

Ozljede koljenog zgloba u alpskom skijanju

Bratanić, Kristian

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:117:104114>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



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)

Kristian Bratanić

**OZLJEDA KOLJENOG ZGLOBA U ALPSKOM
SKIJANJU**

diplomski rad

Mentor:

Doc.dr.sc.Vjekoslav Cigrovski

Zagreb, srpanj 2018.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena 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:

Kristian Bratanić

Sažetak

Ozljede koljenog zgloba u alpskom skijanju

Popularnost alpskog skijanja danas se, na globalnoj razini, procjenjuje na oko 200 milijuna sudionika. Jasno je da takav broj sudionika znači i povećanu potrebu za aktivnom liječničkom brigom i skrbi na samom terenu kao i obližnjim bolnicama.

Cilj ovoga rada je proučiti i ukazati na pojavnost ozljeda u alpskom skijanju kako rekreativnom tako i natjecateljskom kao i dati preporuke za njihovu prevenciju. Detaljno će se opisati vrste ozljeda zgloba koljena koje mogu nastati kod rekreativnih skijaša, te napraviti detaljan opis najčešćih ozljeda zgloba koljena, te liječenje i rehabilitacija u pojedinim slučajevima. Promjene u skijaškoj opremi uzrokovale su promjene u skijaškoj tehnici, a kao posljedica se javljaju i drugačije ozljede koje susrećemo u alpskom skijanju.

Prema faktorima rizika i mehanizmima nastanka ozljeda u skijanju vidljivo je da se prevencija bazira na: razvoju i poboljšanju kvalitete skijaške opreme, poboljšanju fizičke spremne skijaša, edukaciji i osvještavanju skijaša, uređenju skijaških staza i kontroli broja skijaša na skijaškim stazama. Također će se pokušati utvrditi postoji li razlika u vrstama ozljeda kod naprednih skijaša, skijaša početnika i skijaša koji su se posvetili prevenciji ozljeda te rekreativnih skijaša koji alpsko skijanje smatraju tipom zabave.

Ključne riječi: rekreacijsko skijanje, natjecateljsko skijanje, prevencija i nastanak ozljeda

Abstract

Knee injury in alpine skiing

The popularity of alpine skiing today is globally estimated at around 200 million participants. It is clear that such a number of participants means an increased need for active medical attention and care in the field itself as well as nearby hospitals.

The aim of this paper is to study and point out the emergence of alpine skiing injuries, recreational and competition and to give recommendations for their prevention. Detailed description will be made of the types of knee injuries that can occur in recreational skiers, as well as a detailed description of the most common knee injuries and treatment and rehabilitation in some cases. Changes in ski equipment have also caused changes in the skiing technique, and as a result, the injuries we encountered in alpine skiing have changed.

According to the risk factors and the mechanisms of skiing injury, it is evident that prevention is based on: development and improvement of the quality of ski equipment, improving physical fitness for skiers, educating and informing skiers, arranging ski trails and controlling the number of skiers on the slopes. Also they will try to determine whether there is a difference in the type of injury to advanced skiers, beginner skiers and skiers dedicated to the prevention of injuries and recreational skiers who consider alpine skiing as a type of fun.

Key words: recreational skiing, competitive skiing, prevention and injury

Sadržaj

1. UVOD	1
2. POVIJEST SKIJANJA.....	3
3. OZLJEDE KOJE NASTAJU PRI ALPSKOM SKIJANJU.....	8
3.1.Ozljede u alpskom skijanju	8
3.1.1. Unutarnji faktori rizika.....	9
3.1.2.Vanjski faktori rizika.....	10
3.2. Ozljede donjih ekstremiteta.....	12
3.2.1. Fantomsko stopalo.....	13
3.2.2. Nesretna trijada	16
3.2.3. Skakačko koljeno (patelarni tendinitis).....	16
3.2.4. Patelofemoralni sindrom	16
3.3 Koljeno	16
3.3.1. Anatomija koljena	17
3.3.2. Specijalizirani testovi koljena	18
3.3.3. Ozljeda ligamenata koljena	18
3.3.4. Ozljeda meniskusa koljena.....	23
3.3.5.Simptomi ozljede meniskusa.....	24
3.3.6. Menisektomija	25
3.3.7. Šivanje meniskusa	25
3.3.8.Regeneracija nakon šivanja.....	26
3.4.Potencijalni znakovi ozbiljne ozljede koljena.....	27
3.5.Odmor : led : kompresija : podizanje	28
3.6. Vježbe za koljeno	29
4. PREVENCIJA OZLJEDA I PREPORUKE.....	32

5.	ZAKLJUČAK	35
6.	LITERATURA.....	36
7.	POPIS SLIKA	40
8.	POPIS LITERATURE SLIKA.....	41

1. UVOD

Alpsko skijanje izrazito je popularan sport na rekreacijskoj i natjecateljskoj razini. Njegova popularnost utjecala je na razvoj i poboljšavanje uvjeta u kojima se odvija sama aktivnost alpskog skijanja: opreme koja se koristi u natjecateljskom i u rekreativnom dijelu aktivnog bavljenja ovim sportom, sportske-skijaške opreme i pomagala koju koriste pojedinci, povećanja broja školovanih učitelja skijanja, koji su usklađeni na međunarodnoj razini, sustava koji se bave pripremom, osiguravanjem i uređenjem skijaških staza, sustava prijevoza na samom skijalištu i onih koji povezuju obližnja skijališta, popratnih sadržaja na skijaškim terenima, razvoja turističke ponude i kapaciteta (hotelski i apartmanski smještaj, restorani, različite vrste trgovina) i dr.

Alpsko skijanje je najpopularnija, kako natjecateljska tako i rekreativna aktivnost, iz porodice zimskih sportova. Posebno se ta popularnost odnosi na zemlje Europe, Japana, Australije, Novog Zelanda, Kanade, Sjeverne i Južne Amerike. Nagada se sa procjenama broja skijaša u pojedinim zemljama (1, 2, 3). Bere (4) navodi kako je registrirano oko 16 tisuća natjecatelja iz 81 zemlje, a od tog broja se 50% njih natječe u disciplinama alpskog skijanja. Hunter (5) navodi da se procjenjuje kako je 1935. u Sjedinjenim Američkim Državama bilo 10 000 skijaša, do 1946. taj se broj povećao na 100 000; 1976. na 4 milijuna; 1987. na 14,5 milijuna. Procjenjuje se da se taj broj stabilizirao i da ih je u Sjedinjenim Američkim Državama danas između 14 i 15 milijuna, a sveukupno u svijetu oko 200 milijuna.

Danas sva modernija skijališta u svom sustavu, prilikom kupovine karte za skijanje, bilježe osnovne demografske podatke svih korisnika njihovih usluga.

Za Republiku Hrvatsku je poznat podatak da se svake godine na skijanje uputi oko 300 000 ljubitelja zimskog aktivnog odmora. Hrvatska je prepoznata kao izuzetno vrijedan partner u organiziranju jedne međunarodne skijaške utrke – Snježne kraljice na Sljemenu.

Sve veći broj rekreativnih skijaša, sve veća konkurencija u natjecateljskom dijelu programa, ima za posljedicu i posebnu liječničku brigu i skrb tijekom zimske sezone. Velik je broj istraživanja koja govore o povredama i ozljedama u zimskim sportovima ili onima koji se registriraju na skijalištu ili u neposrednoj blizini velikih skijaških centara.

Cilj ovoga rada je ukazati na pojavnost ozljeda u alpskom skijanju. Unutar navedenog cilja detaljno će se opisati vrste ozljeda zglobova koljena koje mogu nastati kod rekreativnih skijaša kako je kojeno zglob koji se najviše ozljeđuje u skijanju na rekreacijskoj razini. Isto tako ovim radom će se opisati i liječenje i rehabilitacija u pojedinim slučajevima, kao i dati preporuke za njihovu prevenciju.

2. POVIJEST SKIJANJA

Najstariji podaci o skijanju bazirani su na arheološkim nalazima. Drvena skija pronađena je oko 1200 km sjeverozapadno od Moskve kod jezera Sindor, a datira iz vremena 5000-6300 godina p.n.e. Kalvträskskidan skija pronađena u Švedskoj datira 5200 godina p.n.e. i može se vidjeti u švedskom skijaškom muzeju. Vefsn Nordland skija, pronađena je u Norveškoj i datira oko 5100 godine p.n.e. Crteži pronađeni na stijenama u Norveškoj prikazuju čovjeka na skijama koji drži štap, a ti crteži su iz vremena oko 4000 godina p.n.e.



Slika 1. Rodnoy, Norveška, lovac na skijama

Na Grendlandu je iskopana skija iz razdoblja oko 1010. godine. Također postoji još i legenda stara oko 8000 godina p.n.e. koja kaže da se u Norveškoj dogodila invazija ljudi na skijama.

Smatra se da se skijalo na području upravne jedinice Da Hinggan Linga u razdoblju 600 godina p.n.e. Danas to područje pripada Kini.

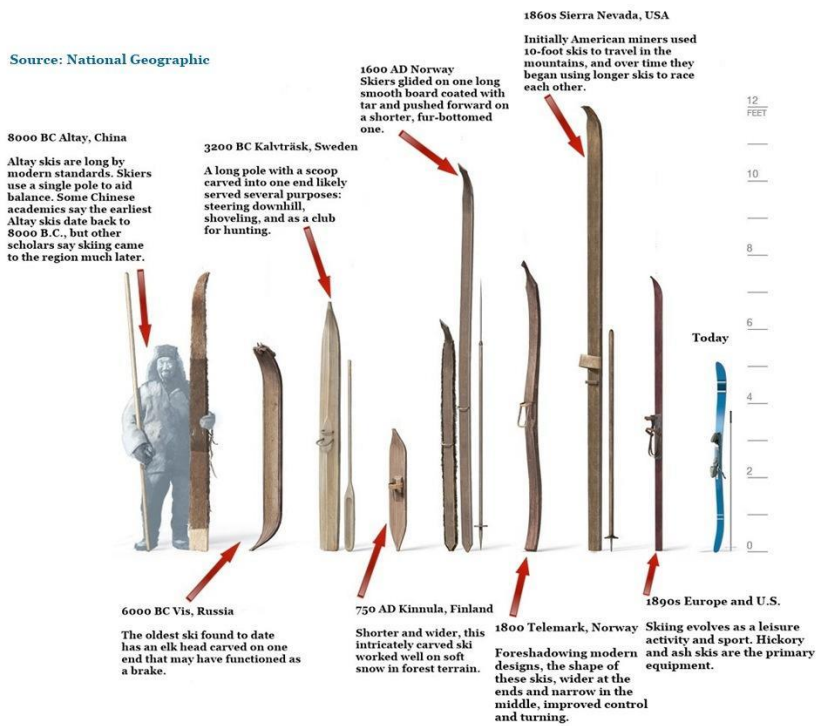
S druge strane, u Japanu postoje gravure u kojima možete promatrati japanske lovce na skijama. U skijaškom muzeju Nozawa nalaze se i antikni skijaški komadi koji pokazuju na crte prvih skija u zemlji.



