

# NAJČEŠĆE OZLJEDE U ALPSKOM SKIJANJU TE UZROCI I MEHANIZMI NJIHOVA NASTANKA

---

Ožanić, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:117:463808>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2022-06-26**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje visoke stručne spreme  
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

**Matea Ožanić**

**NAJČEŠĆE OZLJEDE U ALPSKOM SKIJANJU  
TE UZROCI I MEHANIZMI NJIHOVA  
NASTANKA**

(diplomski rad)

**Mentor:**

**doc.dr.sc. Vjekoslav Cigrovski**

Zagreb, rujan 2020.

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:

doc.dr.sc. Vjekoslav Cigrovski

Student:

Matea Ožanić

# NAJČEŠĆE OZLJEDE U ALPSKOM SKIJANJU TE UZROCI I MEHANIZMI NJIHOVA NASTANKA

## SAŽETAK

Alpsko skijanje je sport kojemu su jednako vjerni natjecatelji i rekreativci. Alpsko skijanje je popularan zimski sport među djecom, adolescentima, ali i odraslima.

Kombinacija tjelesnih zahtjeva i vanjskih uvjeta koji se često mijenjaju čine natjecateljsko skijanje jednim od kompleksnijih sportova. Da bi se dosegle najviše razine skijaške tehnike, natjecatelji trebaju imati dugoročno vrlo pažljivo isplaniranu kondicijsku pripremu kako bi poboljšali svoju skijašku tehniku. Ukoliko se radi o djeci, kondicijska priprema se kreće provoditi već sa upisom u univerzalnu sportsku školu, sportski klub ili upisom u vrtiće u kojima postoji integrirani sportski program, a odrasli, odnosno rekreativci prepušteni su sami sebi. Ono što je specifično za alpsko skijanje kao sport, je to da može voditi velikom broju ozljeda ukoliko se za aktivnost na snijegu ne pripremi adekvatno.

Glavni je cilj ovog rada pokušati prikazati, i samim time utjecati na buduće smanjenje ozljeda prednjeg križnog ligamenta, medijalnog kolateralnog ligamenta, ali i drugih čestih ozljeda u alpskom skijanju. Tu su uključene i razne traumatske ozljede glave, ramena te oštećenja vezana uz zimske uvjete. Prvi korak je prepoznavanje broja skijaških ozljeda u kontekstu incidencije ozljeda i njihove ozbiljnosti. Drugi je korak prepoznati koji su to faktori rizika koji dovode do ozljeda ligamenata i ostalih ozljeda koje su posljedice padova na skijaškom terenu, ali i prenaprezanja.

Naglasak je stavljen na ozljede prednjeg križnog ligamenta s obzirom da se prema najvećem broju istraživanja radi ipak o najčešćoj ozljedi u alpskom skijanju. Kod rekreativaca uzeta je u obzir obiteljska anamneza, gdje su članovi obitelji već imali ranije ozljede povezane sa skijaškim padovima koji povećavaju rizik za pojedinog rekreativca s obzirom da vjerojatno i sami pokazuje tendenciju agresivnijeg skijanja.

Veliki je broj unutarnjih i vanjskih faktora rizika koji utječu na nastanak ozljede zgloba koljena. Oni se odnose na biomehaniku samog kretanja natjecatelja ili rekreativca, njegova načina skijanja, raznih vanjskih uvjeta, mišićne snage, koordinacije i izdržljivosti.

Što se tiče skijaške opreme, zanimljiv je podatak da skijaška kaciga nije obavezna za rekreativce na svim skijalištima, već se samo preporuča njeno korištenje, u svrhu prevencije ozljede glave i vrata.

U zaključku se navodi kako je prevencija skijaških ozljeda iznimno bitna, a provodi se u okviru pripreme faze za skijašku sezonu. Na taj se način reducira broj ozljeda prednjeg križnog ligamenta za 45%.

**Ključne riječi:** skijaška ozljeda, prednji križni ligament, prevencija, tehnika

## **THE MOST COMMON INJURIES IN ALPINE SKIING AND CAUSES AND MECHANISMS OF THEIR OCCURRENCE**

### **ABSTRACT**

Alpine skiing is a sport to which competitors and recreationists are equally loyal. Alpine skiing is a popular winter sport among children, adolescents and adults.

The combination of physical requirements and frequently changing external conditions make competitive skiing one of the more complex sports. In order to reach the highest levels of ski technique, competitors need to have very carefully planned fitness training in the long run to improve their ski technique. In the case of children, fitness training starts with enrollment in a universal sports school, sports club or enrollment in kindergartens where there is an integrated sports program, and adults or recreationists are left to themselves. What is specific to alpine skiing as a sport, is that it can lead to a large number of injuries if not adequately prepared for snow activity.

The main goal of this paper is to try to show, and thus influence the future reduction of injuries of the anterior cruciate ligament, medial collateral ligament, but also other common injuries in alpine skiing. This includes various traumatic injuries to the head, shoulders and injuries related to winter conditions. The first step is to identify the number of ski injuries in the context of the incidence of injuries and their severity. The second step is to identify the risk factors that lead to ligament injuries and other injuries that are the result of falls, but also overexertion.

Emphasis was placed on anterior cruciate ligament injuries, given that according to the largest number of studies, this is the most common injury in alpine skiing. In recreational athletes, a family history was taken into account, where family members already had previous injuries related to ski falls, which increase the risk for an individual recreational athlete, since he probably shows a tendency to ski more aggressively.

There are a number of internal and external risk factors that affect the occurrence of a knee joint injury. They refer to the biomechanics of the movement of a competitor or recreational athlete, his way of skiing, various external conditions, muscle strength, coordination and endurance.

As for ski equipment, it is interesting to note that the helmet is not mandatory for recreational skiers at all ski resorts, but its use is only recommended, in order to prevent head and neck injuries.

The conclusion states that the prevention of ski injuries is extremely important, and is carried out as part of the preparatory phase for the ski season. This reduces the number of anterior cruciate ligament injuries by 45%.

**Key words:** ski injury, anterior cruciate ligament, prevention, technique

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	4
<b>2. ETIOLOGIJA OZLJEDA U SKIJANJU</b> .....	5
<b>3. EPIDEMIOLOGIJA SKIJAŠKIH OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA</b> .....	7
<b>4. OZLJEDE KOLJENA U SKIJANJU</b> .....	8
4.1. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta.....	8
4.1.1. Čimbenici rizika i mehanizam nastanka ozljede .....	9
4.1.2. Kinematička analiza ozljede prednjeg križnog ligamenta .....	12
4.2. Ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta .....	13
4.2.1. Funkcionalna uloga medijalnog kolateralnog ligamenta .....	14
4.3. Generalni mehanizmi ozljeda zgloba koljena u skijanju .....	16
4.3.1. Mehanizam valgus – vanjska rotacija.....	16
4.3.2. Mehanizam hiperekstenzija samostalno ili s unutarnjom rotacijom.....	17
4.3.3. Mehanizam uzrokovan skijaškim cipelama.....	18
4.3.4. Mehanizam uzrokova fantomskim stopalom.....	18
4.3.5. Učestalost navedenih mehanizama .....	19
<b>5. PREVENCIJA OZLJEDA U SKIJANJU</b> .....	23
5.1 Prevenција ozljeda glave .....	24
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	25
<b>7. LITERATURA</b> .....	27
<b>8. POPIS SLIKA</b> .....	30

## 1. UVOD

Alpsko skijanje je popularan sport, ali s visokim rizikom ozljeda. Unazad 30 do 40 godina stopa skijaških ozljeda pala je sa otprilike 5-8 na 100 skijaša na 2-3 na 100 skijaša po danu. Također se i priroda ozljeda promijenila tijekom godina. Ozljede donjih ekstremiteta postaju sve rjeđe dok incidencija ozljeda koljena (luksacija) i gornjih ekstremiteta postaju sve češće. Promjene se mogu pripisati napretku skijaške opreme općenito, zatim vezanju skijaške opreme te načinu na koji se uređuju skijaški tereni čime se učinkovito smanjuju ozljede donjih ekstremiteta kao što su prijelomi, ali je još uvijek koljeno učestali problem pri ozljeđivanju. Također, potrebno je voditi brigu o prevenciji ozljeda tijekom skijanja te je stoga potrebna pravilna prilagodba skijaških cipela i skija uz pravilnu tehniku skijanja (1).

