauzvrat aktiviraju određene dijelove mišićne mase koji zatim osiguravaju dodatne razine stabilizacije zgloba (Muftić, 2015).

Osim što pruža stabilnost protiv prednjeg pomaka tibije i unutarnje rotacije, prednji križni ligament sprječava hiperekstenziju i hiperfleksiju te brine o prijenosu težine. Na temelju svih funkcija prednjeg križnog ligamenta možemo zaključiti da je iznimno bitan ligament u koljenu čija ozljeda narušava daljnje bavljenje sportom.

3.3. UČESTALOST OZLJEDE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA

Zbog svoje kompleksnosti te duge rehabilitacije ozljeda prednjeg križnog ligamenta smatra se teškom akutnom ozljedom koja je sve više prisutna, kako u profesionalnom sportu, tako i u općoj populaciji.

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta predstavlja više od polovice svih ozljeda koljena, zbog čega je ovaj ligament ključan u bilo kojoj diskusiji o problemima s koljenom. Takve ozljede često zahtijevaju operaciju, odnosno rekonstrukciju ligamenta, nakon čega slijedi dugotrajan proces rehabilitacije. Procjenjuje se da se u Sjedinjenim Američkim Državama godišnje potroši približno milijardu dolara na rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta (Joseph, 2013).

Čak 70% ozljeda prednjeg križnog ligamenta nastaje tijekom bavljenja sportom i to češće u osoba muškog spola (68,1%), a rjeđe u osoba ženskog spola (31,9%). Najčešće sportske

aktivnosti koje dovode do ove ozljede su nogomet i skijanje, a rjeđe rukomet, košarka i odbojka (Schnurrer-Luke-Vrbanić, Ravlić-Gulin, 2020).

Za ozljedu prednjeg križnog ligamenta na globalnoj razini nemamo previše podataka, ali neke od zemalja raspolazu sa brojkama na nacionalnoj razini. Prema istraživanjima u SAD-u utvrđena je učestalost ozljede prednjeg križnog ligamenta koja je iznosila 14 na 100 000 nogometaša godišnje između 1989. i 2004. godine, 50 na 100 000 skijaša dnevno u razdoblju između 1991. i 1994. godine te 17 na 100 000 košarkaša godišnje između 1989. i 2004. godine. Jedna studija o talijanskim polu profesionalnim i amaterskim nogometašima pokazala je da je incidencija ozljede prednjeg križnog ligamenta iznosila 7,7 na 100.000 igrača dnevno između 1993. i 1996. godine. Studije u drugim zemljama su pokazale nižu stopu incidencije. Istraživanje provedeno na elitnim francuskim skijašima u razdoblju od 25 godina, odnosno od 1980. do 2005. godine pokazalo je učestalost ozljede prednjeg križnog ligamenta od 5,7 na 100 skijaša po sezoni, što je jednako 47 ozljeda na 100 000 skijaša dnevno (Neeraj, 2018).

Prema podacima iz švedskog nacionalnog registra za ozljede prednjih križnih ligamenata iz 2016. godine, godišnja učestalost ozljeda prednjeg križnog ligamenta iznosi 81 na 100.000 stanovnika. Kod djece i adolescenata do 18 godina ta je stopa još veća te doseže 121 na 100.000 stanovnika.. Budući da su ozlijeđeni često mladi ljudi, posebno sportaši, ključno je prepoznati rizične čimbenike i poduzeti preventivne mjere kako bi se izbjegle ozljede. Ako ipak dođe do ozljede, potrebno je odraditi odgovarajuće liječenje i rehabilitaciju. (Dubravčić-Šimunjak i sur., 2021; Pećina i sur, 2019).

Na temelju ovih studija, a i puno drugih, može se primijetiti da iako su stope ozljede prednjeg križnog ligamenta različito prikazane, rezultati pokazuju izraženije razlike u incidenciji i prevalenciji ozljede prednjeg križnog ligamenta među sportašima koji igraju isti sport u različitim zemljama. To nam ukazuje da su razlike posljedica sportskog treninga, a ne samo posljedica genetskih ili okolišnih faktora.. Stoga bi fokus trebao biti na poboljšanju sportskih programa u svakoj zemlji kako bi se smanjila mogućnost ozljede.

4. MEHANIZMI OZLJEDE PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA U ALPSKOM SKIJANJU

Pojam "mehanizam ozljede" često se koristi u medicinskoj literaturi za opisivanje uzroka ozljede u biomehaničkim terminima, no njegovo značenje nije jasno definirano.

Whiting i Zernicke (1998). mehanizam ozljede definiraju kao „Osnovni fizički proces odgovoran za određenu akciju, reakciju ili rezultat.“

Za cjelovito razumijevanje mehanizma i biomehanike ozljede prednjeg križnog ligamenta u određenom sportu, potrebno je uzet u obzir sve događaje koji su prethodili ili su bili prisutni za vrijeme ozljede, a to se odnosi na sportske situacije, ponašanje igrača i protivnika, položaj cijelog tijela, zaustavljanje, nagla promjena smjera kretanja, doskok na jednu nogu i slično (Dubravčić-Šimunjak, 2021; Bahr, Krosshaug, 2005).

