

# UTJECAJ SKIJAŠKE OBUĆE NA POJAVNOST SINDROMA TARZALNOG TUNELA

---

Huzjak, Filip

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:117:621074>

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 akademskog naziva:

magistar kineziologije)

**Filip Huzjak**

**UTJECAJ SKIJAŠKE OBUĆE NA POJAVNOST  
SINDROMA TARZALNOG TUNELA**

Diplomski rad

**Mentor:**

**dr. sc. Iris Zavoreo, izv. prof.**

Zagreb, rujan 2020.

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:

---

Student:

---

## UTJECAJ SKIJAŠKE OBUĆE NA POJAVNOST SINDROMA TARZALNOG TUNELA

### Sažetak

Diplomski rad bavi se problemom sindroma tarzalnog tunela kod skijaša uzrokovanim pritiskom skijaških cipela na *n. tibialis* u području tarzalnog tunela. Radi otkrivanja uzroka problema opisana je anatomija stopala s posebnim naglaskom na živce unutar stopala i koštano-vezivni prostor koji se naziva tarzalni tunel. Kratko su opisani tunelarni sindromi, a detaljnije sindrom tarzalnog tunela – što ga uzrokuje, kako se dijagnosticira i metode terapije. Nakon toga, detaljno su opisane skijaške cipele kao najvažniji dio skijaške opreme kao i dizajn te materijali koji se koriste kod modernih skijaških cipela s posebnim naglaskom na mogućnosti prilagođavanja skijaških cipela obliku stopala. Na kraju, opisano je nekoliko slučajeva u kojima je dijagnosticiran sindrom tarzalnog tunela uzrokovan kompresijom skijaških cipela.

### Ključne riječi

Skijaške cipele, kompresija skijaških cipela, tunelarni sindrom, prilagođavanje skijaških cipela

## THE INFLUENCE OF SKI BOOTS ON THE INCIDENCE OF TARSAL TUNNEL SYNDROME

### Abstract

Thesis deals with the problem of tarsal tunnel syndrome in skiers caused by ski boot compressing tibial nerve in the area of the tarsal tunnel. To discover the cause of the problem, the anatomy of the foot has been described with special emphasis on the nerves inside the foot and the fibro-osseous space called tarsal tunnel. Tunnel syndromes are briefly described, and in more detail tarsal tunnel syndrome – what causes it, how it is diagnosed and therapy methods. After that, ski boots are described in detail as the most important part of ski equipment so as design and materials used in modern ski boots with special emphasis on the ability to adapt ski boots to the shape of the feet. Finally, several cases have been described in which tarsal tunnel syndrome caused by ski boot compression has been diagnosed.

### Key words

Ski boots, ski boot compression, tunnel syndrome, ski boot fitting

1. UVOD .....	1
2. ANATOMIJA STOPALA.....	3
2.1. Živci u stopalu.....	4
2.2. Tarzalni tunel.....	5
3. TUNELARNI SINDROMI .....	7
4. SINDROM TARZALNOG TUNELA .....	8
4.1. Dijagnostika .....	8
4.2. Liječenje.....	9
5. SKIJANJE I SKIJAŠKA OPREMA .....	11
6. SKIJAŠKE CIPELE .....	12
6.1. Dizajn i materijali.....	12
6.2. Prilagođavanje skijaških cipela ( <i>Bootfitting</i> ) .....	14
7. SINDROM TARZALNOG TUNELA UZROKOVAN SKIJAŠKIM CIPELAMA .....	18
8. ZAKLJUČAK .....	20
LITERATURA.....	22