Ozljede gornjih ekstremiteta čine otprilike jednu trećinu svih skijaških ozljeda, s uganućem ulnarnog kolateralnog ligamenta i ozljedama ramena. Strategije prevencije takvih ozljeda odnose se na pravilnu tehniku upravljanja skijama te izbjegavanja skijaških vezova koji se ne otpuštaju od skije tako lako. Spinalne ozljede također imaju određenu učestalost, ali ipak kod skijaša puno manju u odnosu na *snowboarding*, ali se i taj podatak razlikuje zavisno od načina upravljanja skijama ili *snowboardom*. Načini kojima se preveniraju navedene ozljede uključuju osim dobre skijaške pripreme, ponovno pravilnu tehniku. Postoje i slučajevi skijaških ozljeda glave i vrata koji su kroz povijest završili kobno, ali je i takav broj s korištenjem kaciga znatno pao (1). U nekim zemljama zakonom je propisano obavezno nošenje skijaških kaciga tijekom alpskoga skijanja za dječju dob, dok prema trenutnim propisima odrasli rekreativni skijaši mogu sami odlučiti hoće li koristiti skijašku kacigu ili ne (41). U radu ćemo se ipak usredotočiti na najčešće ozljede u današnjem rekreativnom, ali i profesionalnom skijanju, ukazati na njihove uzroke, karakteristike kliničke slike svake pojedine ozljede i na kraju način prevencije u skijanju i skijašku pripremu (1).



## 2. ETIOLOGIJA OZLJEDA U SKIJANJU

Vežano uz nastanak skijaških ozljeda, veliki su broj podataka i istraživanja objavili švedski znanstvenici te je tako iz 2010. godine poznata baza podataka ozljeda u skijanju švedskih skijaša. Podatke je objavila Švedska agencija za slučajeve ozljeda. Navode kako je 280 000 ozljeda povezano sa sportom ili nekom vrstom tjelesne aktivnosti. Znači da gotovo polovica svih ozljeda završi na hitnom bolničkom prijemu, a ozljede su povezane velikim dijelom s alpskim skijanjem. Taj je sport treći po broju ozljeda nakon nogometa i hokeja popularnog u švedskoj. U švedskom skijaškom savezu 3177 slučajeva je zabilježeno tijekom sezone 2013/2014 te se jedna četvrtina tih ozljeda odnosila na ozljede koljena (2).

Ipak, u nekim drugim radovima navodi se učestalost i ostalih ozljeda osim ozljeda koljena. Među njima su ozljede glave i vrata tijekom skijanja, frakutra zgloba šake i ozljeda ramena uslijed pada. Strukture zgloba koljena najpodložnije ozljedama su ruptura medijalnog kolateralnog ligamenta i parcijalna ili totalna ruptura prednjeg križnog ligamenta što vodi potpunoj nestabilnosti zgloba koljena (3).

Ozljede glave koje se mogu dogoditi vezane su uz udarac i jako krvarenje. Ostale manje ozljede koje se mogu dogoditi uzrokuju nedostatak koordinacije i zamagljenje vida. Na takve je ozljede potrebno odmah reagirati s obzirom da njihovo trenutno stanje ne govori uvijek o ozbiljnosti iste ozljede.

Vežano uz ozljede zgloba šake, tijekom pada skijaši instinktivno pokušavaju uspostaviti ravnotežu pružajući ruke naprijed kako bi se poduprli. U nekim slučajevima, odgurivanje od snijega pri padu pomoći će izbjegavanju ozljeda. U slučajevima kada se to ne ostvari, pri padu dolazi to pritiska cijelog tijela na zglob šake čime se mogu ozlijediti brojni ligamenti. Bol navedenog zgloba može biti posebno limitirajuća kod obavljanja aktivnosti svakodnevnog života. U epidemiološkom smislu, ovakva je ozljeda prilično česta kod osoba koje uživaju u sportovima na snijegu.

Ozljeda ramena može biti manje ili više ozbiljna, zavisno od načina na koji osoba padne te pri kojoj brzini se pad dogodi. Ukoliko se dogodi dislokacija ili prijelom, prilično je jasno da se mora posjetiti liječnika specijalista kako bi se obavila pravilna imobilizacija i liječenje. S obzirom da je zglob ramena funkcionalno vezan uz gornje ekstremitete i trup, posljedično se mogu pojaviti bolovi i komplikacije kod drugih tjelesnih struktura. Navedeno se odnosi na atrofiju mišića te laksitet ligamenata i tetiva (4).

Cilj epidemiološkog istraživanja je pokušati dati odgovor koliko je bitno prevenirati ozljede. Jedan od prvih prijedloga modela prevencije ozljeda opisao je van Mechelen još 1992. godine. Prema njemu, redosljed prevencije ozljeda sastoji se od četiri koraka. Prvi je korak pokušati odrediti veličinu problema identificirajući incidenciju ozljeda i njihovu ozbiljnost u određenom sportu. Drugi korak se odnosi na određivanje rizika nastanka ozljeda. Treći korak vezan je uz strategiju prevencije ozljeda u vidu pripreme sportaša i četvrti je korak procjena učinjenog (5).

### **3. EPIDEMIOLOGIJA SKIJAŠKIH OZLJEDA PREDNJEG KRIŽNOG LIGAMENTA**

Na temelju istraživanja, otkriveno je kako je incidencija ozljeda u natjecateljskom alpskom skijanju 1,7 ozljeda na 1000 skijaških sati ili 3,11 ozljeda na 100 mjeseci skijanja. Nije otkriveno postoji li spolna razlika u pogledu incidencije ozljeda. Gotovo 50% skijaša doživjelo je barem jednu ozljedu tijekom rekreacijskog ili natjecateljskog skijanja, otkrili su švedski znanstvenici. Najveći broj ozljeda lokalizirano je u području koljena za oba spola. Od ozljeđenih struktura, najčešće se radilo o ozljedi ligamenata. Gotovo polovica ozljeda smatralo se ozbiljnima dok je većina preostalih ozljeda klasificirana kao umjereno teška.

Skijaši, bilo rekreativci ili natjecatelji, koji žive u zemljama u kojima je dostupnost snijega i skijaških staza jednostavna i povoljna imaju duplo veću vjerojatnost nastanka ozljede prednjeg križnog ligamenta ukoliko je netko od članova bliske obitelji već napredan skijaš. To se ne odnosi na one rekreativce čiji članovi obitelji nisuiskusni, te se može zaključiti kako takvi pristupaju skijanju s puno više opreza u odnosu na prvu skupinu. Najčešće ozljede koje nastaju na taj način, dakle pri nekontroliranom kretanju na skijama, su ozljede jednog ili oba prednja križna ligamenta. Jedna trećina ozljeda koljena prezentira se kao ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Skijašice su pokazale viši rizik zadobivanja te ozljede u usporedbi sa skijašima. Dvije trećine svih ozljeda prednjih križnih ligamenta događa se na lijevom koljenu, što može i ne mora biti statistički značajan podatak (6, 7).

Od svih istraživanih potencijalnih faktora rizika, ni jedan nije identificiran kao rizik razvoja upravo ozljede prednjeg križnog ligamenta. Razlika oba koljena te promijenjeni funkcionalni parametri kod testa skoka- doskoka pokazali su se kod skijaša koji su pretrpjeli ozljedu prednjeg križnog ligamenta. Rekreativci s više godina aktivnog skijanja, vjerojatno na temelju iskustva i skijaške tehnike, imaju manji rizik razvoja ozljede prednjeg križnog ligamenta (8).

Većina ozljeda prednjeg križnog ligamenta dogodi se kada rekreativci uđu u fazu naprednog skijanja, ali nisu još dovoljnoiskusni da bi se mogli brzo izvući iz rizične situacije. Također, iako nije sigurno je li statistički značajan faktor ili ne, većina se skijaških ozljeda dogodi upravo u mjesecu ožujku. Pretpostavlja se da ima veze s kvalitetom snijega i pokrivenošću staze snijegom. Više od polovice ozljeda kod natjecatelja se događa tijekom

treninga te vrlo često u tehničkim disciplinama. Snježni uvjeti su u dvije trećine ozljeda agresivni i teški.

Prevenzijski programi pokazali su redukciju 45% ozljeda prednjeg križnog ligamenta tijekom perioda kada se taj program provodio u usporedbi s onim kada nije bilo prevenzijskog programa (9).

#### **4. OZLJEDE KOLJENA U SKIJANJU**

##### **4.1. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta**

Prednji križni ligament (eng. Anterior cruciate ligament, ACL) vrlo je bitan ligament zgloba koljena čija je primarna svrha zadržati pomicanje tibie anteriorno u odnosu na femur, ograničiti unutarnju i vanjsku rotaciju te valgus ili varus pozicije zgloba koljena. Najviše ozljeda prednjeg križnog ligamenta u sportu dogodi se tijekom pivotirajućih pokreta koji uključuju rotaciju s fiksiranim distalnim ekstremitetom. Takvi se pokreti nazivaju pokreti u zatvorenom kinetičkom lancu. Jednaka je incidencija ozljeda prednjeg križnog ligamenta u kontaktnim i beskontaktnim sportovima.