Osnovna razlika između „tipičnog“ mehanizma ozljede u skijanju i ostalim sportovima je u tome što je kod skijaša ozljeđena noga neopterećena, dok je u drugim sportovima (rukomet, nogomet, košarka) opterećena težinom tijela (Tudor i suradnici, 2007).

Skijanje kao beskontaktni sport ima nekoliko mehanizama pri kojima dolazi do ozljede prednjeg križnog ligamenta. Mehanizam ozljede prednjeg križnog ligamenta u skijanju često uključuje iznenadnu rotaciju ili hiperekstenziju koljenog zgloba najčešće tijekom padova ili naglih promjena smjera kretanja na stazi. Raspodjela težine skijaša može se brzo i neočekivano pomaknuti uzrokujući rotaciju koljena prema van ili unutra izvan njegovog normalnog opsega pokreta što može izazvati puknuće ligamenta. Isto tako rizik je povećan prilikom sudara ili skokova kada koljeno doživi nagli i intenzivni stres.

Natjecateljski i rekreativni skijaši imaju sličnu biomehaniku ozljede koljena, no svaka kategorija skijaša ima specifične mehanizme koji dovode do ozljede prednjeg križnog ligamenta.

4.1. TIPIČNI MEHANIZMI OZLJEDE KOD NATJECATELJA

Bere i suradnici (2011) na temelju video analiza u svom istraživanju dijele mehanizme ozljede na tri glavne kategorije, a to su „Slip-catch“, doskok sa težištem tijela unatrag i dinamičko pluzenje. Kod „Slip-catch“ mehanizma skijaš je s težištem tijela prema nazad, te gubi oslonac na vanjsku skiju i kako bi povratio taj isti oslonac, opružuje vanjsko koljeno, zatim unutarnji rub vanjske skije zapinje za snijeg te koljeno odlazi u unutarnju rotaciju i valgus. „Slip-catch“

mehanizam čini polovicu ozljeda prednjeg križnog ligamenta u ovom istraživanju. Doskok nakon faze leta prilikom skoka je također jedan od primarnih mehanizama ozljede. Prema istraživanju sve 4 ozljede dogodile su se u disciplini spust kada tijekom faze leta skoka, skijaš gubi ravnotežu prema unatrag i kao rezultat toga doskače na repove skija pod velikim kutom, odnosno gotovo sa ispruženim koljenima. Dok su skije bile opterećene na repovima, dogodila se rotacija skija prema naprijed, a skijaš je nastojao ponovno uspostaviti ravnotežu. U tom trenutku se događa naprezanje prednjeg križnog ligamenta kao kombinacija tibiofemoralne kompresije i prednje ladice tibie u odnosu na femur.

Treća kategorija mehanizama ozljede naziva se dinamičko pluzenje. Sva 3 slučaja ozljede dogodila su se u disciplini spust. Skijaš je bio izvan ravnoteže sa težištem unatrag s većom težinom na jednoj skiji nego na drugoj. Skija na kojoj nije bilo težišta odlazi od centra težišta tijela, prisiljavajući skijaša u pluzni položaj. Opterećena skija prelazi sa vanjskog ruba težišta na unutarnji rub, koji potom zahvaća snježnu površinu te prisiljava koljeno na unutarnju rotaciju, odnosno valgus poziciju. Ovakvi mehanizmi ozljeda kod natjecatelja nisu iznenađujući s obzirom da natjecateljsko skijanje zahtijeva veliko skijaško tehničko i taktičko znanje, izrazitu fizičku pripremu, uz korištenje profesionalne opreme, dok su staze i uvjeti također zahtjevniji. Florenes i suradnici (2009) pokazuju da spust spada među discipline s najvećim rizikom od ozljeda prednjeg križnog ligamenta, jer je pri takvim brzinama teško kontrolirati pokrete. Nije utvrđena povezanost između broja ozljeda i ostalih FIS skijaških disciplina.

4.2. TIPIČNI MEHANIZMI OZLJEDE KOD REKREATIVACA

U rekreativnom skijanju najviše ozljeda prednjeg križnog ligamenta dogodila su se po principu „Fantomskog stopala“ i prednje ladice izazvana skijaškim cipelama („Boot induced anterior drawer“).

„Boot induced anterior drawer“ se događa kada skijaš pri skoku izgubi ravnotežu prema natrag i doskoči na repove skija sa ispruženim koljenima. Kada repovi skija dotaknu snježnu površinu, opterećenje se prenosi kroz skije, vezove i skijaške cipele što rezultira prednjom ladicom tibije u odnosu na bedrenu kost. „Fantomsko stopalo“ je najčešći mehanizam ozljede prednjeg križnog ligamenta kod rekreativnih skijaša. U tom položaju, skijaš gubi ravnotežu prema natrag, te mu kukovi odlaze ispod razine koljena. Gornji dio tijela okrenut je prema vanjskoj skiji, dok je gornja ruka u stražnjoj poziciji. Do ozljede dolazi kada unutarnji rub repa vanjske skije uhvati snježnu podlogu, prisiljavajući koljeno na unutarnju rotaciju dok je koljeno u velikoj fleksiji.

Skija djeluje kao poluga za savijanje koljena, te se zato koristi izraz „Fantomsko stopalo“. (Bere i suradnici, 2011).