Slika 2. Japanska gravura, lovac na skijama

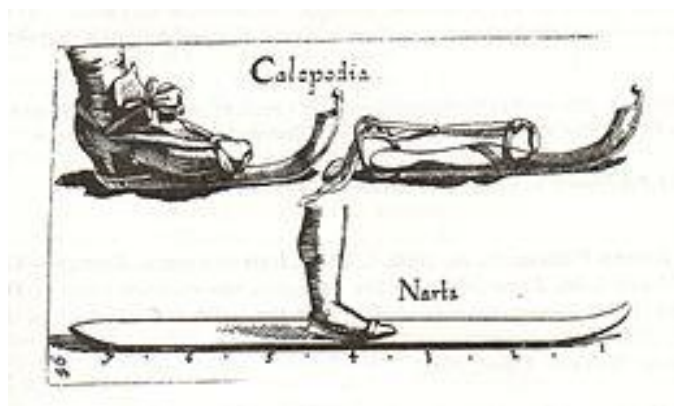


Slika 3. Muzej skijanja Nozawa, Japan



Slika 4. Evolucija skijanja Fotografija: National Geographic

Riječ 'ski' dolazi od norveške riječi "skíð" (skid), koja se prema nekim izvorima tumači kao drveni štap ili skija, odnosno "obložen sa kožom".



Slika 5. Crtež prototipova skija Johanna Nilanta iz 18.st.



Slika 6. FIS Skimuseum Braunlage

Sondre Norheim (1825-1897) iz Norveške smatra se ocem modernog skijanja. Prvi se počeo koristiti nekom vrstom vezova koje je izrađivao od vrbova ili brezova pruća, tako da je mogao učvrstiti cijelo stopalo uz skiju, čime je izazvao pravu revoluciju skijanja i omogućio da se izvedu prvi skijaški skokovi.

Konstruirao je skijaški vez i time omogućio upravljanje skijom tehnikom koju danas nazivamo telemark. (<https://www.sportilus.com/sportopedia/povijest-skijanja/>)

Skijanje kao natjecateljski sport postaje popularan početkom dvadesetog stoljeća. Prva utrka u slalomu održana je u Švicarskoj 1921. godine. Nordijsko skijanje postaje dijelom prvih Zimskih olimpijskih igara 1924. godine, dok je alpsko skijanje na programu zimske Olimpijade od 1936. godine. Natjecanje je održano u Garmisch-Partenkirchenu u Njemačkoj. Međunarodni skijaški savez FIS (Fédération Internationale de Ski) utemeljen je 2. veljače 1924. godine na kongresu u Chamonix-u. Sjedište je u švicarskom Bernu.

Arnold Lunn britanski planinar, skijaš i pisac, krajem 19. stoljeća počinje propagirati disciplinu slalom kao novu formu skijanja (22). Natjecanja su održavana na uređenim stazama sa zaprekama, te se ocjenjivala samo ljepota vožnje. Početkom 20. st. na stazama su postavljane umjetne zapreke, a kasnije su zamijenjene zastavicama. Vremenom se pravila mijenjaju, a najvažnija je brzina prolaska staze, a ne ljepota kao nekad (2).

Alpske natjecateljske skijaške discipline su: slalom, veleslalom, spust, super-veleslalom, alpska kombinacija i paralelna natjecanja. Neslužbeno bi ih mogli kategorizirati na tehničke discipline (slalom i veleslalom) i brzinske discipline (spust i super-veleslalom). Sva pravila te organizacija i kontrola skijaških natjecanja su pod upravljanjem Međunarodne skijaške federacije (FIS) sa sjedištem u Bernu (Švicarska).

3. OZLJEDE KOJE NASTAJU PRI ALPSKOM SKIJANJU

Skijanje na rekreacijskoj razini je doživljaj kojim se u svijetu bavi otprilike oko 200 milijuna ljudi, no isto tako i sport na snijegu sa značajnim rizikom od ozljeda. Od sedamdesetih godina prošlog stoljeća stopa ozljeđivanja značajno je pala: od 5-8 ozljeda na 1000 skijaških dana na današnje 2-3 ozljede. Isto tako, promijenio se karakter ozljeda. Nekad su najčešće ozljede bile one na potkoljenici, a danas je to koljeno te ozljede gornjeg dijela tijela. Smanjenje učestalosti ozljeđivanja može se ponajprije zahvaliti boljoj opremi kao i kvalitetnijem uređivanju skijaških staza.

3.1. Ozljede u alpskom skijanju

Ozljeda u alpskom skijanju obično se definira kao ozljeda za koju se traži medicinska pomoć od liječničke patrole na skijalištu ili u bolnici (4). Zbog promjena u dizajnu skija, vezova i skijaških cipela značajno je pao postotak ozljeda na potkoljenici (najčešće su to bili lomovi potkoljeničnih kostiju), ali se zato povećao postotak ozljeda koljena.

Primjerice, od sedamdesetih do ranih devedesetih godina pojavnost ozljeda prednjeg križnog ligamenta na skijanju narasla je za oko 240%. Ozljede koljena danas čine otprilike 30-40% svih ozljeda u alpskom skijanju. Skijaši koji imaju najveće izgleda za ozljede su oni iznad 55 godina života. Koljeno se najčešće ozljeđuje na strmim i zaleđenim stazama (3).

Učestalost ozljeda kod rekreativnih skijaša obično se izražava kao broj ozljeda na 1000 skijaša/dan. Kod natjecatelja ona se prikazuje kao: broj ozljeda/ozljeđenih skijaša na 100/1000 natjecatelja po sezoni ili kao broj ozljeda na 1000 spustova.

Usporedbe učestalosti teško je direktno sagledati obzirom da definicija, kao i postupak registracije ozljeda jako varira. Bere (4) navodi da je u posljednjih 20 do 30 godina u rekreativnom skijanju broj ozljeda pao. Razna istraživanja pokazuju značajan pad broja ozljeda na skijalištima.

Od 1952. do 1962. (7) su objavili rezultate istraživanja provedenog na prostoru Sun Valleya i Vermonta: učestalost broji i do 7,4 ozljeda na 1000 skijaša/dan. Haddon (8) je na Mount Snow u Vermontu 1961. zabilježio učestalost ozljeda od 5,9 na 1000 skijaša/dan. Pojavnost ozljeda na skijalištima u Vermontu pratila se u još dva istraživanja: Prvo takvo istraživanje od 1972. do 1994. utvrđeno je da 1994. u odnosu na 1972. učestalost pada za 40-44%. Tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća učestalost ozljeda pada na 2,91 Macnab i Cadman (3), ski resort u British Columbia, Canada i 2,5 ozljede na 1000 skijaša/dan (19, 5), i Drugo takvo istraživanje 2006 je zabilježena učestalost od 1,9 ozljeda na 1000 skijaša/dan (9) što je vrlo blizu zabilježenim učestalostima ozljeda na skijalištima u Norveškoj od 1,4 i Austriji od 1,3 (4).

Faktore rizika Meeuwisse i suradnici (13) dijele na one unutarnje (individualne) i vanjske.

3.1.1. Unutarnji faktori rizika

Unutarnji faktori rizika uključuju: dob, spol, taktičke i tehničke vještine, prijašnje ozljede i sklonost izlaganja riziku (engl. risk taking behaviour). Iako nije dokazana povezanost između nastanka ozljede i spola (11) nađeno je da je veća učestalost ozljeda zabilježena u muških skijaša (10) te da žene zadobiju dvostruko više teških ozljeda koljena od muških skijaša dok muškarci češće ozljeđuju rame, glavu i kralježnicu (4).

Made (16) kao razloge za veći broj ozljeda kod žena navodi slabiju muskulaturu i širu zdjelicu koji mogu utjecati na veći valgus koljena, što bi prednji križni ligament učinio podložnijim ozljedi. S druge strane pokazalo se da su muški skijaši rekreativci skloniji rizičnom ponašanju na stazi od ženskih. Pokazalo se da se odnos između dobi i rizika od ozljede mijenja s vrstom i mjestom ozljede (20), primjerice najmlađi su pod većim rizikom za frakturu potkoljenice, a odrasli za ozljedu koljena. Sahlin (14) navodi da su spiralni lomovi potkoljenice češći u mlađih.

Literaturni podaci pokazuju da postoje rizičniji životni periodi i to: jedni navode da su rekreativni skijaši u dobi od 13 do 16 godina pod najvećim rizikom od ozljede (17, 15), a drugi isto navode za skijaše u dobi od 15 do 19 godina starosti (21). U natjecateljskom skijanju ozljede su češće u skijaša starijih od 16 godina (22).

Meyers i suradnici (23) navode kako se 15% ozljeda kod djece zapravo događa zbog nezrelosti mišićno-koštanog sustava, dok se ostali faktori odnose na iscrpljenost, dob, razinu iskustva te neadekvatnu, nepravilno odabranu i loše podešenu opremu.

Skijaško iskustvo jedan je od najvažnijih faktora u zadobivanju ozljeda. Među mlađim skijašima, 40% do 50% ozljeda zadobiju početnici i to najčešće u prvim danima skijanja (24). Za skijaša početnika rizik od ozljede je 4 do 5 puta veći nego za prosječnog skijaša i vjerojatnije je da će se raditi o padu, dok nešto napredniji skijaši najčešće nastradaju zbog skokova (6). Skijaši početnici su pod većim rizikom zbog manjka poznavanja skijaških tehnika, vještine, koordinacije i specifične snage kod iskusnih skijaša (6).