Nordenvall i suradnici ukazuju na incidenciju ozljeda prednjeg križnog ligamenta u Švedskoj na oko 78 do 81 slučaja na 100 000 osoba tijekom godine. Žene imaju šest puta veći rizik zadobivanja takve ozljede u nekontaktnom sportu nego muškarci (10). U Švedskoj je nogomet najčešći sport u kojem se događaju takve ozljede, dok odmah iza njega slijedi skijanje te je tu veća incidencija ozljeda kod skijašica u odnosu na skijaše. Posljedice ozljede prednjeg križnog ligamenta odnose se na privremenu ili trajnu nestabilnost rezultirajući mogućnošću razvijanja još većih ozljeda. Ozbiljna traumatska ozljeda može voditi većim problemima u smislu nestabilnosti zgloba i narušavanja biomehaničkog alignmenta. Postoje razni modaliteti konzervativnog liječenja koji uključuju fizioterapiju, dok se s druge strane pristupa operativno s rehabilitacijom nakon kirurškog liječenja. U Švedskoj, a slično i u ostalim zemljama, rehabilitacijski period nakon kirurške rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta traje oko 6-8 mjeseci (11).

Smith i suradnici objavili su dva pregleda literature na temu rizičnih čimbenika povezanih s nastankom ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Otkrili su smanjeni interkondilarni prostor na distalnoj hrskavici femura, smanjeni konkavitet medijalnog platoa tibie, povećani nabig platoa tibie te izraženiji antero-posteriorni laksitet kao faktore rizika. Dodatno, prethodna

rekonstrukcija prednjeg križnog ligamenta i pozitivna obiteljska anamneza ozljeda tog ligamenta također se navodi kao značajan rizični čimbenik (12).

Uz navedene podatke, logično se postavlja pitanje kako prevenirati takve ozljede. Posljednjih je godina napravljen veliki broj radova na temu prevencije ozljeda donjih ekstremiteta. Manje je onih gdje se prevencija ozljeda specifično odnosila na prednji križni ligament. U kontekstu raznih istraživanja, 16 ih je uključivalo ozljede kao posljedicu sportske aktivnosti što se najviše odnosilo na nogomet. Program prevencije ozljeda prednjeg križnog ligamenta razlikuje se od ostalih oblika prevencija samim načinom izvođenja vježbi, dužinom terapijskog programa i trajanjem perioda rada sa natjecateljem Caraffa i suradnici (13) te Söderman i suradnici (14) postupno su koristili balans ploču tijekom izvođenja treninga u predsezoni te u zimskoj pauzi. Neki drugi autori, kao primjerice Ettlinger i suradnici (15) uključivali su drugačije vježbe, kao na primjer vježbe jačanja i snage, pliometrijske vježbe agilnosti te vježbe za poboljšanje ravnoteže (16). Hewet i suradnici te Heidt i suradnici provodili su preventivni program tijekom predsezona i natjecateljskog razdoblja. Nekoliko je autora preporučilo uključivanje pliometrijskog i neuromuskularnog treninga kao i vježbe stabilizacije trupa u okviru prevencije ozljeda prednjeg križnog ligamenta.

Osim općenitih saznanja, dosta se istraživanja provodilo u kontekstu natjecateljskog alpskog skijanja. Retrospektivnim pregledom radova Florenes i suradnici (17) napravili su istraživanje ozljeda natjecatelja koji su sudjelovali na FIS Svjetskom kupu tijekom dvije zimske sezone, 2006/2007 i 2007/2008. Bere i suradnici (18) isto su istraživanje proveli kroz šest sezona FIS Svjetskog kupa. Osim toga, postoji još nekoliko manje opsežnih istraživanja ozljeda natjecatelja koji su sudjelovali na Olimpijskim igrama 1994. godine i Juniorskom Svjetskom prvenstvu 1995. godine. Retrospektivni pregled radova napravili su i Finski znanstvenici koristeći vlastite upitnike te su objavljeni podaci o ozljedama koljena natjecateljskom alpskom skijanju. Sva su ova istraživanja i pregledi literature objavila kako je zglob koljena najčešće sklon ozljedama tijekom skijanja, a posebice je među njima velika incidencija ozljeda prednjeg križnog ligamenta.

#### 4.1.1. Čimbenici rizika i mehanizam nastanka ozljede

Postoji ograničen broj informacija o čimbenicima ozljede prednjeg križnog ligamenta u natjecateljskom alpskom skijanju. Među nekim istraživačkim radovima nije se uspjela naći značajna razlika ozljede među spolovima, dok je u nekim drugim radovima ta razlika evidentna.

Stevenson (19), Stenroos (20) i Raschner sa svojim suradnicima (21) navode veću incidenciju ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod natjecateljica. Pronađeno je samo jedno istraživanje koje je procjenjivalo sastav tijela i tjelesnu formu. U tom istraživanju autori su pronašli slabiju stabilnost trupa kao jedan od ključnih čimbenika ozljeda prednjeg križnog ligamenta za natjecatelje.

Samo u nekoliko istraživanja navode se ekstrinzični faktori ozljede prednjeg križnog ligamenta u natjecateljskom alpskom skijanju. Iz istraživanja koje je uključivalo 61 osobu, Spörri i suradnici (22) navode 25 ključnih rizičnih čimbenika nastanka ozljeda navedenog ligamenta. Skijaška oprema navedena je kao najbitniji čimbenik, a promjene u terenskim uvjetima (tvrdoća snijega, vremenske prilike) kao drugi. Stručnjaci u području skijanja govore da ledeni uvjeti na stazi vjerojatno mogu biti sigurniji nego prividno sigurni uvjeti s obzirom na pažnju i koncentraciju natjecatelja. Nadalje, Bere i suradnici (23) navode da tehničke pogreške pri skijanju i neprikladni taktički odabiri mogu također voditi nastanku ozljede i time se povezuju s ostalim faktorima rizika. Bere i Florenäss sa suradnicima (24) ukazuju da se utrke spusta ubrajaju među one s najvećim rizikom ozljeda prednjeg križnog ligamenta zbog nemogućnosti kontroliranja pokreta pri tolikim brzinama. Nije pronađena povezanost između ostalih FIS skijaških disciplina i broja ozljeda. Kao bitan faktor navode da mlađi skijaši Svjetskog kupa, posebice skijašice, nisu uvijek u potpunosti spremne za takve utrke što također rezultira ozljedama.

Vezano uz mehanizme ozljeda, poskliznuća se navode kao najčešći uzroci ozljeda prednjeg križnog ligamenta u natjecateljskom alpskom skijanju. Za rekreativce kao najčešći način ozljeđivanja navodi se "fantomsko stopalo". Time se označava da je skijaš izvan ravnoteže, spušta se u koljenima kao da će sjesti prema nazad. Ozljeda se događa u trenutku kada unutarnji rub skija zahvati snježnu površinu što prisilno dovodi zglobov koljena u kombinaciju unutarnje rotacije i valgus pozicije.

I ostali autori bavili su se mehanizmima ozljeda koljena u skijanju pa je interesantno proučiti i druga objašnjenja. Mayr i Cheze iz Klinike za ortopediju Freiburg u radu „The Knee Injuries in Skiing: Mechanisms and Assessment“ navode kako je potrebno detaljno poznavati mehanizam ozljede kako bi se razvila strategija prevencije istih. Česti uzroci promjena u rekreativnom skijanju su česte promjene smjera kretanja donjih ekstremiteta u odnosu na trup. U flektiranim koljenima dolazi do vanjske rotacije donjih ekstremiteta s pratećim stvaranjem valgus stresa, odnosno "otvaranja" koljena na unutarnju stranu te time inače stabilni ligamenti više ne mogu izdržati trenutne sile. Unutarnja rotacija s "tiltom prema van", varus stres je

također moguća. Primjećuje se kako velika brzina nije nužno faktor koji utječe na ozljedu. Zapravo se ovakvi pokreti puno češće događaju kod manjih brzina s više promjena smjera ili čak tijekom promjene pozicije u mjestu (25).

Ranije je već navedeno "fantomsko stopalo" kao jedan od najčešćih mehanizama nastanka ozljeda prednjeg križnog ligamenta u rekreativnom skijanju. U ovoj situaciji, skijaš se nalazi izvan ravnoteže s padanjem trupa prema natrag te kukovima u razini ispod koljena. Jedna je ruka usmjerena prema nazad dok je gornji dio tijela cijeli okrenut prema padini. Ozljeda se događa u trenutku kada stražnji dio unutarnjeg ruba donje skije dođe u oslonac od snijeg, forsirajući time zglob koljena u unutarnju rotaciju i duboko flektiranu poziciju. Skija se tada ponaša kao poluga za okretanje ili savijanje koljena, stoga naziv "fantomsko stopalo" (25).