Osnovna je razlika između mehanizma „Fantomskog stopala“ i prednje ladice izazvana skijaškom cipelom u položaju koljena. Za razliku od prvog gdje su koljena u fleksiji, kod drugog je u trenutku ozljede koljeno u ekstenziji, čak i u hiperekstenziji (Tudor, Legović, Roth i suradnici, 2007).

U rekreativnom skijanju, ipak je najviše ozljeda koje se dogode prema mehanizmu fantomskog stopala. Ettliger, Johnson, Shealy (1995) su pregledali video-snimke 13 skijaša sa zabilježenim padom te na temelju video analiza potvrdili navedenu tvrdnju o „Fantomskom stopalu“.

No neki od znanstvenika tvrde da je ipak valgus-vanjska rotacija najodgovornija za ozljedu prednjeg križnog ligamenta kod rekreativnih skijaša.

Na temelju mehanizama ozljede u natjecateljskom i rekreativnom skijanju možemo zaključiti kako je unutarnja rotacija i valgus koljena glavna komponenta za ozljedu prednjeg križnog ligamenta. Zbog manjka video snimki za vrijeme ozljeda u skijanju, naročito u rekreativnom, teško je dobiti objektivne rezultate te bi bolje razumijevanje mehanizama ozljede bio dobar temelj za daljnja istraživanja.

5. UČESTALOST OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA U SKIJANJU

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta u skijanju posljednjih nekoliko desetljeća je utrostručena i neki je smatraju najčešćom skijaškom ozljedom općenito. Također, u čestim okolnostima popratno uz ozljedu prednjeg križnog ligamenta imamo i druge ozljede koljena. Smatra se da je učestalost ove ozljede najveća u skijanju i da se upravo iz tog razloga skijanje razlikuje od ostalih sportova (Tudor, Legović, Roth i suradnici, 2007).

5.1. ANALIZA UČESTALOSTI KOD NATJECATELJA

Incidencija ozljava u natjecatelja se prikazuje kao: broj ozljava/ozljeđenih skijaša na 100/1000 natjecatelja po sezoni ili kao broj ozljava na 1000 spustova.

Ozljeda koljena kod natjecatelja čine 39% svih ozljava, a taj postotak raste na 60% kada se uzmu u obzir samo teže ozljede. Prema podacima, prednji križni ligament sudjeluje u gotovo polovici svih teških ozljava, što ga stavlja u fokus svih rasprava o temeljnim uzrocima tih ozljava (Mayr, Cheze, 2015).

Johnson (2015) navodi u svom istraživanju kako su ozljede ligamenata koljena narasle za više od 2.5 puta od 1972. godine. Od tih ozljava koljena, izolirana puknuća prednjeg križnog ligamenta čine otprilike 45% ili više od 10% svih skijaških ozljava.

Studija provedena na francuskim profesionalnim skijašima koja se sastojala od 379 skijaša i skijašica od 1980.-2005. godine pokazala je incidenciju ozljava prednjeg križnog ligamenta od 5.7 na 100 skijaša po sezoni, što je ekvivalentno 47 na 100 000 skijaša dnevno (Puyol, Blanchi, Chambat, 2007).

Florenes i suradnici (2009) napravili su istraživanje ozljava natjecatelja koji su sudjelovali na FIS Svjetskom kupu u sezoni 2006/2007 i 2007/2008 te su došli do podataka da je koljeno najčešće ozljeđivan dio tijela, dok je prednji križni ligament bio najčešće prijavljena ozljeda, čineći 38% svih ozljava koljena. U istraživanju je sudjelovalo 521 skijaša, te se na 191 ozljedu

dogodilo 26 ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Ovo istraživanje i prethodno u tekstu ne pokazuju razliku u spolu kod ozljede prednjeg križnog ligamenta.

1995. godine poslan je upitnik svim članovima Vermontskog udruženja za alpsko skijanje te nekoliko programa skijaškog natjecanja u prvoj diviziji NCAA u Novoj Engleskoj te je ustanovljeno da je svaka peta skijašica prijavila puknuće prednjeg križnog ligamenta, te su žene bile 3 puta sklonije ozljedi prednjeg križnog ligamenta u odnosu na muškarce. U ovom upitniku 49% ozljeda koljena su bile ozljede prednjeg križnog ligamenta (Stevenson i suradnici, 1998). Sva istraživanja potvrđuju da je zglobov koljena najviše sklon ozljedama u natjecateljskom skijanju, a među ozljedama koljena najveći postotak zauzima prednji križni ligament.

5.2. ANALIZA UČESTALOSTI KOD REKREATIVACA

Incidencija ozljeda kod rekreativnih skijaša prikazuje se kao broj ozljeda na 1000 skijaša/dan. Od 1980. godine na dalje lokacija ozljede u rekreativnom skijanju se promijenila, to se može povezati sa unapređenjem skijaške opreme kao što su više i čvršće plastične skijaške cipele, moderniji skijaški vezovi te uvođenje carving skija. Frakture potkoljenice su postale manje učestale, dok se učestalost ozljede koljena i gornjih udova povećala. Jedna od najznačajnijih promjena dolazi iz studije iz Vermonta, gdje je ustanovljeno da je ozljeda koljena, koja najčešće zahvaća ozljedu prednjeg križnog ligamenta, narasla za 268% između 1972. i 1992. godine, ali se onda smanjila za 37% između 1992. i 2006. godine. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod rekreativaca je češće popraćena sa ozljedom medijalnog kolateralnog ligamenta, dok je kod natjecatelja češća izolirana ozljeda prednjeg križnog ligamenta (Bere, 2013).