3.1.2. Vanjski faktori rizika

Vanjski faktori rizika odnose se na trenutno stanje na skijaškoj stazi i vremenske uvjete, zatim na zaštitnu opremu na skijaškoj stazi i skijašku opremu samog skijaša (vrsta skije, vez, skijaška cipela, itd.). Više od polovine ozljeda (oko 60%) povezano je sa skijaškom opremom i mnoge od njih se mogu prevenirati (25).

Duljina skija igra važnu ulogu u skijanju. Nađeno je da je i u iskusnih skijaša, veći postotak ozlijeđenih kod onih s duljim skijama (25). Stoga se, pogotovo za skijaše početnike, preporučuju kraće skije.

Skije se isto tako razlikuju po svojoj kvaliteti. Napredniji skijaši kao i skijaši natjecatelji moraju imati skije bolje kvalitete i elastičnosti. Skijaški vez može biti podešen prema tjelesnoj težini, spolu, iskustvu i sposobnostima skijaša. Sigurnosni vez treba imati sistem otpuštanja preopterećene noge koji djeluje iz više smjerova.

Prema istraživanju Johnsona i suradnika (26) uvodi se termin ozljede donjih ekstremiteta povezane sa opremom (engl. "lower extremity equipment related injuries"; LEER) i odnose se na 40% ozljeda.

Takve ozljede događaju se kada skija djeluje kao poluga koja zaokreće i izvija nogu. Ove ozljede su češće kod početnika (20) i to najčešće upravo zato što početnici imaju neadekvatne skijaške vezove i u prosjeku opremu niže kvalitete (25), što se posebno odnosi na djecu koja počinju skijati. Konstrukcija skijaških vezova za dječje skije u prošlosti bila je manje kvalitete od onih za odrasle. Sve to dovelo je do činjenice da su djeca bila 6 do 9 puta podložnija ozljedama donjih ekstremiteta povezanih s opremom nego odrasli skijaši. No pri takvom zaključivanju treba uzeti u obzir i razliku u mehanizmu loma kosti djece i odraslih (25). Moderan vez i nove skijaške cipele smanjile su ozljede potkoljenice i stopala.

Trend koji se odnosi na porast broja ozljeda koljena je u prekasnom ili nedostatnom otpuštanju veza u situaciji pada. Među rekreativnim i profesionalnim skijašima velik je broj neadekvatno namještenih vezova (25).

Rastući broj ozljeda koljena ukazao je na veliku važnost fleksibilnosti skijaških cipela. Cipela s tvrdim stražnjim okvirom loše utječe na koljena. Materijal skijaške cipele ima veliku ulogu u sigurnosti skijaša rekreacijske razine. Nađeno je da se skijaške cipele od termoplastične gume, koje obično koriste djeca i početnici, brže istroše i oštete te posljedično uzrokuju veće trenje u kontaktu s vezom. Ove skijaške cipele zabranjene su u Norveškoj i Švedskoj već dugi niz godina. Stoga se preporučuju cipele od materijala niskog trenja, kao što je polietilen.

3.2. Ozljede donjih ekstremiteta

Ozljede donjih ekstremiteta zauzimaju i do 50% svih ozljeda u alpskom skijanju (4). Ozljede stopala i potkoljenice sve su rjeđe, a ozljede koljena i gornjih ekstremiteta sve češće (4, 9). Prema spolu, ozljeda koljena kod žena zauzima skoro 50% svih ozljeda, a kod muškaraca oko 30%.

Kod natjecatelja ozljede koljena odnose 39% svih ozljeda, a broj postotak raste čak i do 60% među težim ozljedama (28). Ozljeda prednjeg križnog ligamenta najčešća je ozljeda kako u rekreativnom tako i u profesionalnom skijanju.

Dominantan faktor nastanka ozljeda prednjeg križnog ligamenta su upravo tehničke i strateške pogreške skijaša. Prednji križni ligament pruža otpor anteriornoj translaciji i medijalnoj rotaciji kao i varus-valgus angulacijama tibije.

Alpsko skijanje jedan je od glavnih uzroka ruptura prednjeg križnog ligamenta (29). Ruptura prednjeg križnog ligamenta i medijalnog kolateralnog ligamenta najčešće su ozljede, i to 30% kod muškaraca i više od 50% kod žena (27, 30, 31).

Najčešći način nastajanja ozljede (prednjeg križnog ligamenta) u skijanju su nagle promjene smjera donjih ekstremiteta u odnosu na ostatak tijela što zglob koljena i ligamente stavlja u položaj visokog preopterećenja. Mehanizmi ozljeda koljena nisu isti u rekreativnom i natjecateljskom skijanju. U rekreativnom skijanju razlikujemo (Slika 7.): "fantomsko stopalo" ("valgus sa unutarnjom rotacijom"); (Slika 8.): "cipelom uzrokovana prednja ladica" (engl. "boot induced anterior drawe", BIAD) i (Slika 9.): "valgus s vanjskom rotacijom".

U natjecateljskom skijanju, prema analizi Bahr i suradnici (12) razlikujemo: 1. "klizni mehanizam" (engl. "Slip-Catch"); 2. "narušena ravnoteža" (engl. "Landing Back-Weighted") i 3. "dinamički plug" (engl. "Dynamic Snowplow"). Cipelom uzrokovana prednja ladica kod skijaša rekreativaca i narušena ravnoteža kod natjecatelja isti su mehanizmi s različitom težinom te će biti opisani zajedno.

3.2.1. Fantomsko stopalo

Fantomsko stopalo (valgus sa unutarnjom rotacijom) najčešći je mehanizam ozljede prednjeg križnog ligamenta u rekreativnom skijanju. Skijaš je okrenut prema padini i izvan ravnoteže u padu na nazad s kukovima ispod koljena i raširenim skijama. Ozljeda u tom položaju nastaje kad donja/vanjska skija s gornjim/unutrašnjim bočnim rubnikom zahvati snijeg. Koljeno je na silu rotirano na unutra i u jako flektiranom položaju. Skija se ponaša kao poluga koja okreće i savija koljeno u valgus, stoga se naziva "fantomsko stopalo" (19). Kako se uvidjela velika sličnost između "cipelom uzrokovane prednje ladice" u rekreativnom i "narušene ravnoteže" u natjecateljskom skijanju (32), mnogi autori preferiraju naziv "narušene ravnoteže", jer situacija uključuje više različitih opterećenja od same prednje ladice na skijaškoj cipeli (33, 34). Ovaj mehanizam nastaje pri skokovima. Natjecatelj u doskoku prizemljuje se na gotovo ekstenzirana koljena s težinom tijela prema natrag i opterećenjem na stražnjem dijelu skije (32). U trenutku prizemljenja stražnji dio skije prvi udara na podlogu. Opterećenje se prenosi sa skija, vezova i cipela na skijaša što, s obzirom da težište tijela zaostaje za nogama, rezultira povlačenjem tibije u odnosu na femur prema naprijed te dovoljnim opterećenjem da ozljedi prednji križni ligament. To nije jedini mehanizam koji pridonosi ozljedi u ovoj situaciji.

Prema ranijim teorijama ozljeda prednjeg križnog ligamenta nastaje kombinacijom "cipelom uzrokovane prednje ladice" i tibiofemoralne kompresije (32, 4). Moguće je da skijaš u pokušaju vraćanja ravnoteže, zbog svoje snage i vještina, prejakom ekscentričnom kontrakcijom mišića quadricepsa pretjerano optereti prednji križni ligament (4). Kako se mišić quadriceps aktivira u padu na nazad kako bi povratio ravnotežu povlači tibiju naprijed. Aktivnost mišić hamstringsa manja je od aktivnosti mišića quadricepsa. S koljenom u fleksiji koja je manja od 50° prednji križni ligament je pod velikim opterećenjem. Aktivnost hamstringsa zaštitila bi prednji križni ligament. Pokazalo se da je aktivnost mišića hamstringsa u padu na nazad veća u fleksibilnijoj nego u krutoj skijaškoj cipeli. Hiperflexia još je jedan od mogućih faktora koji opterećuje prednji križni ligament u ovoj situaciji (4).

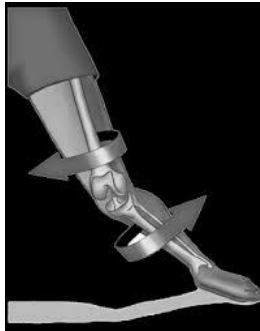
Zaključno, skijaš izvan ravnoteže u stražnjoj poziciji s konvencionalnom cipelom s tvrdim stražnjim okvirom može ozlijediti prednji križni ligament na nekoliko načina: "fantomsko stopalo", "cipelom uzrokovane prednje ladice", silovita kontrakcija mišića quadricepsa, smanjena aktivnost mišića hamstringsa u odnosu na mišić quadriceps ili hiperfleksija koljena. "Valgus s vanjskom rotacijom" je najčešći mehanizam ozljede prednjeg križnog ligamenta među skijašima rekreativcima nakon uvođenja carving skija. Nastaje pri padu na naprijed kada prednji dio skije zahvati snijeg i rotira se prema van, forsirajući koljeno u vanjsku rotaciju tibije i valgus (4). To primarno vodi do ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta, ali uključuje i prednji križni ligament u 20% slučajeva (4). Ima naznaka da kraći stražnji dio carving skije ima utjecaja na distribuciju mehanizma ozljede prednjeg križnog ligamenta pada unazad (fantomsko stopalo, valgus s unutarnjom rotacijom) na pad na naprijed (valgus s vanjskom rotacijom) (9), no treba se interpretirati s oprezom, jer se istraživanje radilo pomoću retrospektivnih upitnika.



Slika 7. Ozljeda koljena mehanizmom „fantomskog stopala“



Slika 8. Ozljeda koljena mehanizmom „skijaške cipele“



Slika 9. "valgus s vanjskom rotacijom"

Ne zna se da li se ovakvi mehanizmi ponavljaju i kod natjecatelja s obzirom da su znanje, iskustvo i kondicijska pripremljenost na višem nivou, oprema agresivnija i teren izazovniji (4). "Klizni mehanizam" i "dinamički plug" drugačiji su od mehanizama rekreativnih ozljeda koljena. Oba su karakterizirana unutarnjom rotacijom i valgusom kao posljedicom iznenadnog kontakta unutarnjeg ruba skije i podloge. Oba nastaju kao posljedica tehničkih i taktičkih pogreška natjecatelja.