*Slika 1 Fantomsko stopalo skijaša*

<http://www.ski-knee.com/causes>

Opsežnu analizu mehanizama ozljeda u alpskom skijanju provodio je i Bahr u suradnji sa Svjetskom skijaškom organizacijom (FIS). Zaključili su da se većina ozljeda može opisati s tri najčešća mehanizma. Najčešći je *Slip - Catch*, pri čemu vanjska skija zahvati unutarnji rub druge skije time dovodeći vanjsko koljeno u poziciju unutarnje rotacije i valgusa. Sličan obrazac opterećenja koljena primjećen je kod dinamičkog izvođenja pluga. Mehanizmi prevencije ozljeda trebali bi se fokusirati na navedeni mehanizam *Slip – Catch* i način nastanka ozljeda kao posljedica plužnog kretanja (26).

Treći opisani mehanizam ozljeda u skijanju su skokovi. Skijaš pri slijetanju premješta težinu prema nazad s opterećenjem na stražnji dio skije dajući im na prednjem dijelu prostora za rotaciju. Zatim pokušava ponovno prenijeti težinu prema naprijed kako bi vratio ravnotežu. U tom se trenutku događa naprezanje prednjeg križnog ligamenta kao kombinacija tibiofemoralne kompresije, umjetno, pozicijom skija, stvorene prednje ladice te kreiranja prednje ladice od strane kvadricepsa. Stavio je naglasak na sile koje se pri tim pokretima stvaraju. Ovo istraživanje ukazuje kako u natjecateljskom skijanju sile koje opterećuju donje ekstremitete dolaze do 7000 N tijekom premještanja težine pri ulasku u zavoj. Opterećenje tijela skijaša je većinom na vanjskoj nozi (27).

Zavisno od težine same staze i ostalih vanjskih uvjeta, svi skijaši su izloženi vrlo sličnim tjelesnim opterećenjima. Ono što se razlikuje su konstitucija i stabilnost skijaša. Tjelesni zahtjevi skijaša i njihove individualne sposobnosti se moraju posebno promotriti. Aerobna izdržljivost jedan je od najvažnijih preduvjeta za optimalnu prevenciju ozljeda i zaštitu od preopterećenja bilo da se radi o rekreativnom ili natjecateljskom skijanju (28). Snažni i u potpunosti funkcionalni mišići trebaju se stvoriti i očuvati pravilnim treningom i neposrednim pripremanjem muskulature za opterećenja kao što je pravilno zagrijavanje. Forsirano držanje stopala u neudobnim skijaškim cipelama ili drugi razlozi vezani uz cipelu mogu voditi značajnim prenaprezanjima u alpskom skijanju.

#### 4.1.2. Kinematička analiza ozljede prednjeg križnog ligamenta

S obzirom na dominantnu ulogu ligamenata koljena, posebno prednjeg križnog ligamenta, u kontroli stabilnosti koljena kroz njegovih šest stupnjeva slobode, ključno je procijeniti biomehaniku zgloba koljena 3D analizom. Fizikalni pregled koji uključuje Lachmanov test, test prednje ladice i pivot shift test (29) prvi je korak postavljanja dijagnoze parcijalne ili potpune ruptуре prednjeg križnog ligamenta. Također se u dijagnostici uobičajeno koristi MRI. Kvantificirana analiza pokreta kroz 3D praćenje kod ozlijeđenog prednjeg križnog ligamenta ključno je kako bi se nadodali objektivni podaci dotadašnjim kliničkim rezultatima ligamentarnog laksiteta. Bitno je znati kako je abnormalna kinematika pokreta jedan od mogućih razloga za dugoročni razvoj degenerativnih promjena nakon kirurške rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta. 3D kinematička analiza može također pomoći definiranju vremena kada se alpski skijaš može vratiti svojim aktivnostima nakon rekonstrukcije.



Ipak, funkcionalni pokret zgloba koljena koji nosi opterećenje teško je procijeniti potpuno precizno da se odvije na isti način kako se odvio i nastanak ozljede. Koristeći neinvazivni sustav analize pokreta, postoje značajne greške u procjeni povezane s pokretima mekog tkiva, posebno mišićima natkoljenice te s kretanjem kože i fascije oko samog zgloba (Cappozzo, 1996). Navedeni su artefakti dosta teški za ispraviti s obzirom da je njihova frekvencija vrlo blizu analiziranom pokretu te zavise i od same morfologije osobe, odnosno njegovih zglobnih tijela.

Trenutno ne postoji metoda kojom se kompenziraju artefakti mekog tkiva što znači da greške koje se javljaju pri snimanju ne mogu biti u potpunosti ispravljene, pa tako ni samo 3D snimanje nije u potpunosti točno. Ipak je dovoljno precizno kako bi dalo objektivne podatke koji potvrđuju nalaze kliničkog pregleda.

#### 4.2. Ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta

Medijalni kolateralni ligament izgleda kao ravna traka vezivnog tkiva koje polazi superiorno sa medijalnog epikondila femura do medijalnog kondila tibie. Njegova je uloga omogućiti stabilnost valgus pozicije zgloba koljena. Ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta često se događaju u raznim kontaktnim sportovima, a od beskontaktnih posebno u skijanju. Prema podacima koje su objavili autori Naqvi i Sherman u radu "Medial Collateral Ligament (MCL) Knee Injuries", 60% skijaških ozljeda uključuje između ostalog i medijalni kolateralni ligament (30).

Mehanizam nastanka ozljeda može se odnositi na iznenadno pokrete okretanja ili rotiranja. Ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta može također rezultirati direktnim udarcem u lateralni dio koljena koji prouzrokuje nagli i vrlo jaki valgus stres. Ozljede navedenog ligamenta mogu biti izolirane, ali su ipak najčešće povezane s istovremenim nastankom ozljeda ostalih struktura koljena. Primjerice, "zlokobni trijas" koljena sastoji se od istovremene ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta, prednjeg križnog ligamenta i medijalnog meniskusa (31)

Tijekom fizikalnog pregleda pacijenti se mogu žaliti na akutnu ili kroničnu bol u području medijalnog dijela koljena. U akutnim slučajevima, pacijent će obično moći opisati specifični trenutak koji je rezultirao nastankom boli ili otekline, kao rezultat sportske aktivnosti. Moguće je da je pacijent čuo trenutak kada je "nešto puklo u koljenu". Mogu i ne moraju imati poteškoće hodanja te se učestalo žale na nestabilnost zgloba koljena.

Ispitivanje zgloba koljena najviše će otkriti ukoliko se obavi brzo nakon ozljede te je često dijagnosticirano samim fizikalnim pregledom. Pregledom se može otkriti oteklina zgloba koljena i potkožnog krvarenja s lateralne strane kao posljedica traume ili s medijalne strane kao posljedice traume ligamenta. Oteklina bi trebala biti lokalizirana u području medijalnog kolateralnog ligamenta te se rijetko vidi oteklina cijelog zgloba koljena. Hod se često izvodi u normalnom obrascu iako se ponekada može primijetiti antalglični hod ili hod s malim poskocima.

Palpacija bi trebala biti izvedena cijelom dužinom medijalnog kolateralnog ligamenta. Osjetljivost koja se javlja specifično samo na jednom hvatištu ukazuje na ozljedu koja se dogodila upravo tamo. Oštećenje na sredini ligamenta prouzročiti će osjetljivost u području medijalne zglobne linije što je slično lokalizaciji ozljede medijalnog meniska što može zbuniti liječnika ili fizioterapeuta pri ispitivanju. Oštećenje koje se javilo distalno može prouzročiti osjetljivost na medijalnom kondilu tibie što se opet može zamijeniti s burzitisom pes anserinusa.

Testiranje valgus stresom je najbolji način kako dobiti informaciju o integritetu medijalnog kolateralnog ligamenta. Pacijent bi trebao biti u supiniranoj poziciji s kukovima abduciranim na zahvaćenoj strani tako da je noga van stola. Koljeno se treba dovesti u poziciju 30 stupnjeva fleksije. Ispitivač hvata gležanj jednom rukom i gura gležanj lateralno dok istovremeno primjenjuje valgus silu na koljeno s drugom rukom. Laksitet bi se trebao primijetiti te ocjenjivati prateći sljedeću klasifikaciju:

- ocjena 1- bol se javlja duž medijalnog kolateralnog ligamenta s valgus stresom, ali sa malo ili bez otvaranja zgloba medijalno,
- ocjena 2 – blagi pomak na medijalnoj strani zgloba s tvrdim krajem pokreta,
- ocjena 3 – značajno otvaranje zgloba, bez tvrdog kraja pokreta.

Ispitivanje bi se trebalo provesti i u punoj ekstenziji. U toj poziciji posteriorni križni ligament i posteriorni dio zglobne kapsule doprinose stabilnosti zgloba, pa ako je test pozitivan u punoj ekstenziji, ukazuje nam da se radi o oštećenju više struktura osim samog medijalnog kolateralnog ligamenta (32).