Warne i suradnici (1995) su proveli retrospektivnu analizu statistike ozljede prikupljene tijekom 12 sezona od 1982. do 1993. godine. Tokom 12 sezona, učestalost ozljeda se održala na razini od 3,7 ozljeda na svakih 1000 skijaških dana. Zanimljiv podatak je da se učestalost puknuća prednjeg križnog ligamenta povećao tijekom vremena i ta ozljeda je činila 16% svih skijaških ozljeda tijekom razdoblja istraživanja.

Istraživanje u SAD-u pokazalo je da je između 1991. i 1994. godine stopa ozljede prednjeg križnog ligamenta iznosila 50 na 100 000 skijaša dnevno (Neeraj, 2018; Ettlinger, Johnson, Shealy, 1995).

Još jedna studija o skijašima u Turskoj tijekom sezone 2003.-2004. otkrila je stopu ozljeda koljena od 1,14 na 1.000 skijaša dnevno, što je ekvivalentno 114 na 100.000 skijaša dnevno. Naime, samo 27,1% tih ozljeda činile su ozljede prednjeg križnog ligamenta, što znači da je stvarna stopa ozljeda prednjeg križnog ligamenta bila 30,9 na 100 000 skijaša dnevno (Neeraj, 2018; Demirag, Oncan, Durak, 2004).

5.3. USPOREDBA UČESTALOSTI KOD NATJECATELJA I REKREATIVACA

Usporedbu učestalosti teško je sagledati s obzirom da definicija, kao i postupak registracije ozljede jako varira. Razvojem opreme za skijanje, došlo je do smanjenja ozljeda potkoljenice te općenito samih ozljeda zadnjih 20,30 godina, međutim povećao se broj ozljeda koljena na rekreacijskoj i natjecateljskoj razini. Podatak da je danas gotovo polovica ozljeda u skijanju ozljeda koljena, među kojima je najčešća ozljeda prednjeg križnog ligamenta, daje nam do znanja da se po tom pitanju nešto mora poduzeti kako bi se taj broj smanjio. Možemo zaključiti kako su i u natjecateljskom i rekreativnom skijanju poprilično zastupljene ozljede prednjeg križnog ligamenta u odnosu na druge ozljede, ali nam podaci iz istraživanja prikazuju veću statistiku ozljede među natjecateljima u odnosu na rekreativne skijaše zbog pretpostavlja se same prirode i intenziteta natjecateljskog skijanja.

6. FAKTORI RIZIKA ZA OZLJEDU PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA

Kada se razmatraju ozljede koljena u skijanju, važno je uzeti u obzir niz unutarnjih i vanjskih faktora koji mogu doprinijeti riziku od ozljede. Unutarnji faktori obuhvaćaju karakteristike samog skijaša kao što su dob, spol, taktičke i tehničke vještine, sklonost izlaganja riziku, dok vanjski faktori uključuju elemente poput kvalitete skijaške opreme, uvjeta na stazi, vremenskih prilika te zaštitne opreme. Razumijevanje ovih faktora ključno je za učinkovitu prevenciju ozljeda i održavanje sigurnosti na stazi.

6.1. UNUTARNJI FAKTORI RIZIKA

Podaci pokazuju da postoje rizičniji životni periodi za ozljedu kod skijaša. Jedni navode da su u rekreativnom skijanju skijaši mlađi od 16 godina pod većim rizikom za ozljedu, te drugi izvori navode slične brojke (Koehle, Lloyd-Smith, Taunton, 2002). Suprotno rekreativnom skijanju, istraživanje je provedeno na norveškim natjecateljskim skijašima, te je utvrđeno da je stopa ozljede bila veća kod natjecatelja iznad 16 godina, nego kod natjecatelja mlađim od 16 godina (Ekeland, Holm, 1985). Povezanost godina sa faktorom rizika od ozljede u natjecateljskom skijanju nije potpuno razumljiva, odnosno nije moguće točno utvrditi je li ozljeda povezana sa skijaškom tehnikom i skijaškom opremom.

Povezanost ozljede sa spolom nije dokazana, no veća incidencija je zabilježena kod muških natjecatelja. Međutim, žene imaju dvostruko više ozljeda koljena od muških natjecatelja, dok oni češće ozljeđuju rame, glavu i kralježnicu (Bere. 2013).

Nepoznato je jesu li ozljede povezane sa anatomskom i fiziološkom razlikom između žena i muškaraca, odnosno jesu li povezane i sa različitim stilom skijanja i skijaškim ponašanjem.

U svim sportovima, pa tako i u skijanju, učestalost ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod žena veća je za 4-8 puta u odnosu na muškarce.

Florenes i suradnici (2009) navode kako je veća učestalost ozljeda na treninzima i natjecanjima kod muškaraca nego kod žena, ali kada je u pitanju ozljeda prednjeg križnog ligamenta, nije bilo značajne spolne razlike.