Najčešći mehanizam nastanka ozljede koljena u natjecateljskom skijanju je "klizni mehanizam". Situacija kojoj dosljedno prethode tehničke i taktičke pogreške. Skijaš je u zavoju izvan ravnoteže prema nazad i/ili prema unutra u vrijeme ozljede. Gubi oslonac na vanjskoj skiji. Pri pokušaju da skiju vrati na podlogu skijaš pruža nogu. Vanjska skija iznenada zahvaća unutarnji rub skije, forsirajući koljeno u valgus i unutarnju rotaciju što skijaša izbacuje iz pravca kretanja prema nazad i na drugu stranu.

U stojećoj poziciji s neprimjereno raspodijeljenom tjelesnom težinom, neopterećena će skija skrenuti u stranu od centra tijela. Opterećena skija će se prebaciti na unutarnji rub te zahvatiti površinu snijega. Unutarnja rotacija i valgus koljena skijaša će dovesti u poziciju pluga, stoga i ima naziv "dinamički plug". Može se zaključiti kako i mehanizam "fantomskog stopala" uključuje unutarnju rotaciju i valgus koljena (32). Čini se kako su unutarnja rotacija i valgus, ključne komponente ozljede prednjeg križnog ligamenta u alpskom skijanju (4).

3.2.2. Nesretna trijada

Ime se odnosi na uganuće koje uključuje tri strukture koljena, a to su: medijalni kolateralni ligament, prednji križni ligament i medijalni meniskus. Do ozljede najčešće dolazi kada bočna sila udari u koljeno dok je stopalo fiksirano na tlu. Ovisno o teškoći ozljede oporavak varira od uobičajene fizikalne terapije do operacije (34).

3.2.3. Skakačko koljeno (patelarni tendinitis)

Tetiva "čashiće" ili patele, koja je produžetak tetive kvadricepsa, spaja "čashiću" s potkoljениčnom kosti. Ova tetiva omogućava mišiću kvadricepsa da ispravi nogu. Zbog učestalog naprezanja na tetivi se stvaraju mikro-frakture što rezultira upalom i boli. Stoga se upala ove tetive naziva patelarni tendinitis ili skakačko koljeno (34).

3.2.4. Patelofemoralni sindrom

Kada "čashića" koljena ili patela pravilno ne prelazi preko natkoljениčne kosti, uzrokuje bol u zglobu koljena za vrijeme alpskog skijanja (34).

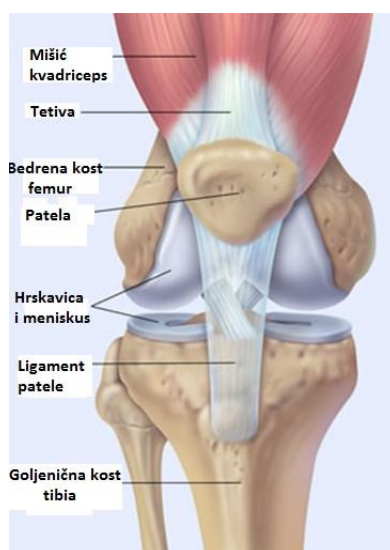
3.3 Koljeno

Zglob koljena jedan je od najvećih na našem tijelu. Sastoji se od dvije kosti: potkoljениčne i natkoljениčne kosti koje su povezane četirima jakim ligamentima. Ligamenti stabiliziraju i kontroliraju pokrete zgloba koljena. Između kosti se nalazi ovalni jastučić hrskavice (nalik želatini) koji se još naziva i meniskus. Sve su ove strukture podložne ozljedama u alpskom skijanju.

Ozljeda zgloba koljena najčešća je ozljeda u alpskom skijanju među svim dobnim kategorijama skijaša i posebno je podložan ozljedi za vrijeme skijaških aktivnosti. Većina ozljeda koljena pri skijanju može se liječiti na tradicionalan način: odmor, led, imobilizacija i fizikalna terapija. Međutim, neke ozljede zgloba koljena zahtijevaju kiruršku intervenciju. Ova je procedura poznata kao operacija niskog rizika i može se izvesti i bez dugotrajne hospitalizacije (34).

3.3.1. Anatomija koljena

Već smo spomenuli kako je zglob koljena jedan od naših najvećih zglobova i povezan je četirima ligamentima i svaki služi za ograničavanje pokreta koljena u raznim smjerovima i pružaju stabilnost zglobu. Povreda pri skijanju bilo kojeg od tih ligamenata koljena uzrokuje jaku bol i neugodu (34).

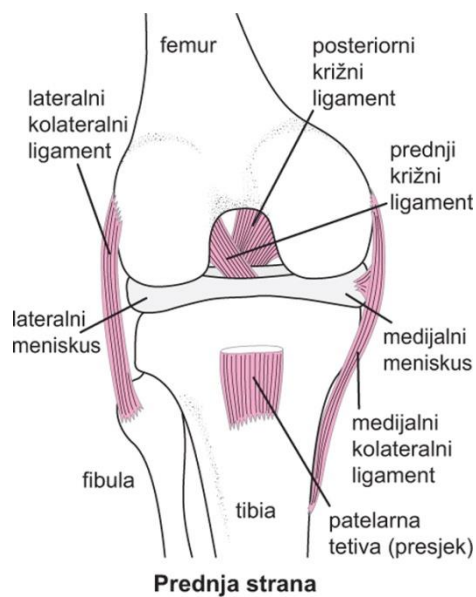


Slika 10. Koljeno

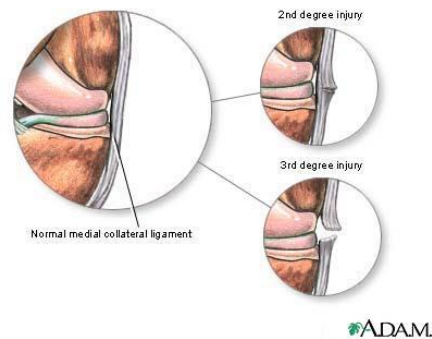
3.3.2. Specijalizirani testovi koljena

Fizikalni terapeuti često dijagnosticiraju određene ozljede nakon temeljitog fizikalnog pregleda. Postoje razni testovi, svaki je specifičan za određenu vrstu ozljede. Testovi kojima se dijagnosticira oštećenje ligamenta uključuju: test prednje ladice, Lachmanov test i varus-valgus test. Opuštenost u jednom od ovih pokreta rezultira pozitivnim testom i time ukazuje na oštećenje određenog ligamenta (34).

3.3.3. Ozljeda ligamenata koljena



Slika 11. Ozljeda na skijanju – ligamenti koljena



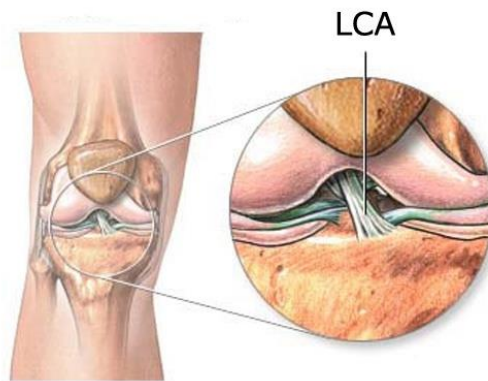
Slika 12. Medijalni kolateralni ligament

Koljena su vrlo sofisticirani zglobovi između femora (tzv. butne kosti, natkoljenice) i kosti potkoljenice, tibie. Sam zglob osim patele, male kosti koja se nalazi s prednje strane koljena sadrži i četiri važna ligamenta, dva križna (prednji i stražnji) građena pretežno od kolagena uz visoki sadržaj elastinskih vlakana, medijalni kolateralni te lateralni kolateralni ligament.

Osim ligamenata tu se nalaze i strukture vezivnog tkiva, hrskavični meniskusi (medijalni i lateralni), koji služe da bi smanjili trenje između završetaka femora i tibie. Medijalni kolateralni ligament (Medial collateral ligament - MCL) proteže se uz unutarnju stranu koljena vertikalno i ima ulogu sprečavanja savijanja koljena prema unutra. Lateralni kolateralni ligament (Lateral collateral ligament - LCL) pruža se vertikalno uz koljeno sa vanjske strane i ima ulogu sprečavanja savijanja koljena prema van.

Prednji križni ligament (anterior cruciate ligament - ACL) leži unutar samog koljena i sprečava koljeno da se izbacila iz zgloba te da tibia ima preveliku slobodu gibanja unaprijed u odnosu na femor, te daje koljenu rotacijsku stabilnost. Stražnji križni ligament (posterior cruciate ligament – PCL) radi u kooperaciji s prednjim i također se nalazi unutar koljena. Sprečava odvajanje femora i tibie te podvlačenje tibie iza femora. Prednji i stražnji križni ligamenti unutar koljena tvore strukturu koja ima oblik slova x, otuda naziv križni.

Većina ozljeda koljena u alpskom skijanju odnosi se na ligamente, a najčešće je to medijalni kolateralni ligament. Ovo se često događa skijašima početnicima pri plućenju ili kod pada zbog križanja skija. Osnovni simptom bit će bol s unutarnje strane koljena, pogotovo prilikom oslanjanja na nogu. Istegnuća i rupture medijalnog kolateralnog ligamenta čine 20-25% svih ozljeda u alpskom skijanju, a odmah ispod njega po učestalosti je prednji križni ligament sa 10-15% svih ozljeda u alpskom skijanju.



Slika 13. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta

Ozljeda prednjeg križnog ligamenta često je kombinirana s ozljedama drugih struktura u koljenu, najviše medijalnim kolateralnim ligamentom i medijalnim meniskom. Najčešće se događa u situacijama kad se skijaš pokušava podići nakon pada, a još klizi niz strminu, prilikom pokušaja hvatanja izgubljene ravnoteže ili prilikom pokušaja da se sjedne nakon gubljenja kontrole nad skijama.