#### 4.2.1. Funkcionalna uloga medijalnog kolateralnog ligamenta

Statički stabilizatori medijalnog dijela zgloba koljena uključuju površinski dio medijalnog kolateralnog ligamenta, duboki dio ili medijalni kapsularni ligament i posteriorni

obli ligament. Dinamički stabilizatori uključuju mišićno – tetivnu jedinicu m. semimembranosusa, quadricepsa i pes anserinusa.

Razlika površinskog i dubinskog medijalnog kolateralnog ligamenta je ta da je površinski dio širi, polazi s medijalnog epikondila femura te se hvata za pes anserinus, 4-5 cm distalno od linije zgloba. Njegova anteriorna vlakna su zategnuta tijekom fleksije i opuštena tijekom potpune ekstenzije. Direktno ispod površinskog medijalnog kolateralnog ligamenta, njegov dubinski dio je sastavni dio brojnih struktura mekog tkiva uključujući meniskofemoralni, meniskokapsularni i meniskotibialni ligament. Burza razdvaja dubinski i površinski dio ligamenta te je biomehanički značajna dopuštajući anteroposteriorno kretanje površinskog dijela tijekom fleksije i ekstenzije. Posteriorno u odnosu na medijalni kolateralni ligament nalazi se posteromedijalni kut koji se sastoji od zgusnute zglobne kapsule nazvane posteriorni kružni ligament. Ovaj je kompleks napet u ekstenziji i postaje dio posteriorne zglobne kapsule.

Medijalni kolateralni ligament daje primarno ograničenje protiv valgus stresa. Na 25 stupnjeva fleksije, ligament omogućuje 78% sile koja se suprotstavlja valgus stresu. U ekstenziji, prednji križni ligament i posteromedijalni ligament također doprinose ograničavanju valgus stresa te medijalni kolateralni ligament tu dobrinosi sa 57% sile. Određena istraživanja pokazala su 3-5 mm otvaranje zgloba u ekstenziji nakon što je medijalni kolateralni ligament presječen. Dodatno presijecanje posteromedijalnog ligamenta povećava daljnje otvaranje zgloba. Općenito, izolirano oštećenje ili presijecanje medijalnog kolateralnog ligamenta vodi povećanju valgus kuta u fleksiji, dok dodatno oštećenje sekundarnih struktura koje ograničavaju valgus kut vodi povećanju istog u ekstenziji.

Gardiner i suradnici pronašli su kako iznos prenaprezanja u valgus stresu pri različitim područjima oštećenja medijalnog kolateralnog ligamenta značajno ovisi o kutu fleksije koljena. Najveće naprezanje je bilo kroz posteriorni dio medijalnog kolateralnog ligamenta na femoralnom hvatištu kada je koljeno potpuno ekstendirano. Prenaprezanje u tom području smanjuje se s povećanjem kuta fleksije, dok prenaprezanje u anteriornim vlaknima ostaje relativno konstantno kroz različite kuteve fleksije. Ovo istraživanje korelira s nekoliko radiografskih istraživanja koja ukazuju da je hvatište na posteriornom femoralnom dijelu najčešća lokalizacija ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta u bilo kojem sportu (33).

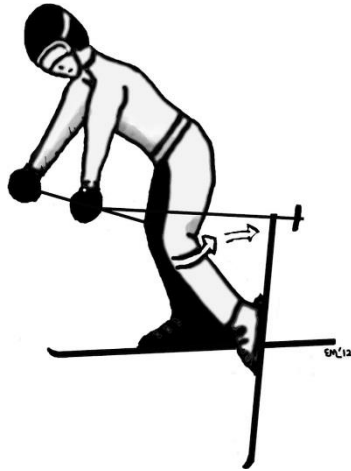
#### 4.3. Generalni mehanizmi ozljeda zgloba koljena u skijanju

Autori Shea i suradnici u radu "Knee Injuries in Downhill Skiers: A 6-year Survey Study" objasnili su mehanizme nastanka različitih padova i ozljeda u skijanju. Razvijen je upitnik koji se sastojao od 10 čestica za svrhu otkrivanja mehanizma ozljeda u rekreativnom skijanju. Istraživanje je provedeno pod dva uvjeta. Morali su biti učitelji skijanja koji su pratili kretanje ozlijeđenog koljena i kasnije osobe koje su procjenjivale koljeno u ortopedskoj ambulanti.

Dodatno uz osnovne demografske podatke, skijaši su imali zadatak samostalno procijeniti vlastito skijaško znanje. Razine skijaških vještina podijeljene su na sljedeći način: ocjena 1 – oprezno i polagano skijanje, može skijati jedino na umjerenim padinama, ocjena 2 – umjereno skijanje, skijaš može kontrolirati kretanje na uredno održanim padinama, ali ima poteškoća na drugačijim terenskim uvjetima, ocjena 3 – agresivno skijanje, skijaš može kontrolirati skije na bilo kakvoj padini po bilo kakvim uvjetima. Uslijed navedenog te prema istraživanoj literaturi u rekreativnom skijanju, događaju se najčešće četiri mehanizma ozljeda (25).

##### 4.3.1. Mehanizam valgus – vanjska rotacija

Mehanizam valgus- vanjska rotacija u nekim se istraživanjima navodi kao najčešći mehanizam ozljeda među rekreativnim skijašima. Počinje tako da skijaš gubi ravnotežu, premješta centar težišta prema naprijed preko ravnine koljena. U ovoj poziciji, unutarnji rub skija dominantno je u kontaktu je s podlogom. Ovaj kontakt prouzrokuje trenutnu abdukciju i vanjsku rotaciju tibie. Zahvaćena noga ostaje iza dok je težište tijela još uvijek pomaknuto prema naprijed te se sljedeće stvara forsirani valgus kut zgloba koljena. To može uzrokovati ozljedu medijalnog kolateralnog ligamenta te ponekada prednjeg križnog ligamenta. Kao uzrok ove ozljede najčešće se navodi loša tehnika skijanja te se vjeruje da bi učinkovitiji vezovi mogli prevenirati nastanak ovakvih ozljeda (34).



*Slika 2. Mehanizam ozljede valgus - vanjska rotacija*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC455526/>

#### 4.3.2. Mehanizam hiperekstenzija samostalno ili s unutarnjom rotacijom

Kombinacija hiperekstenzije i unutarnje rotacije (6) učestalo se događa na dubljem i teže prohodnijem snijegu. Ovi uvjeti dovode do iznenadnog zastoja kretanja skija što dovodi do toga da se noge momentalno zaustavljaju dok se gornji dio tijela još kreće kratko naprijed. Ovaj mehanizam se često naglašava kada se radi o neočekivanom križanju vrhova skija stvarajući pokrete unutarnje rotacije i varus silu na koljeno. Rezultat je obično ozljeda prednjeg križnog ligamenta te ponekada oštećenje lateralnih struktura koljena (25).



*Slika 3. Mehanizam ozljede hiperekstenzija - unutarnja rotacija*

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC455526/>

#### 4.3.3. Mehanizam uzrokovan skijaškim cipelama

Mehanizam ozljeda čemu su uzrok skijaške cipele je uglavnom uvijek jednak zbog deceleracije i promjene smjera kretanja. Nakon što skijaš izgubi kontakt s tlom s obje skije, što se događa pri skokovima ili poskocima, stražnji dio skija je obično prvi dio koji ponovno dođe u kontakt sa snijegom. To dovodi do iznenadnog pomaka tijela prema nazad dok su noge privezane za skije. Nakon što se završi slijetanje, vrhovi skija se spuste što na stražnji dio skijaške cipele vrši silu koja se prenosi dalje na tibijsku kost. Anteriorno usmjerena sila na tibijsku kost preko skijaških cipela dodatno je naglašena silom kvadricepsa i povlačenjem proksimalne tibije naprijed što je refleksna mišićna posljedica kojom se nastoji održati ravnoteža. Na taj se način stvara lančana reakcija pri kojoj se gornji dio tijela kreće prema natrag dok su donji ekstremiteti usmjereni prema naprijed stvarajući tako situaciju u kojoj se prednji križni ligament može izolirano ozlijediti. S obzirom da tu generalno nema valgus sile, medijalne i lateralne strukture koljena obično ostaju neoštećene osim ako nije uključena dodatna sila ili se dogodi pad (35).