Prema brojnim studijama, faktor koji u velikoj mjeri utječe na mogućnost ozljede je nedovoljna razina edukacije među rekreativnim skijašima, te zbog nedovoljne informiranosti nisu fizički i kondicijski spremni na zahtjevnost skijanja kao sporta.

Kod natjecatelja jedan od bitnih faktora koji utječu na nastanak ozljede je posljedica natjecateljskog karaktera. Natjecatelji imaju preveliku želju i motivaciju i samim time idu iznad svojih granica te postižu velike brzine koje dovode do ozljeda i padova, kako na treningu, tako i na utrci (Cigrovski, 2018).

Skijaška sposobnost i iskustvo smatraju se najbitnijim unutarnjim faktorom koji utječu na ozljedu kod rekreativnih skijaša, no nije sigurno je li rizik za ozljedu kod skijaša početnika i skijaša sa manjim skijaškim sposobnostima povezan sa nepravilnim namještanjem opreme (Ekeland, Holm 1985).

Rizik za ozljedu kod skijaša početnika je nekoliko puta veći nego kod iskusnog skijaša, odnosno početnici će se ozlijediti zbog manjeg poznavanja skijaške tehnike i koordinacije, te specifične snage koju nemaju razvijenu kao iskusni skijaši (Hume i suradnici, 2015).

6.2. VANJSKI FAKTORI RIZIKA

Više od polovine ozljeda povezana je sa skijaškom opremom, što nam ukazuje da odgovarajućim izborom i pravilnim podešavanjem te iste opreme možemo prevenirati većinu ozljeda. Duljina i tvrdoća skija izrazito je bitna kada pričamo o opremi, te se iskusnijim skijašima i natjecateljima preporučuju kvalitetnije i duže skije, dok se početnicima sukladno njihovoj početnoj razini skijaškog znanja preporučuju kraće skije (Ekeland, Nordsletten, 1994). Moderni sistem otpuštanja skijaškog veza i moderna skijaška cipela su drastično smanjile mogućnost prijeloma potkoljenice, ali ne štite koljeno od ozbiljnih ozljeda ligamenata. Velik broj studija ukazuje na povezanost ozljede koljena i neotpuštanje skijaškog veza (Natri, 1999). Kod velikog broja rekreativnih skijaša dolazi do ozljede prednjeg križnog ligamenta zbog prekasnog otpuštanja skijaškog veza. Neprovreravanje skijaškog veza smatra se rizičnim faktorom za ozljedu potkoljenice. Postavljanje skijaškog veza se pokazalo kao veoma

neadekvatno od strane skijaša, kako rekreativaca tako i natjecatelja (Ekeland, Nordsletten, 1994).

Među natjecateljima, postotak ozljeda ovisi o tome koja skijaška disciplina je u pitanju. Najveći broj ozljeda je u spustu, dok je najmanji broj ozljeda u slalomu. Istraživanja pokazuju da se u svim disciplinama otprilike 50% ozljeda javlja u završnoj trećini staze. Nepoznato je dolazi li do ozljeda direktno zbog specifičnih karakteristika pojedinih staza, odnosno zbog grešaka skijaša u zadnjoj trećini staze, ili su u pitanju neki drugi faktori koji utječu na nastanak ozljede kao što su loša vidljivost, zahtjevni uvjeti postavljene staze ili nešto treće. (Ekeland, Holm, 1985).

Florenes i suradnici (2009) navode da se utrke spusta ubrajaju među utrke koje su najrizičnije za ozljedu prednjeg križnog ligamenta zbog nemogućnosti kontroliranja pokreta prilikom takvih brzina.

U rekreativnom skijanju dobro označene staze te dobro označena spajanja dviju ili više staza direktno utječu na smanjenje nesreća, odnosno ozljeda skijaša. Isto tako uređenost staza je u pozitivnoj korelaciji sa smanjenjem ozljeda na skijalištu. Nevrijeme na skijalištu, lošija vidljivost i stanje snijega značajno doprinose povećanju broja ozljeda (Ruedl, 2014).

6.3. USPOREDBA FAKTORA RIZIKA KOD NATJECATELJA I REKREATIVACA

Iz navedenih podataka o faktorima koji utječu na ozljedu kod rekreativnih skijaša i natjecatelja možemo zaključiti sljedeće. Unutarnji faktori koji najčešće dovode do ozljede kod rekreativnih skijaša su nedovoljna edukacija koja rezultira nedovoljnom fizičkom spremom, manjak iskustva i poznavanja skijaške tehnike u odnosu na iskusnije skijaše, te anatomske i fiziološke predispozicije koje povećavaju šansu za ozljedom. Kod natjecatelja unutarnji faktori koji utječu na ozljedu su posljedica natjecateljskog karaktera, a to su velika motivacija i želja za uspjehom koja gura skijaša preko svojih granica, isto tako pretreniranost i visoki fizički napori tijekom natjecanja i sezone dovode do preopterećenja i potencijalne ozljede, zatim nedovoljna kondicijska sprema, koja je prisutna naročito kod mlađih skijašica i sama koncentracija tijekom utrke koja može utjecati na taktiku i tehniku skijaša.