Drugi mehanizam nastanka ozljede je gubitak ravnoteže neposredno prije skijaškog skoka, odnosno pomak težišta prema natrag dok su noge potpuno ispružene. Rezultat je preveliko opterećenje stražnjeg dijela skije koje djeluje na stražnji dio pancericice, a ona opet gura mišić soleusa prema naprijed, odnosno potkoljenična kost (tibia) bježi ispred natkoljenične (femur) i ako je sila prevelika puca prednji križni ligament koji normalno sprečava taj pokret. Treći mogući scenarij je nagli udarac u stražnju stranu potkoljenice što se obično dogodi ako se netko zaleti u skijaša, npr. udarac nakon sudara s daskašem na snijegu.

Ozljede ligamenata u koljenu mogu se stupnjevati od 1 do 3 što ovisi o oštećenju ligamenta kao i posljedičnoj nestabilnosti zgloba. Kod prvog stupnja ozljede ligamenta nema nestabilnosti zgloba i radi se tek o manjem puknuću. No, treći stupanj označava kompletnu rupturu ligamenta i nestabilnost zgloba.

Osim ta dva ligamenta, često strada i lateralni meniskus, a nešto rjeđe medijalni (5%-10%). Uglavnom se to događa u kombinaciji s ozljedom nekog od prethodno navedena dva ligamenta. Uzrok je rotacijska sila koja djeluje na savinuto, opterećeno koljeno. Nakon ozljede meniskusa glavni simptom je bol, ali ne mora ga pratiti značajno oticanje koljena. Moguće je blokiranje koljena, odnosno nemogućnost potpunog ispravljanja koljena. Tretman kod blokiranog koljena je obično rana artroskopija i evakuacija otrgnutog dijela meniskusa.

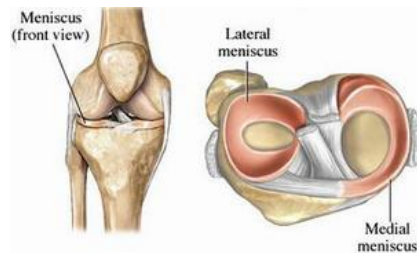
Ozljeda prednjih križnih ligamenata je dosta česta pogotovo kod osoba koje se bave nogometom, košarkom ili alpskim skijanjem. Do ozljeda koljena skijaša dolazi u situacijama u kojima koljeno pretrpi udarac sa strane, prilikom naglog zaustavljanja ili doskoka uz rotaciju gornjeg dijela tijela u odnosu na potkoljenicu. U takvim situacijama ligamenti mogu napuknuti ili se istegnuti (tzv. rupturi ili lezije), ali mogu i skroz puknuti. Osim bolova, simptomi su oticanje koljena u roku od 6 sati, te nestabilnost koljena, pogotovo kod naglijih pokreta. Važno je naglasiti da ukoliko dođe do puknuća ligamenata, nestabilnost koljena ne mora se pokazati u ranoj fazi zbog zgrčenosti okolnih mišića koja može smetati testovima nestabilnosti koljena. Prva pomoć je jednostavno mirovanje, hladni oblozi i držanje noge na povišenom dok ne splasne otok i zgrčenost mišića kao redovita kompenzacija organizma na ozljede ligamenata. Ukoliko se dogodi opisana ozljeda dijagnostički postupci su RTG, možda UZV, a ako se sumnja na ozbiljnu dijagnozu, jedna od najsigurnijih pretraga je magnetska rezonancija (MR) na kojoj će se osim eventualnih oštećenja ligamenata vidjeti i oštećenja hrskavice. No, MR-u vrlo će vjerojatno prethoditi pozitivan Lachmanov test.

Ozljedu prednjeg križnog ligamenta često prati ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta i medijalnog meniskusa zbog pojačane slobode i proklizavanja koljena, tzv. Nesretna trijada. Ako je dijagnosticirano puknuće prednjeg križnog ligamenta, operacija je neizbježna, a nakon toga duga rehabilitacija želite li opet skijati. Rekonstrukcija se najčešće provodi tako da se artroskopski na mjesto puknutog prednjeg križnog ligamenta ugradi dio patelarne tetive (koja povezuje patelu sa tibiom) ili dio kvadricepsa. Puknuti križni ligament se ne može jednostavno zašiti. Ozljede križnih ligamenata danas nisu rijetke, pogotovo kod ljudi koji su tjelesno aktivni, a posebno oni koji se bave alpskim skijanjem.

Stražnji križni ligament se ne ozljeđuje toliko često kao njegov partner, a ozljede najčešće nastupaju kao posljedica prejakog savijanja noge ili jakog udarca u koljeno sa prednje strane. Ozljede se manifestiraju u vidu neprirodnog savijanja koljena. No, kako pacijenti nemaju uvijek osjet nestabilnosti, operacija nije uvijek neophodna, a većina se skijaša vrati nakon fizikalne terapije. Operativni zahvat se primjenjuje jedino u slučajevima kada prilikom puknuća ligament odvoji i dio femora. Medijalni i lateralni ligamenti se ne operiraju, ako se radi o manjim rupturama konzervativni pristup (mirovanje, led, elevacija, bandaža) kojoj slijedi fizikalna terapija najčešće daje dobre rezultate. Nerijetko se određeno vrijeme nakon ozljede nose i razne ortoze. Ako je došlo do potpunog puknuća kolateralnog ligamenta može biti potrebna operacija iako se njoj rijetko pribjegava.

Zato treba ozbiljno shvatiti savjete koji se tiču zagrijavanja prije početka skijanja, procjene terena i vlastite umješnosti skijanja te savjete o svojevrsnim pripremama prije samog odlaska na skijanje. Za jačanje ligamenata i hrskavice velik broj specijalista preporuča glukozamin-sulfat, kondroitin-sulfat i kolagen, ali prije uzimanja bilo kojeg od preparata savjetujemo konzultiranje liječnika.

3.3.4. Ozljeda meniskusa koljena



Slika 14. Oblik i pozicija meniska

Menikusi kao svojevrsni amortizeri i kontrolori trenja između kostiju u koljenu donose manje ozbiljne ozljede, iako bolne i neugodne, a često su posljedica ozljede ligamenata koljena. Predstavljaju dio koljena koji se najčešće ozljeđuje. Građeni su u obliku slova C i nalaze se sa vanjske (kolateralni) i unutarnje (medijalni) strane svakog koljena. Meniskus ima nekoliko funkcija:

Stabilnost - kao sekundarni stabilizatori, ako su u dobrom stanju djeluju kao stabilizatori ligamenata, a najefikasniji su kad su okolni ligamenti također neoštećeni.

Podmazivanje i čuvanje kostiju - budući da djeluju kao svojevrsni odjeljivači između femora i tibie sprečavaju trenje i oštećivanje između te dvije kosti i omogućuju difuziju zglobne tekućine koja prekriva krajeve kostiju i na taj ih način štiti i u zrelijim godinama sprečava artritis.

Apsorbiranje i amortizacija udaraca - meniskusi sprečavaju djelovanje jakih sila direktno na zglobnu hrskavicu i na taj je način čuva. Ozljede najčešće nastupaju pri jakom i naglom zakretanju koljena, posebice kad je težina cijelog tijela na jednoj nozi, odnosno koljenu koje se okreće/savija (odnosno kad se tibia i femor po vertikalnoj osi zakreću u suprotnim smjerovima). Tada se meniskus može naći između femora i tibie i dolazi do oštećenja ili pucanja meniskusa. Vrlo često prati ozljede prednjeg križnog i/ili medijalnog ligamenta koljena.

3.3.5.Simptomi ozljede meniskusa

Često se sa puknutim ili oštećenim meniskusom skijaš može čak i normalno kretati. No, nekoliko dana nakon ozljede može doći do ukrućivanja koljena i oteklina, nakupljanje tekućine (tzv. voda u koljenu), i naravno, bol. Bez tretiranja ozljede, okrhnuti dio meniskusa može slobodno šetati po zglobu uzrokujući često ukočenost koljena obično pri 45 stupnjeva. Kad posjetite doktora, on će vas vjerojatno uputiti na RTG snimanje i naposljetku eventualno na MR. Meniskus može (na)puknuti na nekoliko načina- longitudinalno, kao što se događa većini skijaša, a rjeđe puca radijalno.

Lakše ozljede se tretiraju na konzervativan način klasičnim i svima dobro poznatim metodama: mirovanjem, hladnim oblogama, elevacijom noge i anti inflamatornim (protiv upala) analgeticima. Vanjske strane meniskusa su prokrvljene, što znači da se manje ozljede s vanjske strane mogu zaliječiti same od sebe i to manja puknuća jednostavnim mirovanjem.

No, u slučaju potpunog puknuća ili ozljeda koje nisu s vanjskih perifernih strana i odvajanja fragmenata meniskusa, bit će potrebna operacija, imobilizacija i nakon toga neizbježna rehabilitacija. Operacija meniskusa spada u rutinske stvari i nakon artroskopskog zahvata, samo od operacije meniskusa možete se potpuno oporaviti u prosjeku u roku četiri tjedna, no rehabilitacija i oporavak mogu potrajati dulje ovisno o stupnju ozljede i složenosti operativnog zahvata.

3.3.6. Meniscektomija

Metoda liječenja kojom se zglob koljena ne otvara nego se kroz mali otvor uvodi artroskop (kamera) s jedne strane i posebno dizajniran instrument s druge, takvim postupkom se odstrani samo oštećeni dio meniskusa. Ako je ikako moguće, ozlijeđeni dio meniskusa se šiva i tako čuva njegov integritet, što je povoljno za kasniju funkciju koljenog zgloba. Dugo je godina jedina metoda liječenja bila djelomična ili totalna meniscektomija, no ubrzo se uvidjelo da se meniskus ne regenerira, nego samo reparira i može narasti najviše do jedne trećine normalna volumena, što nije dovoljno za njegovu normalnu funkciju (slika 15). Sve to upućuje na potrebu izbjegavanja meniscektomije kad god je to moguće, a ako se ipak mora učiniti, preporučuje se ukloniti samo rupturirani dio meniskusa.