Slika 4. Mehanizam ozljeda uzrokovan skijaškim čizmama

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4555526/>

#### 4.3.4. Mehanizam uzrokova fantomskim stopalom

Mehanizam ozljeda uzrokovan fantomskim stopalom već je ukratko opisan, ali u kontekstu nastanka ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta. Odnosi se na pokrete fleksije i unutarnje rotacije te se također navodi kao jedna od najčešćih ozljeda među rekreativcima. Događa se kada skijaš izgubi ravnotežu te krene padati prema iza kao da će sjesti na stražnji kraj skija spuštajući kukovi ispod koljena. Težina je premještena s prednjeg dijela skija te je sada na stražnjem. Stražnji dijelovi skija počinju se rotirati prema unutra s flektiranim koljenima. Pri kraju kretanja stražnji dio skija ostaje fiksiran u snijegu dok se ostatak trupa

kreće naprijed. Ako vezovi skija nisu na vrijeme otpušteni, vjerojatno će doći do ozljede. To je još jedna ozljeda koja se može povezati sa specifičnom skijaškom opremom, a pojačava se s rigidnošću cipele na skiji. Zbog sila u smjeru valgusa kao i unutarnje rotacije koja se može dogoditi, ovim mehanizmom mogu se dogoditi ozljede i medijalnog kolateralnog i prednjeg križnog ligamenta (25). Jaka refleksna kontrakcija kvadricepsa pri gubitku ravnoteže također može pojačati oštećenja zgloba koljena.

#### 4.3.5. Učestalost navedenih mehanizama

Kod skijaša je proučena učestalost četiri najčešće ozljede zgloba koljena te su proučavani njihovi mehanizmi uz dodatna dva mehanizma. Mehanizam valgus – vanjska rotacija i fantomsko stopalo su navedeni kao prvi i drugi najčešći uzrok ozljeda kada se uzmu u obzir odrasli i mlađi skijaši. Ukupna raspodjela obrazaca ozljeda koljena vrlo je slična kod bilo koje skupine skijaša. Potrebno je napomenuti kako mlađi skijaši imaju veću mogućnost te je primijećeno češće odvajanje skija od skijaške cipele pri padu pa time i manje ozbiljnijih ozljeda.

U rekreativnom skijanju, ipak je najviše ozljeda koje se dogode prema mehanizmu fantomskog stopala. Ettlinger i suradnici u radu "A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing" na temelju video analiza su potvrdili navedenu tvrdnju o fantomskom stopalu. Pregledavali su video-snimke 13 skijaša sa zabilježenim padom. Drugi znanstvenici su došli do zaključka kako je ipak mehanizam valgus – vanjska rotacija najodgovorniji za ozljede koljena kod rekreativnih skijaša (25). Mehanizam uzrokovan skijaškom cipelom može biti također učestali uzrok ozljede u situacijama kada skijaši nakon skoka doskoče na repove skija. Posljednji mehanizam doduše nije toliko čest u rekreativnom skijanju te je navedeno potvrđeno u istraživanju autora Jarvnen i suradnika, "Mechanisms of anterior cruciate ligament ruptures in skiing" (36).

Dok su istraživanja raznih autora došla do različitih zaključaka o najčešćim obrascima skijaških ozljeda, može se zaključiti kako ipak većina pripada mehanizmu valgus – vanjska rotacija i fantomsko stopalo te se na temelju podataka iz istraživanja potvrđuju ovi podaci. Pri promatranju rezultata istraživanja navedenih autora, trebalo bi uzeti u obzir su opisi mehanizama ozljeda dobiveni na temelju informacija dobivenih od samih pacijenata.

Posljednje navedeno istraživanje, koje je proveo Jarvnen, dalo je podatke o onoj skupini skijaša koja je pod povećanim rizikom ozljeda koljena tijekom skijanja. Tu se ubrajaju ženske osobe te se u 74% slučajeva radi o rupturi prednjeg križnog i medijalnog kolateralnog

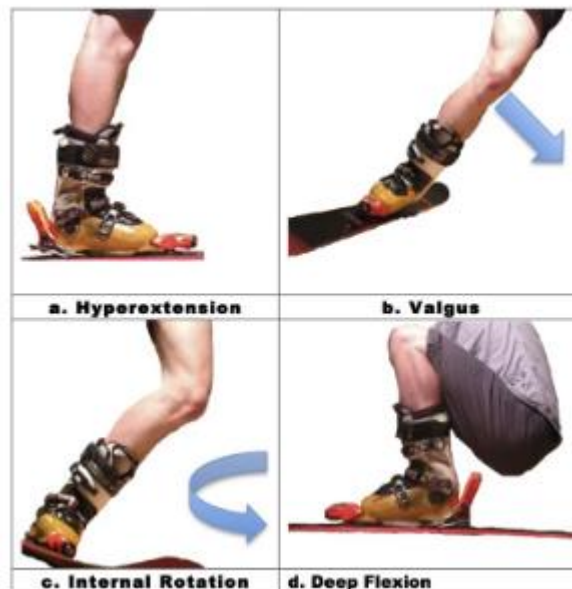
ligamenta. Iako je istraživanje prilično ograničeno zbog manjeg uzorka, ipak se može utvrditi kako se više ženske populacije žalilo na probleme ozljede koljena u odnosu na mušku populaciju.

U istraživanju pod naslovom "Knee Injuries in Downhill Skiers: A 6-Year Survey Study" došlo se do zaključka kako su se skijaški vezovi otpustili u samo 24,6% slučajeva od svih ozljeda. Kako bi se napravila usporedba sa natjecateljima, Bere i suradnici proučavali su video-snimke 20 padova koji su se dogodili na Svjetskom kupu. U 17 od 20 slučajeva, primijećeno je kako se skijaški vezovi nisu otpustili. U 3 slučaja kada su vezovi bili otpušteni, ono se dogodilo nakon samog pada. Modeli skijaških vezova koji se lakše otpuštaju temeljeni su na dizajnu koji uzima u obzir visinu, težinu, dužinu skijaške cipele i stopala skijaša, stil skijanja (oprezno, prosječno, agresivno) i dob. Ovakve postavke skijaških vezova zapravo su posljedica preveniranja ozljeda tibie nakon učestalih fraktura, prije nego zgloba koljena (15,29). Bolje razumijevanje raspodjele skijaških ozljeda zgloba koljena u rekreativnom skijanju može omogućiti informacije koje bi poboljšale mehanizam vezanja skijaške cipele na skiju i olakšale mehanizme otpuštanja kojima se značajno može smanjiti rizik ozljede. Primjerice, visoka učestalost ozljeda zgloba koljena koje se događaju kada je centar težišta tijela iza pozicije vezova, potiče ideju kako bi daljnji dizajni skija trebali biti takvi da se skije vežu na drugom mjestu, adekvatno pozicioniranom prema skijašu, te da je otpuštanje vezova lakše. Slično tome, moguće je da frekvencija ozljeda koljena do koje dolazi kada se težina tijela pomakne previše unaprijed i na stranu vezova, može biti smanjena razvojem dijelova koji su vezani uz stabilnost stražnjeg dijela skijaške cipele. Težnje o informiranju i edukaciji rekreativaca kako izbjeći osjetljive pozicije za ozljedu zgloba koljena trebaju uzeti u obzir skijaševu dob, spol, skijašku tehniku s obzirom da svi navedeni, ali i mnogi drugi čimbenici imaju utjecaj na mehanizam nastanka ozljede kod skijaša (25).

Nedavna istraživanja na vrhunskim alpskim skijašima koristeći video analizu omogućio je uvid u mehanizme ozljeđivanja i kod ove skupine. Zbog velike brzine i agresivnih pokreta tijekom skretanja u zavoje, vrhunski alpski skijaši zadobivaju većinu njihovih ozljeda tijekom samog skijanja prije nego tijekom padova ili nesreća. Bere i suradnici u radu pod nazivom "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases" pokazali su kako se većina ozljeda tijekom skijaških utrka i treninga dogodila tijekom promjene smjera kretanja kroz mehanizam laganog proklizavanja. To znači da se natjecatelji u tom trenutku nalaze u poziciji gubitka ravnoteže te im vanjski rub skija zahvaća snijeg, prouzrokuje fleksiju zgloba koljena, unutarnju rotaciju i valgus poziciju



koljena. U tom su trenutku intraartikularne strukture kao primjerice lateralni menisk pod velikim pritiskom te se u ovom slučaju radi o ozljedama koje spadaju u skupinu sindroma prenaprezanja.



Slika 5. Mehanizam fleksije, unutarnje rotacije i valgusa zgloba koljena

Dostupno na: <http://www.ski-knee.com/causes>

Drugi najčešći razlog je doskok nakon dužeg skoka kada skijaš gubi ravnotežu te se naginje prema natrag i gotovo sjeda na stražnji dio skija. Ovaj moment proizvodi tibiofemoralnu kompresiju i anteriorni pomak tibie u odnosu na femur. Posljednji tip ozljede opisan je kao dinamički snježni plug pri čemu unutarnji dio skije dovodi koljeno u poziciju valgusa i unutarnje rotacije.

Navedeno istraživanje ipak ima nekoliko nedostataka. Samo istraživanje nije skupilo informacije koje je propisao određeni protokol te time nije bilo mogućnosti praćenja navedenih informacija kako bi se mogla napraviti vremenska usporedba. Informacije o tipu ozljede bazirano na kliničkom pregledu i dijagnostičkoj pretrazi magnetske rezonance mogli bi biti od velike vrijednosti te bi mogle biti fokus za sljedeća istraživanja.