Vanjski faktori koji utječu na nastanak ozljede kod rekreativaca su prvobitno skijaška oprema, gdje krivi odabir i postavljanje znatno može povećati rizik od ozljede. Zatim nepovoljni uvjeti na stazi kao što su loša vidljivost, slabo signalizirana spajanja staza i velika količina skijaša na skijalištu povećavaju mogućnost za pad i potencijalnu ozljedu. Kod natjecatelja vanjski uvjeti

koji utječu na ozljedu su zahtjevne skijaške discipline gdje su prisutne velike brzine, zahtjevni zavoji, brojne prepreke i zamke koje povećavaju šansu za ozljedom. Postavljanje skijaškog veza je takvo da se skija teže odvaja od samog veza, te kod natjecatelja rjeđe dolazi do odvajanja skije od veza u odnosu na rekreativce što povećava šansu za ozljedu prednjeg križnog ligamenta.

7. PREVENCIJA OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA

Prevenција ozljeda prednjeg križnog ligamenta u skijanju ključna je za smanjenje rizika za ozljedu, odnosno samom prevencijom može se bitno reducirati broj ozljeda. Sama prevencija ozljede prednjeg križnog ligamenta u skijanju znatno se ne razlikuje od one u ostalim sportovima. Natjecateljska i rekreacijska skupina skijaša ima zasebne određene mjere prevencije koje provodi prije skijaške sezone te prije svakoga skijaškog dana kako bi smanjila šansu za ozljedu. Prema van Mechelenovom modelu prevencije, redoslijed prevencije ozljeda se sastoji od 4 koraka. Prvi korak uključuje procjenu veličine problema analizom učestalosti i težine ozljeda u određenom sportu. Sljedeći korak je detektirati faktore rizika za nastanak ozljede. treći korak obuhvaća pronalazak načina za prevenciju ozljeda, te je zadnji korak procjena učinkovitosti provedenih mjera (Bahr, Holme, 2003).

7.1. PREVENTIVNE MJERE KOD NATJECATELJA

Kao i u svim ostalim profesionalnim sportovima, skijašima natjecateljima je vrlo važna kvalitetna priprema za nadolazeću sezonu. Preventivne mjere kod natjecatelja odnose se na pripreme tijela na tjelesne napore koje očekuju skijaša tokom skijaške sezone sa različitim metodama treninga. Program prevencije ozljeda prednjeg križnog ligamenta razlikuje se načinom izvođenja vježbi i dužinom terapijskog programa. Caraffa i suradnici (1996) u istraživanju su koristili različite balans ploče kao način proprioceptivnog treninga te su došli do zaključka kako ovakav način treninga smanjuje šansu za ozljedu prednjeg križnog ligamenta. Drugi autori koristili su drugačije vježbe, kao što su vježbe agilnosti, snage, pliometrijske vježbe te vježbe za unapređenje ravnoteže (Ettlinger , Johnson, Shealy (1995). Neke još od preporuka za prevenciju ozljede koje se provode kao priprema za sezonu su pliometrijski i neuromuskulturni treninzi te vježbe stabilizacije trupa koji pozitivno utječu na smanjenje ozljeda prednjeg križnog ligmaneta. Isto tako fokus bi trebao biti na odgovarajućem odmoru i rehabilitaciji kako ne bi došlo do pretreniranosti koja je veliki faktor za ozljedu među sportašima.

7.2. PREVENTIVNE MJERE KOD REKREATIVACA

Jedan od najboljih načina prevencije ozljeda kod rekreativaca je upoznavanje skijaša s potencijalno opasnim situacijama te edukacija o tome kako ih izbjeći. Kako bi dokazali da edukacija skijaša o mehanizmima ozljede koljena ima smisla, provedeno je istraživanje u kojem su skijašima početnicima pokazivali edukacijske video zapise dok su se autobusima vozili na skijalište te je došlo do zaključka da je kod njih učestalost ozljede koljena nakon tjedan dana skijanja bila značajno manja (Jlrgensen, 1998).

Kod rekreativnih skijaša važno je odabrati odgovarajuću skijašku opremu s obzirom na razinu skijaškog znanja. Skijaški vez može zaštititi prednji križni ligament samo u tipičnom mehanizmu ozljede, dok kod mehanizma „Fantomsko stopalo“ neće otpustiti. Zato bi se trebalo više ulagati u razvoj skijaškog veza kako bi se smanjile ozljede koljena. Skijaški vez trebao bi biti jednom godišnje servisiran te individualno namješten te bi skijaš svaki dan trebao provjeriti funkciju veza prije početka skijanja (Tudor i suradnici, 2007).

Za razliku od natjecatelja, rekreativni skijaši dolaze na skijanje tjelesno nepripremljeni, samim time kvalitetna tjelesna priprema prije skijaške sezone značajno smanjuje rizik za ozljedu. Svakodnevno zagrijavanje neposredno prije skijanja te nekoliko spuštanja niz stazu sa manjim intenzitetom značajno smanjuje rizik za ozljedu na početku skijaškog dana.

Preporuka za početnike i djecu je da pohađaju škole skijanja sa licenciranim učiteljima, ne samo da nauče pravilnu tehniku skijanja, nego da se nauče pravilima ponašanja na skijalištu i da su svjesni opasnosti koja je prisutna za vrijeme skijanja.