3.3.7. Šivanje meniskusa

U usporedbi s meniscektomijom, šivanje je tehnički zahtjevniji postupak koji produžuje operacijski zahvat, zahtijeva poznavanje nekoliko različitih tehnika šivanja meniskusa, a pretpostavlja tehničke preduvjete dostupnosti operacijskog instrumentarija. Nažalost, nije moguće zašiti svaku rupturu meniskusa. Za šivanje rupturiranog meniskusa nužno je poznavati njegovu prokrvljenost. Kako je za cijeljenje rupturiranog meniskusa prijeko potrebna opskrba krvlju, jasno je kako je za šivanje najpogodnija periferija meniskusa, koja je najbolje prokrvljena. Pri donošenju odluke o šivanju meniskusa važno je uzeti u obzir vrstu rupture. Za šivanje su najpogodnije uzdužne rupture u vaskularnoj zoni i rupture na meniskokapsularnom spoju.

Indikacija je upitna kod poprečnih, horizontalnih ruptura, ruptura u obliku flapa, te različitih degenerativnih ruptura. Bitna je i kvaliteta meniskusa, koji ne smije biti rastrgan ili degenerativno promijenjen. Za šivanje meniskusa najpogodniji su mlađi pacijenti (mlađi od 40, a po nekim autorima od 50 godina) sa svježom ozljedom meniskusa, po mogućnosti ne starijom od dva mjeseca. Ukoliko nema ozljede križnih ligamenata ili uz rekonstrukciju prednje križne sveze, ako postoji njezina ruptura. U praksi se pokazalo da samo 10% oštećenih meniskusa zadovoljava sve navedene kriterije za šivanje.



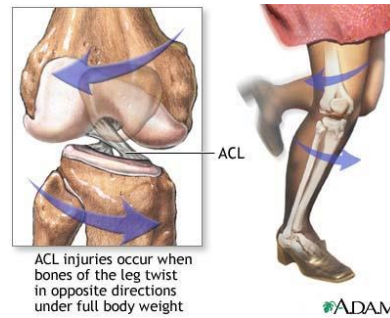
*Slika 15. Dugačka uzdužna ruptura medijalnog meniska s inkarceracijom (ukliješten menisk);
učinjena subtotalna meniscektomija*

3.3.8. Regeneracija nakon šivanja

Bitna je razlika u rehabilitacijskom postupku nakon meniscektomije ili nakon šivanja meniskusa. Rehabilitacijski postupak nakon meniscektomije je brz, u pravilu minimalno bolan, i bolesnici se brzo vraćaju u punu radnu i sportsku aktivnost, u pravilu nakon tri do četiri tjedna. Za šivanje meniskusa bolesnik mora biti motiviran, jer dulje traje poslije operacijska rehabilitacija.

Nažalost, zbog toga se mnogi natjecatelji u alpskom skijanju ne odlučuju za ovaj način liječenja. Rehabilitacija se nakon šivanja meniskusa sastoji u ograničavanju fleksije (pregibanja) i sprječavanju rotacije koljena. Prva dva tjedna kretanja se ograniči ortozom na $0^{\circ}/30^{\circ}$, treći tjedan na $0^{\circ}/50^{\circ}$, a nakon toga $0^{\circ}/90^{\circ}$. Nakon četiri tjedna postupno se dopušta puna fleksija, a zabranjeni su čučnjevi i klečanje. Hodanje je dopušteno odmah nakon operacije. Tri mjeseca nakon operacije zabranjene su rotacije u koljenu, poput skoka, doskoka i trčanja s promjenom smjera. Trčanje bez promjene smjera dopušta se nakon tri mjeseca, a kontaktni sport s rotacijom nakon šest mjeseci. Ako je uz šivanje meniskusa učinjena i rekonstrukcija prednje križene sveze, tada se rehabilitacijski postupak ne razlikuje u odnosu na ubrzanu rehabilitaciju nakon rekonstrukcije prednje križne sveze, i ortoza nije potrebna (45).

3.4.Potencijalni znakovi ozbiljne ozljede koljena



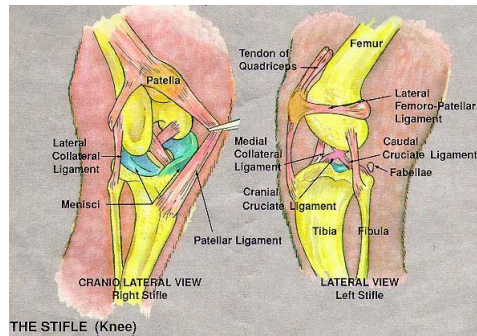
Slika 16. Mehanizam povrede meniskusa(55)

- očit deformitet zgloba koljena
- nesposobnost da opteretimo koljeno (nemogućnost hodanja i stajanja za ozlijeđenoj nozi)
- vrlo jak otok koljena u roku od nekoliko sati
- blokiran zglob (nemogućnost potpunog savijanja ili ispravljanja potkoljenice)
- jaka bol na pritisak

Ukoliko primijetite bilo koji od ovih znakova nakon skijanja bilo bi poželjno da se odmah javite liječniku.

Ako ste se vratili sa skijališta i boli vas koljeno te primijetite laganu otečenost vjerojatno se radi o blažoj ozljedi koljena. Simptomi će se u tom slučaju javiti u prvih 24 sata od nastanka ozljede. Ukoliko primijetite da vam zglob jako otiče u prva dva sata od trenutka nastanka ozljede to označava da postoji krvarenje u koljenu što, na žalost, u 75% slučajeva označava ozljedu prednjeg križnog ligamenta u koljenu.

3.5.Odmor : led : kompresija : podizanje



Slika 17. Lakše ozljede koljena(55)

Kod lakših ozljeda koljena uvijek se koristi RICE princip (kao i kod svih lakših sportskih ozljeda). On uključuje R – rest (odmor), I – ice (led), C – compression (kompresija elastičnim zavojem) i E – elevation (podizanje ozlijeđenog dijela tijela). Mogu se uzimati nesteroidni protuupalni lijekovi poput Voltarena (ako ih smijete koristiti) kroz nekoliko dana, kao i lokalne kreme i gelovi (npr. Polar Ice, Deep Relief i sl.), no ako niste baš sigurni da je ozljeda bezopasna najbolje je konzultirati stručnjaka. Nije dobro koristiti različite steznike na svoju ruku jer njihova kontinuirana upotreba može još dodatno smanjiti stabilnost koljena.

Dijagnoza se najčešće može donijeti već na temelju vašeg opisa simptoma i detaljnog opisa pada ili pokreta koji je doveo do pojave boli, a nakon nekoliko testova već se poprilično pouzdano može odrediti koja je struktura u koljenu pogođena. Najtočniju sliku stvari daje magnetska rezonancija koja dobro prikazuje meke strukture unutar zgloba.

Danas se ruptures ligamenata kod mladih i aktivnih skijaša u pravilu liječe operativno - artroskopski. Možete odabrati opciju konzervativnog liječenja koje uključuje program jačanja kvadricepsa koji će djelomično nadoknaditi stabilnost koljena koja je izgubljena puknućem ligamenta. Ta opcija nije loša za nekoga tko nije pretjerano tjelesno aktivan i živi normalnom životom. No, uspješnost bavljenja skijanjem kod natjecatelja, gdje postoje brze promjene smjera kretanja vrlo je upitna uz veliku vjerojatnost problema s koljenom.

Nestabilno koljeno donosi nekoliko puta veći rizik od ponovne ozljede koja je onda često i teža.

Skijanje bez prednjeg križnog ligamenta povećava rizik od ozljeda čak šest puta, dok s rekonstruiranim ligamentom to pada na tri puta više od skijanja sa zdravim koljenima. Skijašima koji nemaju prednji križni ligament često se preporučuje upotreba ortoza koje stabiliziraju koljeno prilikom skijanja i ostalih sportskih aktivnosti.

3.6. Vježbe za koljeno

Vježbe nakon artroskopije

Nakon artroskopije važno je odmah početi s vježbanjem koljena ne bi li se vratila snaga i puni opseg pokreta. Prve bi vježbe trebale biti bez opterećenja i trebale bi se fokusirati na lagano ispravljanje i povećanje raspona pokreta zgloba.

Jačanje mišića nogu

Bazična kondicijska priprema logičan je nastavak višestrane kondicijske pripreme. Koriste se vježbe operećenja i metoda rada za potpuni razvoj kondicijskih sposobnosti o kojima najviše ovisi rezultat u određenom sportu. Ta priprema podrazumijeva selektivno povećanje funkcionalnih kapaciteta različitih organa i organskih sustava, poboljšavanje živčano - mišićne kordinacije, povećavanje jakosti/snage, brzine, gibljivosti, ravnoteže i agilnosti kao temeljnih kondicijskih sposobnosti.

Vježbe koje se koriste u bazičnoj i kondicijskoj pripremi ne sadrže strukture kretanja izabranog sporta, već mogu biti posuđene iz programa treninga drugih sportova. (44)

Veliki izbor bazičnih vježbi za jačanje mišića nogu koje nam omogućuju prevenciju ozljeda zgloba koljena u alpskom skijanju. Neke od vježbi su:

- a) čučanj (uski, široki, podčučanj, čučanj do 90°, duboki čučanj i drugo),
- b) iskorak (u mjestu, naprijed, natrag, u stranu, i drugo),
- c) nabačaj,
- d) trzaj,
- e) podizanje na prste (u sjedu, na smith mašini i drugo),
- f) razne varijante izdržaja uz zid ili na podu (plank, wall slides)
- g) razne varijate skokova (u mjestu, naprijed, natrag, u stranu i drugo)
- h) vježbe na trenažerima (nožni potisak, nožna ekstenzija i drugo),
- i) cardio (bicikl, trčanje i drugo),
- j) vježbe za razvoj ravnoteže i drugo

Također uz bazične vježbe izvodimo i neke specifične vježbe uz pomoć simulatora, pilates lopti, ploče za izbacivanje iz ravnoteže, bučice, girija, guma, i drugih sportskih pomagala.