U istraživanjima vezanim uz ozljede koljena, većina je alpskih skijaša bila odrasle dobi dok je manji broj bio adolescenata ili djece. Razlog tome može biti taj da je jednostavno više odraslih alpskih skijaša koji zadobiju ozljedu koljena te su odrasli voljniji pristupiti istraživanju. Istraživanja koja se provode retrospektivno, mogu proizvesti opoziv pristranosti ispitanika iako je vremenski interval od trenutka kada se dogodila ozljeda i prikupljanje podataka vezano uz

navedeno ozljedu vrlo kratak. Korsshaug i suradnici u radu "Research approaches to describe the mechanisms of injuries in sport: limitations and possibilities" izvjestili su o predefiniranim mehanizmima koji bi mogli krivo navoditi alpskog skijaša prema nastanku ozljede. Pojedini istraživači također imaju poteškoće pri opisivanju mehanizama nastanka ozljeda. Kvalitativna videoanaliza mogla bi ukloniti potencijalne predrasude te je potrebno da se i ubuduće rade istraživanja u ovom području. Podaci dobiveni putem videa kod istraživanja na vrhunskim profesionalnim alpskim skijašima temelje se na snimanju većim brojem kamera visoke kvalitete. Sakupljanje podataka snimanjem rekreativnih skijaša može također biti izazovno s obzirom na nedostatak takvih snimki kako bi se provelo što objektivnije istraživanje. Navodi se na kraju rada kako nije bilo moguće skupiti informacije o svim alpskim skijašima koji su promatrani s obzirom da neki alpski skijaši odustanu od istraživanja u njegovom tijeku (37).

Bolje razumijevanje većina mehanizama nastanka ozljeda u rekreativnom i natjecateljskom skijanju moglo bi omogućiti temelje za sljedeća istraživanja vezano uz ozljede koljena. Istraživanje je pronašlo distribuciju ozljeda te mehanizma njihova nastanka te su uspoređene ozljede odraslih i mlađih skijaša unatoč razlikama u skijaškoj tehnici i morfološkim karakteristikama skijaša. Unatoč sličnim mehanizmima, način vezanja skijaške cipele za skiju različit je između odraslih i djece. Daljnja istraživanja u kojima su kliničke dijagnoze povezane s mehanizmima nastanka ozljeda mogle bi omogućiti detaljniji biomehanički uvid u obrasce nastanka ozljeda kako bi se smanjio rizik njihova nastanka.

## 5. PREVENCIJA OZLJEDA U SKIJANJU

Brojni su se autori bavili problemom prevencije ozljeda u alpskom skijanju kod rekreativnih skijaša. Dva istraživanja pokušala su utjecati na znanja skijaša kada se radi o izbjegavanju ozljeda i povećanju sigurnosti gledanjem video snimki. Ettliger i suradnici razvili su specifični program osvješćivanja nastanka ozljeda čiji je cilj poboljšati psihomotorne vještine i razviti svijest mogućih okolnosti koje mogu dovesti do nastanka ozljeda prednjeg križnog ligamenta tijekom alpskog skijanja. Program je bio podijeljen u tri dijela. Odnosio se na izbjegavanje visokih čimbenika rizika, prepoznavanje potencijalno opasnih situacija i brzi i efikasni odgovor kada se zadani uvjeti promijene. Pozvali su učitelje skijanja sa 25 skijaških područja u SAD-u na sudjelovanje u edukativnom programu. Od njih 25, 20 ih je završilo trening u potpunosti. Edukativni program uključivao je video trajanja 19 minuta, stručno vodstvo uz video, grafičke prikaze za pregled informacija i slikovnih prikaza te radnu bilježnicu uz video za svakog skijaškog trenera. Osim toga, 40 skijaša dodatno je trenirano u navedenom programu osvješćivanja od ozljeda. Nakon programa, kontrolna grupa se sastojala od 22 skijaša. Broj ozljeda prednjeg križnog ligamenta u toj skupini uspoređivan je s prethodnom godinom i drugim grupama koje nisu prošle ovakav trening. Rezultati su pokazali smanjenje broja ozljeda u navedenoj grupi za 62% tijekom skijaške sezone (39).

Izveli su i nasumično istraživanje kako bi ispitali učinak edukativnog skijaškog videa koji je bio pokazan rekreativnim skijašima. Broj uzorka je bio 763 te su podijeljeni u dvije skupine, zavisno da li su gledali edukativni video prije polaska na skijanje ili nisu. U videu se fokus stavljao najviše na sigurnost pri skijanju, samostalno testiranje pri postavljanju vezova, ponašanje tijekom skijanja i ostalo. Tijekom povratka sa skijanja koje je trajalo tjedan dana, ispitanici su ispunjavali upitnik o ponašanju na skijalištu i broju ozljeda koji se dogodio tijekom tjedna. Rezultati su pokazali 30% manju incidenciju ozljeda u eksperimentalnoj grupi u usporedbi s kontrolnom grupom te je rizik ponavljanja ili prve pojave ozljede zgloba koljena niži ako su vezovi bili dobro pričvršćeni i adaptirani.

Od svih istraživanja, jedino je jedno procjenjivalo strategije prevencije vezano uz skijaški okoliš. Ovo je istraživanje izvedeno na dva norveška skijališta tijekom petogodišnjeg perioda. Istraživan je učinak uređenja staza skijaških padina s obzirom na stopu nastanka ozljeda. I stopa ozljeda i ozbiljnost ozljeda pali su nakon poboljšanja uređenja skijaške staze širenjem samih staza, blažih strmina za početnike, poravnanje grubih dijelova.

## 5.1 Prevencija ozljeda glave

Ozljede glave jedan su od glavnih razloga hospitalizacije alpskih skijaša, jedan od vodećih uzroka tjelesnog oštećenja ili smrti, a potencijalno ih je moguće prevenirati nošenjem skijaških kaciga.

Od ukupnog broja ozljeda, njih 9% do 20% otpada na ozljede glave. Procjenjuje se kako bi uporaba skijaških kaciga doprinijela smanjenju ozljeda glave za 44%. Iako je veliki porast broja kaciga pozitivno utjecao na smanjenje broja ozljeda glave, nije zabilježeno značajno smanjenje broja smrtnih slučajeva na skijaškom terenu(41).

Dokazano je da korištenje skijaške kacige može spriječiti dio ozljeda glave, no neke studije ukazuju na upitnost njene zaštitne funkcije. Naime, ista istraživanja su zaključila kako skijaška kaciga kakva se standardno koristi tijekom alpskog skijanja ne može u potpunosti zaštititi zdravlje korisnika tijekom sudara ili padova, nego eventualno može ublažiti njihove posljedice. Isto tako rizičnije ponašanje alpskih skijaša koji nose kacige očituje se u prosječno većim brzinama kojima savladavaju skijaške terene i činjenici kako im kaciga daje osjećaj sigurnosti, pa uz kacigu vrlo često skijaju i izvan za to predviđenih i uređenih staza(41).

Za natjecatelje u alpskom skijanju zaštitna kaciga je danas obavezna bilo na treningu ili u natjecateljskim disciplinama. FIS je postepeno uvodio korištenje zaštitne kacige nakon smrtnog slučaja u alpskom skijanju 1959.godine.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju dosadašnjih saznanja, jasno je kako su u području prevencije i razumijevanja mehanizama ozljeda potrebna daljnja istraživanja. Broj do sada objavljenih istraživanja u području ozljeda rekreativnog skijanja je u posljednjih nekoliko godina porastao, međutim broj istih istraživanja u području natjecateljskog skijanja je još uvijek znatno manji.

Rezultati iz obrađene teme otkrivaju veliki broj ozljeda adolescenata u natjecateljskom skijanju, posebno što se tiče ozljeda prednjeg križnog ligamenta. To ukazuje na potrebu daljnjih istraživanja unutar navedenog područja.

Naprednije laboratorijske procjene mogle bi poboljšati prepoznavanje rizika nastanka ozljede prednjeg križnog ligamenta kod rekreativnih i natjecateljskih skijaša tijekom skijanja. Natjecateljsko skijanje postavlja visoke zahtjeve na mišiće te je potrebna njihova velika snaga i izdržljivost. Zbog toga, dodavanje izokinetičkog mjerenja snage ekstenzora i fleksora zgloba koljena uobičajenom fizičkom treningu moglo bi prepoznati potencijalnu mogućnost ozljede kod skijaša. Nadalje, skok u kontra kretanju može se predložiti kao prigodni test skok-doskok s obzirom da je predloženo da bude povezan sa sportskim rezultatom kod skijaša natjecatelja. Koliko je do sada poznato, nije bilo opsežnijih istraživanja o ozljedama prednjeg križnog ligamenta uspoređujući muške i ženske skijaše. Smatra se da se na tom području još treba raditi kako bi se ustanovile spolne razlike koje se događaju tijekom sazrijevanja i rasta.