7.3. USPOREDBA PREVENTIVNIH MJERA

Kada uspoređujemo preventivne mjere kod rekreativaca i natjecatelja možemo zaključiti da su kod rekreativnih skijaša edukacija i informiranost o tehnikama i rizicima na stazi, pravilno korištenje opreme i kondicijska priprema bitni faktori za prevenciju ozljeda. Skijaši natjecatelji radi prevencije posebnu pozornost moraju posvetiti specifičnim kondicijskim treninzima koji su pokazali učinkovitost u smanjenju ozljeda kao što su pliometrijski trening, vježbe za jačanje mišića nogu i trupa, trening agilnosti i slično. Također, fokus bi trebao biti na adekvatnom

odmoru i rehabilitaciji koji su bitan faktor kod prevencije ozljeda, kako kod natjecatelja, tako i kod rekreativaca.

8. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu analizirana je ozljeda prednjeg križnog ligamenta s posebnim naglaskom na razlike između rekreativne i natjecateljske razine. Rad je obuhvatio ulogu prednjeg križnog ligamenta i učestalost ozljede u skijanju, koji su to mehanizmi i faktori koji utječu na ozljedu te preventivne mjere za svaku skupinu skijaša.

Na temelju mehanizama ozljede u natjecateljskom i rekreativnom skijanju unutarnja rotacija koljena je glavna komponenta za ozljedu prednjeg križnog ligamenta u alpskom skijanju. Međutim, mehanizmi koji dovode do ozljede su drugačiji među ove dvije skupine skijaša. Kod rekreativnih skijaša najčešći mehanizam ozljede je „Fantomsko stopalo“ koje je posljedica neadekvatne fizičke pripreme, loše tehnike i nepovoljnih uvjeta na stazi. S druge strane, kod natjecatelja polovicu ozljeda čini mehanizam „Slip-catch“ te su mehanizmi ozljede često povezani sa velikim brzinama, tehničkim zahtjevnostima staze i intenzitetom natjecanja što ukazuje na različiti skup faktora koji dovode do ozljede kod rekreativnih i profesionalnih skijaša.

Učestalost ozljeda varira između ove dvije skupine skijaša, pri čemu su natjecatelji izloženi većem riziku zbog same prirode natjecateljskog skijanja. Bez obzira na razlike između skijaša, jasno je da ozljeda koljena, pa tako i ozljeda prednjeg križnog ligamenta zauzima najveći postotak ozljeda, zato predstavlja ozbiljan problem i za rekreativce i za natjecatelje i zahtjeva sustavnu prevenciju kroz različite programe.

Kroz rad osim što su istaknuti ključni faktori rizika za obje skupine, navedene su preventivne mjere kojima je dokazano da u velikom postotku mogu smanjiti mogućnost za ozljedu. Kod rekreativaca naglasak je stavljen na adekvatnu skijašku opremu, edukaciju o skijaškom znanju i pravilima ponašanja na stazi te o važnosti kondicijske pripreme za skijašku sezonu. Dok je kod natjecatelja naglasak na specifičnim načinima treninga u predsezoni koji znatno smanjuju učestalost ozljede prednjeg križnog ligamenta kao što su pliometrijski trening, vježbe za jačanje mišića nogu i trupa, trening agilnosti i koordinacije te trening za poboljšanje ravnoteže.

Zaključno, iako se ozljede prednjeg križnog ligamenta ne mogu u potpunosti izbjeći, razumijevanje njihovih faktora i mehanizama nastanka, zajedno s provedbom preventivnih mjera može znatno smanjiti rizik i povećati sigurnost skijaša na svim razinama.

9.LITERATURA:

- Abulhasan J, Grey M (2017). Anatomy and Physiology of Knee Stability. *J Funct Morphol Kinesiol*; 2(4): 34.
- Bahr R, Holme I (2003). Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*. ;37(5):384-392.
- Bahr R., Krosshaug T. (2005). Understanding injury mechanism: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* ; 39: 324-9.
- Bere T (2013). Mechanisms of injuries in World Cup alpine skiing. [disertacija]. Oslo: Norwegian school of sports sciences.
- Bere T, Flørenes TW, Krosshaug T, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *American Journal of Sports Medicine*. 2011;39:1421–1429.
- Brown SL, Wilkinson JG (1983). Characteristics of national, divisional, and club male alpine ski racers. *Med Sci Sports Exerc.*;15(6):491-5.
- Caraffa A, Cerulli G, Projetti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatology Arthroscopy*. 1996;4(1):19-21.
- Demirag B, Oncan T, Durak K (2004) An evaluation of knee ligament injuries encountered in skiers at the Uludag Ski Center. *Acta Orthop Traumatol Turc* 38(5): 313-316.
- Domnick C, Raschke MJ, Herbolt M (2016). Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop*; 7(2):82-93.
- Dubravčić-Šimunjak, S., Petrović, T., Hodak, P., Šimunjak, T., Jurinić, A., Ivanković, K. i Boranić, D. (2021). Važnost funkcionalne stabilnosti koljena u prevenciji i rehabilitaciji ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod sportaša. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 36 (2), 100-112.
- Duthon, V.B., Barea, C., Abrassart, S., Fasel, J.H., Fritschy, D., Menetrey, J. (2019). Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14(3), 204-213.
- Ekeland A i Holm A (1985). Injury and race completion rates in alpine competitions. In *Skiing Trauma and safety: Fifth Volume, ASTM STP 860* (R. J. Johnson, eds.). American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 293-301.