Specifična kondicijska priprema ima za cilj razvoj najvažnijih sposobnosti i osobina i postizanje prilagodbe na specifične zahtjeve pojedinog sporta. Specifična kondicijska pripremljenost će omogućiti brže, okretnije i dugotrajnije izvođenje strukture kretanja sportaša pomoću vježbi koje su slične pojedinim tehničkim elementima sportske grane. (44)

Treningom na pro ski simulatoru, uz poboljšanje skijaške tehnike i unaprijeđenja aerobnog kapaciteta, razvijaju se i oblikuju specifične mišićne skupine koje se koriste u alpskom skijanju. To su noge, stražnjica, trbuh i donji dio leđa, a kod izvođenja naprednih vježbi na simulatoru aktiviraju se i gornji dijelovi tijela.

Postoji više vrsta simulatora. Ovisno o kvaliteti simulatora mogu se izvoditi pokreti koji su najbliži alpskom skijanju. Sprava za vježbanje ima na horizontalnim vodilicama pokretni dio, koji ima izmjenjivu napetost i sukladno tome je moguće simulirati silinu otpora skijaša, odnosno "silu u zavoju". Također važno je napomenuti kako je simulator višenamjenski jer ga mogu koristiti osobe koje se nikada nisu bavile alpskim skijanjem, pa sve do profesionalnih skijaša.

Vodilice imaju blagu vertikalnu amplitudu, koja simulira gibanja alpskog skijaša po vertikalnoj osi. Odnosno drugim riječima, ritmičnim postraničnim gibanjima, dobiva se osjećaj sličan carving vožnji.

Postoji veliki broj trenažera za jačanje mišića nogu. Sprave trenažeri su specijalizirani za jačanje određenih mišićnih skupina koje su bitne za prevenciju ozljeda u alpskom skijanju.

4. PREVENCIJA OZLJEDA I PREPORUKE

Alpsko skijanje doseglo je iznimno veliku popularnost kako u natjecateljskom tako i u rekreativnom smislu. Kako bi se ta popularnost održala važno je znati održavati zdravlje svih sudionika i povezivati aktivnosti skijanja sa ugodom, pozitivnim i dobrim navikama koje pozitivno utječu na poboljšanje zdravstvenog stanja. Istraživanja su pokazala da se u odnosu na same početke razvoja skijanja broj ljudi koji imaju problema s bilo kakvom vrstom povrede značajno smanjio. Isto tako poznato je kako je moguće spriječiti od 50% - 80% ozljeda donjih ekstremiteta (18).

Neke faktora poput skijaševih godina i spola te vanjskih faktora poput vremena ne mogu se mijenjati, ali se može, na razne načine, sustavno utjecati na razvoj svijesti kod skijaša. Intervencije se trebaju fokusirati na one promjenjive faktore poput edukacije (škole skijanja, oglasne ploče, mediji, znanstveno istraživački rad i dr.), zaštitne opreme (kacige, rukavice, kvalitetna odjeća i dr.), dizajn opreme i uređenost staze (12). Isto tako se trebaju postavljati i pooštavati standardi koji se odnose na iznajmljivanje opreme i na uređenje skijaških terena. Sve to još više će utjecati na smanjenje broja ozljeda.

Sigurnost skijaša natjecatelja isto se tako popravila razvitkom i poboljšanjem opreme (natjecateljskih vrata, štapova, kacige, natjecateljskih odijela i štitnika, skijaških vezova i cipela), poboljšanjem uvjeta na stazi, adekvatnim ciljanim treningom te pripremom na i za zahtjevne situacije (4). Često je pretreniranost ili preveliki umor razlog za ozljedu kod natjecatelja. Obzirom na mnoštvo čimbenika kojima se zdravstveno stanje može narušiti vrlo je važna, u širem smislu, edukacija svih sudionika. Iz istraživanja (15, 17, 21, 41) je vidljivo kako se u pred pubertetskim i pubertetskim skupinama bilježi veći broj ozljeda, stoga se one sve češće stavljaju pod nadzor stručnjaka unutar škole skijanja.

Kroz programe škola skijanja ne uče se samo elementi škole skijanja, uči se i ponašanje u skupini, pravila pažljivog ponašanja na stazi, ponašanja u i prema ostalim pripadnicima skupine kao i prema svim ostalim skijašima na stazi, uči se o skijaškoj opremi i njenoj upotrebnosti važnosti. Uče se isto tako sociološke vještine, kako pomoći nekome, kako zaštititi sebe i druge u raznim situacijama i dr. Na međunarodnoj su razini postavljeni standardi koje učitelji skijanja prenose svima koji se uključuju u ovaj sport (24).

Od edukacijskih materijala kojima se pokušalo povećati razinu razumijevanja mehanizma nastanka ozljeda i faktora rizika prilikom dobivanja ozljeda. Video materijalima o sigurnom skijanju moguće je edukativno djelovati što u konačnici ima pozitivne učinke na smanjenje broja ozljeda.

Skijaši mogu naučiti iz video materijala više nego iz svih ostalih medijskih edukacijskih materijala (39, 40). Isto tako se pokazalo da edukacijski programi o zaštiti prednjeg križnog ligamenta, kao učenje tehnika padanja, smanjuju broj ozljeda (32).

Natjecateljima je vrlo važna kvalitetna priprema za natjecateljsku sezonu, no to pravilo vrijedi u svim sportovima. Veći je problem s rekreativcima koji najčešće odlaze jednom tijekom zime na skijanje i to vrlo često potpuno tjelesno nepripremljeni.

Kvalitetan aerobni trening izdržljivosti ključan je uvjet za prevenciju ozljeda i zaštita je od preopterećenja u rekreativnom i natjecateljskom alpskom skijanju. Isto je tako važno u svakom skijaškom danu učiniti pripremu zagrijavanjem neposredno prije samog skijanja. Vrlo je važno znati odabrati odgovarajuću skijašku opremu obzirom na znanje skijanja, terenske i vremenske uvijete.

Poznato je da se skije i skijaški vez moraju barem jednom godišnje servisirati od strane profesionalaca, skijaši to čine i češće. Isto je tako preporuka da se skijaški vez provjeri svaki dan prije skijanja, važno je da pri kontroliranom opterećenju otpušta skijašku cipelu. Značajno više neozlijeđenih skijaša od onih ozlijeđenih je nedavno testiralo svoj vez (25). Skijaška cipela dozvoljava fleksiju u gležnju od 30° za muškarce i 40° za žene, što štiti gležanj od preopterećenja u savijanju prema naprijed/hiperfleksije (4). Poznato je da natjecatelji i iskusniji skijaši imaju tvrđe skijaške cipele, no preporuka za početnike je da u početku koriste, po svojoj konstituciji, mekše cipele.

Danas se na svim skijalištima vodi računa o svim korisnicima cjelodnevnim dežurstvima liječničkih službi, gorske službe spašavanja i policije. Skijališta se nadziru ljudstvom te nadzornim kamerama, naročito mjesta gdje često dolazi do nezgoda. Isto tako u novije vrijeme je sve bolja tehnologija zaštite, pripreme i održavanja skijaških terena, tehnologija izrade skijaške

opreme i pomagala kao i ukupna turistička ponuda na samim skijalištima ili u njihovoj neposrednoj blizini.

Preporuke za početnike su da pohađaju školu skijanja (41, 42), za djecu i adolescente da nose zaštitne kacige (42, 43) te da se skijaški vezovi provjeravaju svaki dan prije skijanja (20). Uz to razvijene su tehnike padanja za prevenciju ozljeda koljena (32) koje je potrebno naučiti.

Opće preporuke Kanadsko pedijatrijskog društva su (24):

- Početnici trebaju biti podučavani od strane certificiranih učitelja.
- Nikad ne skijati sam
- Održavati i provjeravati skijašku opremu
- Zagrijati se i istegnuti prije skijanja
- Skijati se na markiranim stazama
- Poštovati kodeks ponašanja
- Voditi računa o fizičkim i okolišnim opasnostima
- Nositi prikladnu opremu, uključujući kacigu
- Koristiti staze koje su unutar vaših sposobnosti
- Stati sa skijanjem prije nego se premorite

Odgovornost za sigurno skijanje nose svi sudionici i ovisiti će o njihovom ponašanju. Preporuke su javno izložene na oglasnim pločama skijališta i upućuju na kodeks alpskog skijanja. Na internetskim stranicama moguće je pronaći mnoštvo edukativnih sadržaja (video materijala) koja djecu podučavaju kodeksu ponašanja.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada bio je detaljno opisati vrste ozljeda zgloba koljena u alpskom skijanju koje mogu nastati kod skijaša rekreativaca i kod natjecatelja, te opisati načine liječenja i rehabilitacija u pojedinim slučajevima kao i dati preporuke za njihovu prevenciju. Prevencija se prvenstveno odnosila na edukaciju i pripremu skijaša, održavanje i razvoj opreme, poboljšanje uvjeta na stazi i održavanje kvalitete staza te prikaz općih pravila i preporuka o ponašanju i sigurnosti na stazi. Osnovna prevencija ozljeda koljena je dobra tjelesna pripremljenost, posebno odnos mišića i biceps femuris kvadricepsa. Osim toga, bitan faktor je i skijaška oprema, ključni su dobro namješteni vezovi. Također, bitno je poznavati svoje mogućnosti i skijati unutar njih. Ne treba zaboraviti kako najviše ozljeda nastaje pri kraju dana kada smo već poprilično fizički iscrpljeni.

Doprinos ovog rada je u elaboriranju rezultata istraživanja raznih autora o razlikama i vrstama ozljeda između žena i muškaraca, rekreativnih skijaša i natjecatelja, početnika i naprednih skijaša.