Drugo područje istraživanja u okviru alpskog skijanja moglo bi biti pod boljom kontrolom samih skijaša, a odnosi se na prilagodbu skijaškog veza tijekom sezone. Ovaj je prijedlog u svom radu dao Sporri (40) koji tvrdi kako je način učvršćivanja skijaškog veza glavni uzrok ozljeda prednjeg križnog ligamenta.

Osim toga, Finch navodi u svom radu kako je prvi korak u sprečavanju nastanka ozljeda primjena preventivnih strategija i tehnika kao što su implementiranje tih programa u trening mlađih skijaša koji se još razvijaju. Temeljeno na ovim saznanjima, preporučuje se porast broja preventivnih tehnika i davanje više pažnje na samu biomehaniku kretanja prije nego se skijaše uputi na skijašku stazu.

Kako bi kaciga zaštitila od ozljede glave, mora biti testirana u situacijama koje se najčešće događaju prilikom ozljeda. Prema podacima analiziranih istraživanja najviše ozljeda glave događa se tijekom udarca glave o snježnu površinu nakon pada ili doskoka. A po deklaracijama kaciga moguće je zaključiti kako se one većinom testiraju na otpornost udarca u

tvrdi površinu kao što je kamen, drvo i sl. Stoga bi se više pažnje trebalo usmjeriti testiranju kaciga prilikom udarca o različite vrste snježnih površina (41).

Preporučljivo je imati upute za rekreativce, kako se ponašati na stazi, kako vremenske prilike i nepravilnosti utječu na vrijeme provedeno na stazi. Po mogućnosti uključiti ih u školu alpskog skijanja, ne smiju precijeniti svoje skijaško znanje te svakako imati adekvatnu skijašku opremu.

## 7. LITERATURA

1. Koehle M.S., Lloyd-Smith R., Tauton J.E. Alpine Ski Injuries and Their Prevention. *Sports Medicine*. 2002; 32(12): 785-7893
2. SLAO. Snörapporten. 2014. Dostupno na: [www.slao.se/Userfiles/Branschrapport\\_2014\\_webb\\_sidor.pdf](http://www.slao.se/Userfiles/Branschrapport_2014_webb_sidor.pdf), pristupljeno: 19.05.2020.
3. Alricsson M WS. Reliability tests of joint motion and muscle flexibility of the hip. *Nordisk Fysioterapi*. 2002;6:119- 124.
4. 5 Most Common Skiing Injuries. *Sports Medicine*. Dostupno na: <https://centralorthopedicgroup.com/5-most-common-skiing-injuries/>, pristupljeno: 15.05.2020.
5. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*. 2003;37(5):384-392.
6. Bere T, Florenes TW, Krosshaug T, Nordsletten L, Bahr R. Events leading to anterior cruciate ligament injury in World Cup Alpine Skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *British Journal of Sports Medicine*. 2011;45(16):1294-1302.
7. Bere T, Florenes TW, Nordsletten L, Bahr R. Sex differences in the risk of injury in World Cup alpine skiers: a 6-year cohort study. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(1):36-40.
8. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KA. Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?: a systematic review. *Sports Medicine*. 2018;45(8): 446-457
9. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39(6):324-329.
10. Nordenvall R, Bahmanyar S, Adami J, Stenros C, Wredmark T, Fellander-Tsai L. A population-based nationwide study of cruciate ligament injury in Sweden, 2001-2009: incidence, treatment, and sex differences. *American Journal of Sports Medicine*. 2012;40(8):1808-1813.
11. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature-part 2: hormonal, genetic, cognitive function, previous injury, and extrinsic risk factors. *Sports Health*. 2012;4(2):155-161.

12. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature - part 1: neuromuscular and anatomic risk. *Sports Health*. 2012;4(1):69-78.
13. Caraffa A, Cerulli G, Proietti 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.
14. Stenroos A, Handolin L. Incidence of Recreational Alpine Skiing and Snowboarding Injuries: six years experience in the largest ski resort in Finland. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2014;56: 332-339
15. Ettlinger CF, Johnson RJ, Shealy JE. A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *American Journal of Sports Medicine*. 1995;23(5):531-537.
16. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *American Journal of Sports Medicine*. 2008;36(8):1476-1483.
17. 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.
18. Bere T, Florenes TW, Nordsletten L, Bahr R. Sex differences in the risk of injury in World Cup alpine skiers: a 6-year cohort study. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(1):36-40.
19. Stevenson H, Webster J, Johnson R, Beynnon B. Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. *Iowa Orthopaedic Journal*. 1998;18:64-66.
20. Stenroos AJ, Handolin LE. Alpine skiing injuries in Finland - a two-year retrospective study based on a questionnaire among Ski racers. *BMC Sports Science Medicine Rehabilitation*. 2014;6(1):9.
21. Raschner C, Platzer HP, Patterson C, Werner I, Huber R, Hildebrandt C. The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: a 10-year longitudinal study. *British Journal of Sports Medicine*. 2012;46(15):1065-1071.
22. Sporri J, Kroll J, Amesberger G, Blake OM, Muller E. Perceived key injury risk factors in World Cup alpine ski racing--an explorative qualitative study with expert stakeholders. *British Journal of Sports Medicine*. 2012;46(15):1059-1064.



23. Bere T, Florenes TW, Krosshaug T, Nordsletten L, Bahr R. Events leading to anterior cruciate ligament injury in World Cup Alpine Skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *British Journal of Sports Medicine*. 2011;45(16):1294-1302.
24. 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.
25. Shea A. et al. Knee Injuries in Downhill Skiers: A 6-Year Survey Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2014; 2(1): 22-34
26. 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.
27. Bere T, Florenes TW, Krosshaug T, Nordsletten L, Bahr R. Events leading to anterior cruciate ligament injury in World Cup Alpine Skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *British Journal of Sports Medicine*. 2011;45(16):1294-1302.
28. Rossler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T, Faude O. Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2014;44(12):1733-1748.
29. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature-part 2: hormonal, genetic, cognitive function, previous injury, and extrinsic risk factors. *Sports Health*. 2012;4(2):155-161.
30. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39:324–329.
31. Coury T, Napoli AM, Wilson M, Daniels J, Murray R, Milzman D. Injury patterns in recreational alpine skiing and snowboarding at a mountainside clinic. *Wilderness Environmental Medicine*. 2013;24:417–421.
32. Deady LH, Salonen D. Skiing and snowboarding injuries: a review with a focus on mechanism of injury. *Radiology Clinical North America*. 2010;48:1113–1124.
33. Bere T, Flørenes TW, Krosshaug T, Nordsletten L, Bahr R. Events leading to medial collateral ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *British Journal of Sports Medicine*. 2011;45:1294–1302.
34. Ruedl G, Fink C, Schranz A, Sommersacher R, Nachbauer W, Burtscher M. Impact of environmental factors on knee injuries in male and female recreational skiers. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sport*. 2012;22:185–189.

35. Ettlinger CF, Johnson RJ, Shealy JE. A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *American Journal of Sports Medicine*. 1995;23:531–537
36. Jarvinen M, Natri A, Laurila S, Kannus P. Mechanisms of anterior cruciate ligament ruptures in skiing. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 1994;2:224–228.
37. Krosshaug T, Andersen TE, Olsen OE, Myklebust G, Bahr R. Research approaches to describe the mechanisms of injuries in sport: limitations and possibilities. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39:330–339.
38. Baschera D, Hasler RM, Taugwalder D, Exadaktylos A, Raabe A. Association between Head Injury and Helmet Use in Alpine Skiers: Cohort Study from a Swiss Level I Trauma Center. *Journal of Neurotrauma*. 2015;32(8):557-562
39. Ettlinger CF, Johnson RJ, Shealy JE. A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *American Journal of Sports Medicine*. 1995;23(5):531-537.
40. Sporri J, Kroll J, Amesberger G, Blake OM, Muller E. Perceived key injury risk factors in World Cup alpine ski racing--an explorative qualitative study with expert stakeholders. *British Journal of Sports Medicine*. 2012;46(15):1059-1064.
41. Cigrovski, V. (2018). Skijaške kacige: Koriste li u prevenciji ozljeda rekreativnih alpskih skijaša ili ne? – Pregled temeljen na dokazima. *Hrvatski športsko medicinski vjesnik* 33:65-71 Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

## **8. POPIS SLIKA**

Slika 1 Fantomsko stopalo skijaša .....	11
Slika 2. Mehanizam ozljede valgus - vanjska rotacija .....	17
Slika 3. Mehanizam ozljede hiperekstenzija - unutarnja rotacija.....	17
Slika 4. Mehanizam ozljeda uzrokovan skijaškim čizmama.....	18
Slika 5. Mehanizam fleksije, unutarnje rotacije i valgusa zgloba koljena .....	21