- Ekeland A, Nordsletten L (1994). Equipment related injuries in skiing. *Sports Med.* ; 17(5): 283- 287.
- Ettliger CF, Johnson RJ, Shealy JE (1995). A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *Am J Sports Med* 23(5): 531-537.
- Florenes TW, Bere T, Nordsletten L, Heir S, Bahr R. Injuries among male and female World Cup alpine skiers. *British Journal of Sports Medicine.* 2009;43(13):973-978.
- Hraski M, Hraski Ž. (2010). Osnovne antropometrijske karakteristike alpskih skijašica u periodu 2006 – 2010.
- Hume PA, Lorimer AV, Griffiths PC, Carlson I, Lamont M. Recreational Snow-Sports Injury Risk Factors and Countermeasures: A Meta-Analysis Review and Haddon Matrix Evaluation. *Sports Med.* 2015 Aug; 45 (8): 1175-90. doi: 10.1007/s40279-015-0334-7
- I. Latković, M. Rukavina, S. Schuster (2015). Učestalost ozljeda i kvaliteta života kod rekreativnog bavljenja sportom, *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, vol. 30, br. 2, str. 98 – 105.
- Jlrgensen U, Fredensborg T, Haraszuk JP, Crone KL. Reduction of injuries in downhill skiing by use of an instructional ski-video: a prospective randomised intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6(3):194-200.
- Johnson, Stephen C. (2015). Anterior cruciate ligament injury in elite Alpine competitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27(3):p 323-327.
- Joseph, A.M., Collins, C.L., Henke, N.M., Yard, E.E., Fields, S.K., Dawn Comstock, R. (2013). A Multisport Epidemiologic Comparison of Anterior Cruciate Ligament Injuries in High School Athletics. *J Athl Train* 48(6), 810-817.
- Koehle MS, Lloyd-Smith R, Taunton JE (2002). Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med.* 32(12): 785-93.
- Matković, B., Ferenčak, S. & Žvan, M. (2004). *Skijajmo zajedno*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mayr HO, Chèze L (2015). The knee injuries in skiing: mechanisms and assessment. U: Colloud F, Domalain M, Monnet T, ur. 33rd International Conference on Biomechanics in Sports ; 29 - 3; Poitiers, France.
- Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet
- Muftić, M., (2015). Rehabilitacija nakon operacije prednjeg križnog ligamenta koljena, Četvrti kongres udruženja fizijatara Crne Gore.
- nakon ozljede prednje ukrižene sveze koljenog zgloba. *Medicina Fluminensis*; 56(3):315-324.

- Natri, A., Beynnon, B.D., Ettliger, C.F., Johnson, R.J. i Shealy, J.E. (1999) Alpine ski bindings and injuries: current findings. *Sports Med.*; 28: 35-48.
- Neeraj S (2018). International Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Ortho Res Online J.* 1(5). doi:10.31031/OPROJ.2018.01.000525
- Pećina M i sur (2019). ur. *Sportska medicina*, Zagreb: Medicinska Naklada.
- Pujol N, Blanchi MP, Chambat P (2007). The incidence of anterior cruciate ligament injuries among competitive Alpine skiers: a 25-year investigation. *Am J Sports Med* 35(7): 1070-1074. doi:[10.1177/0363546507301083](https://doi.org/10.1177/0363546507301083)
- Ruedl, G.; Philippe, M.; Sommersacher, R.; Dünwald, T.; Kopp, M.; Burtscher, M. Current incidence of accidents on Austrian ski slopes. *Sportverletz Sportschaden* 2014; 28: 183–187.
- Schnurrer-Luke-Vrbanić T, Ravlić-Gulan J (2020). Važnost živčano-mišićne koordinacije.
- Stevenson H, Webster J, Johnson R, Beynnon B (1998). Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. *Iowa Orthop J.* ;18:64-6. PMID: 9807709; PMCID: PMC2378176.
- Tudor, A., Legović, D., Roth, Š. i Prpić, T. (2007). PREVENTION OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURIES IN SKIERS. *Medicina Fluminensis*, 43. (3), 224-229. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/23434>
- V. Cigrovski, 2019. Skijaške kacige: koriste li u prevenciji ozljeda rekreativnih alpskih skijaša ili ne? - Pregled temeljen na dokazima, *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, vol. 33, br. 2, str. 65 – 71
- Vuk, Z., (2021). Natjecateljska disciplina veleslalom (diplomski rad). Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Warne WJ, Feagin JA, King P, Lambert KL, Cunningham RR (1995). Ski Injury Statistics, 1982 to 1993, Jackson Hole Ski Resort. *The American Journal of Sports Medicine.* 23(5):597-600. doi:[10.1177/036354659502300514](https://doi.org/10.1177/036354659502300514)
- Whiting WC, Zernicke RF (1998). Biomechanics of musculoskeletal injury. Champaign, IL: Human Kinetics.