6. LITERATURA

1. Banović V. Razvoj cipela za alpski skijanje. [diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet; 2008.
2. Davidson TM, Laliotis AT. Alpine skiing injuries. A nine-year study. *West J Med.* 1996; 164 (4): 310 – 314.
3. Macnab AJ, Cadman R. Demographics of alpine skiing and snowboarding injury: lessons for prevention programs. *Inj Prev.* 1996; 2(4): 286 – 289.
4. Bere T. Mechanisms of injuries in World Cup alpine skiing. [disertacija]. Oslo: Norwegian school of sports sciences; 2013.
5. Hunter RE. Skiing injuries. *Am J Sports Med.* 1999; 27(3): 381 - 389, doi:10.1177/03635465990270032101
6. 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; 45 (8): 1175 - 1190, doi:10.1007/s40279-015-0334-7
7. Earle AS, Moritz JR, Saviers GB, Ball JD. Ski injuries. *Jama.* 1962; 28; 180: 285 - 288.
8. Haddon, W., Jr.; Ellison, A.E.; Carroll, R.E. Skiing injuries. Epidemiologic study. *Public Health Rep.* 1962; 77: 975 – 985
9. Johnson R, Shealy J, and Langran M. Updates on Injury Trends in Alpine Skiing. In *Skiing Trauma and safety: Seventeenth Volume, ASTM STP 1510* (R. J. Johnson, eds.). American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 2009; 11 - 22.
10. Flørenes TW, Bere T, Nordsletten L, Heir S, and Bahr R. Injuries among male and female World Cup alpine skiers. *Br J Sports Med* 2009; 43: 973 - 978.
11. Westin M, Alricsson M, and Werner S. Injury profile of competitive alpine skiers: a five-year cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20(6): 1175 - 1181.
12. Bahr, R. i Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005; 398.
13. Meeuwisse WH. What is the Mechanism of No Injury (MONI)? *Clin J Sport Med* 2009; 19:1 - 2.
14. Sahlin Y. Alpine skiing injuries. *Br J Sports Med.* 1989; 23(4): 241 - 254.
15. Hagel B. Skiing and snowboarding injuries. *Med Sport Sci* 2005; 48: 74 - 119.

16. Made C. Alpine ski sport injuries in Swedish Lapland [disertacija]. Umea: UMEA University; 2009.
17. Koehle MS, Lloyd-Smith R, Taunton JE. Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med.* 2002; 32(12): 785 - 793.
18. . Ettliger C, Johnson RJ, Shealy J. Functional and release characteristics of alpine ski equipment. *ASTM International* 2006; 16: 65 – 74.
19. 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.* 1999; 28: 35 - 48.
20. Ekeland A, Holtemoen A, Lystad H. Lower extremity equipment-related injuries in alpine recreational skiers. *Am J Sports Med* 1993; 21: 201 – 205.
21. Bergstrøm KA, Ekeland A. Effect of trail design and grooming on the incidence of injuries at alpine ski areas. *Br J Sports Med* 2004; 38(3): 264 - 8, doi:10.1136/bjism.2002.000270
22. Ekeland A i Holm A. 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, 1985; 293 - 301.
23. Meyers MC, Laurent CM Jr, Higgins RW, Skelly WA. Downhill ski injuries in children and adolescents. *Sports Med.* 2007; 37(6): 485 - 499.
24. Warda LJ, Yanchar NL. Skiing and snowboarding injury prevention. *Pediatric & Child Health.* 2012; 17(1): 35 - 36. doi:10.1093/pch/17.1.35
25. Ekeland A, Nordsletten L. Equipment related injuries in skiing. *Sports Med.* 1994; 17(5): 283 - 287.
26. Johnson RJ, Pope MH, Ettinger CF. Ski injuries and equipment function. *Journal of Sports Medicine.* 1974; 2: 299 - 307.
27. Ruedl, G.; Philippe, M.; Sommersacher, R.; Dünnwald, T.; Kopp, M.; Burtscher, M. Current incidence of accidents on Austrian ski slopes. *Sportverletz Sportschaden* 2014; 28: 183 – 187
28. Mayr HO, Chèze L. The knee injuries in skiing: mechanisms and assessment. U: Colloud F, Domalain M, Monnet T, ur. 33rd International Conference on Biomechanics in Sports, 2015; 29 - 3; Poitiers, France.

29. Engenretsen i dr., 1988 Engebretsen, L., Fasting, O., MØlster, A., Strand, T. and Benum, P. Treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized study on three surgical techniques Proceedings from 44th meeting Scan Orthop Society, Aarhus, 1988.
30. Langran, M. An Introduction to Snow Sport Injuries and Safety. [pristupljeno 10.8.2018] Dostupno na: <http://www.skiinjury.com/intro>
31. Rust, D.A.; Gilmore, C.J.; Treme, G. Injury patterns at a large Western United States ski resort with and without snowboarders: The Taos experience. *Am. J. Sports Med.* 2013; 41: 652 – 656.
32. Ettlinger C, Johnson RJ, Shealy JE. A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *Am J Sports Med* 1995; 23: 531 – 537.
33. Bere T, Flørenes TW, Krosshaug T, Haugen P, Svandal I, Nordsletten L i sur. A systematic video analysis of 69 injury cases in World Cup alpine skiing. *Scand J Med Sci Sports.* 2014; 24(4): 667 - 677, doi: 10.1111/sms.12038.
34. Bere T, Flørenes TW, Krosshaug T, Koga H, Nordsletten L, Irving Ci sur. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *Am J Sports Med.* 2011; 39(7): 1421 - 1429, doi: 10.1177/0363546511405147.
35. Xiang H., Kelleher K., Shields B. J., Brown K. J. Smith G. A., 2005; Skiing - and snowboarding – related injuries treated in U.S. emergency departments, 2002; *J Trauma* 58(1):112 - 118
36. Viola R. W., Steadman J. R., Mair S. D., Briggs K. K., Sterett W. I., 1999; Anterior cruciate ligament injury incidence among male and female professional alpine skiers. *Am J Sports Med.* 27(6):792 - 795
37. Kocher M. S., Sterret W. I., Briggs K. K., Zurakowski D., Steadman J. R., 2003; Effect of functional bracing on subsequent knee injury in ACL-deficient professional skiers. *J Knee Surg.* 16(2):87 - 92
38. Oates K. M., Van Eenenaam D. P., Briggs ., Homa K., Sterett W. I., 1999; Comparative injury rates of uninjured, anterior cruciate ligament-deficient, and reconstructed knees in a skiing population. *Am J Sports Med.* 27(5):606 - 610
39. Bouter L M. Injury risk in downhill skiing. [disertacija]. University of Maastricht: 1988.

40. Jørgensen U, Fredensborg T, Harazuk J P, Crone K-L. Reduction of injuries in downhill skiing by use of an instructional skivideo: a prospective randomised intervention study. *Knee Surg. Sport Traumatology and Arthrosc.* 1998; 6: 194 - 200.
41. Greier K. Skiing injuries in school sport and possibilities to prevent them. *Sportverletz Sportschaden.* 2011; 25(4): 216 - 221. doi: 10.1055/s-0031-1281816.
42. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG. How can sport injuries be prevented? *Nationaal Instituut voor SportGezondheidsZorg publicatie nr 25E, Papendal, 1987.*
43. Kwiatkowski T. Safety helmets for skiers and snowboarders-efficacy, safety and fitting principles. Review of literature. *Przegl Lek.* 2015; 72(8): 428 - 431.
44. Milović, D. (2013). *Teorija treninga*, Zagreb ; Kineziološki Fakultet Zagreb

7. POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Rodnoy, Norveška, lovac na skijama</i>	3
<i>Slika 2. Japanska gravura, lovac na skijama</i>	4
<i>Slika 3. Muzej skijanja Nozawa, Japan</i>	4
<i>Slika 4. Evolucija skijanja Fotografija: National Geographic</i>	5
<i>Slika 5. Crtež prototipova skija Johanna Nilanta iz 18.st.</i>	5
<i>Slika 6. FIS Skimuseum Braunlage</i>	6
<i>Slika 7. Ozljeda koljena mehanizmom „fantomskog stopala“</i>	14
<i>Slika 8. Ozljeda koljena mehanizmom „skijaške cipele“</i>	14
<i>Slika 9. "valgus s vanjskom rotacijom"</i>	15
<i>Slika 10. Koljeno</i>	17
<i>Slika 11. Ozljede na skijanju – ligamenti koljena</i>	18
<i>Slika 12. Medijalni kolateralni ligament</i>	19
<i>Slika 13. Ozljeda prednjeg križnog ligamenta</i>	20
<i>Slika 14. Oblik i pozicija meniska</i>	23
<i>Slika 15. Dugačka uzdužna ruptura medijalnog meniska s inkarceracijom (ukliješten menisk); učinjena subtotalna meniscektomija</i>	26
<i>Slika 16. Mehanizam povrede meniskusa(55)</i>	27
<i>Slika 17. Lakše ozljede koljena(55)</i>	28

8. POPIS LITERATURE SLIKA

- Slika 1. Izvor: <http://pxsports.com/2017/09/historia-modalidades-esqui/>
- Slika 2. Izvor: <http://pxsports.com/2017/09/historia-modalidades-esqui/>
- Slika 3. Izvor: <http://pxsports.com/2017/09/historia-modalidades-esqui/>
- Slika 4. Izvor: <http://pxsports.com/2017/09/historia-modalidades-esqui/>
- Slika 5. Izvor: https://sh.wikipedia.org/wiki/Skije#Skije_za_alpsko_skijanje
- Slika 6. Izvor: <https://www.braunlage.de/winter/heimat-und-fis-skimuseum-braunlage.html>
- Slika 7. Izvor: [file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/7%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/7%20(4).pdf)
- Slika 8. Izvor: [file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/7%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/7%20(4).pdf)
- Slika 9. Izvor: <https://www.google.hr/search?biw=1366&bih=631&tbm=isch&sa=1&ei=rdZ5W5nKJYfcwAKSrrjgBw&q=ozljeda+koljena+valgus+s+vanjskom+rotacijom&oq>
- Slika 10. Izvor: <http://www.wishmama.hr/roditeljstvo/savjeti-lijecnika/traumatsko-iscasenje-patele/>
- Slika 11. Izvor: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/ozljede-i-trovanja/prijelomi-iscasjenja-uganuca/uganuca-koljena-i-ozljede-meniskusa>
- Slika 12. Izvor: <http://www.studioimpuls.net/ozljedekoljenaskijanje.htm>
- Slika 13. Izvor: <https://www.building-body.com/ozljeda-prednjeg-kriznog-ligamenta/>
- Slika 14. Izvor: <https://www.akromion.hr/usluge/ortopedija/koljeno/tjelesni-amortizeri-na-udaru-ozljede/>
- Slika 15. Izvor: <https://www.akromion.hr/usluge/ortopedija/koljeno/tjelesni-amortizeri-na-udaru-ozljede/>
- Slika 16. Izvor: <http://www.studioimpuls.net/ozljedekoljenaskijanje.htm>
- Slika 17. Izvor: <http://www.studioimpuls.net/ozljedekoljenaskijanje.htm>