## 1. UVOD

U posljednjih nekoliko desetljeća alpsko skijanje sve je popularniji oblik sportske rekreacije te danas u svijetu ima preko 200 milijuna skijaša. U povijesti su se umjesto skija koristile drvene daske, a umjesto skijaških cipela koristile su se cipele od kože koje su vezicama bile pričvršćene za skije. Razvojem i popularizacijom alpskog skijanja nastala je potreba za razvojem bolje, brže i sigurnije skijaške opreme, pa tako danas osnovnu skijašku opremu čine skije s vezovima, skijaške cipele, kaciga i naočale, skijaški štapovi i skijaška odjeća. Skijaške cipele sastoje se od dva glavna dijela, a to su vanjski dio cipele (oklop) i unutarnja cipela. Oklop skijaške cipele rađen je od tvrde plastike. Svaka osoba ima drugačiji oblik stopala, a kod nekih su prisutne razne anatomske i druge nepravilnosti. Skijaške cipele zbog svoje krute građe nisu udobne i slabo su prilagodljive pa kod nekih osoba mogu stvarati određene probleme.

Oštećenja perifernih živaca najčešće su mehanički uzrokovana frakturama, razderima ili pritiskom. Važna skupina mehaničkih oštećenja živaca su tunelarni sindromi kod kojih dolazi do oštećenja živaca unutar uskih koštano-vezivnih kanala. Jedan od oblika tunelarnih sindroma je sindrom tarzalnog tunela koji nastaje kao posljedica pritiska na *n. tibialis* u području tarzalnog tunela.

Cilj ovog rada je opisivanje sindroma tarzalnog tunela uzrokovanog kompresijom skijaških cipela te opisivanje raznih tehnika prilagođavanja skijaških cipela koje se mogu koristiti u terapiji, odnosno sprječavanju sindroma. Rad je podijeljen u 7 cjelina.

Nakon uvodnog dijela slijedi poglavlje o anatomiji stopala. Kako bi se mogao istraživati sindrom tarzalnog tunela potrebno je poznavati građu ljudskog stopala. Opisana je koštana struktura stopala, živci koji motorički i osjetno inerviraju stopalo, objašnjen je koštano-vezivni prostor u stopalu koji se naziva tarzalni tunel te živčane i mišićne strukture koje prolaze kroz tunel i ulaze u stopalo.

Sljedeće poglavlje govori o tunelarnim sindromima kao obliku mehaničkog oštećenja perifernog živčanog sustava te na koji način mogu biti uzrokovani.

Nadalje, opisan je sindrom tarzalnog tunela, mehanizam njegovog nastanka, način na koji se može dijagnosticirati i različite metode kojima se može liječiti.

Drugi dio rada posvećen je skijanju i skijaškim cipelama. Opisuje se skijanje i osnovna skijaška oprema, a posebno poglavlje posvećeno je skijaškim cipelama. Kratko je opisana povijest nastanka modernih skijaških cipela, građa, dizajn i materijali koji se koriste u izradi te je

posebna pažnja posvećena metodama pomoću kojih se skijaške cipele individualno mogu prilagoditi obliku svakog stopala.

U završnome dijelu, opisano je nekoliko slučajeva u kojima je dijagnosticiran sindrom tarzalnog tunela, a kao glavni uzrok navodi se pritisak skijaških cipela na tibijalni živac u području tarzalnog tunela.

## 2. ANATOMIJA STOPALA

Za shvaćanje i istraživanje sindroma tarzalnog tunela potrebno je prije svega proučiti anatomiju ljudskog stopala. Keros, Pećina i Ivančić-Košuta u knjizi *Temelji anatomije čovjeka* (1999), kostur stopala dijele na tri glavna dijela: kosti zastoplja (*tarsus*), kosti sredostoplja (*metatarsus*) i članci prstiju (*digiti pedis*). Teret tijela iz potkoljenice preuzimaju kosti zastoplja, a ima ih sedam u svakom stopalu. Sa stražnje strane nalaze se gležanjska (*talus*), petna (*calcaneus*) i čunasta kost (*os naviculare*), a s prednje strane tri klinaste (*os cuneiforme*) i kockasta kost (*os cuboideum*). Gležanjska kost, čunasta kost i klinaste kosti nalaze se medijalno, odnosno na palčanoj strani, a petna kost i kockasta kost nalaze se lateralno, odnosno na strani malog prsta. Najviša kost stopala je gležanjska kost, ispod nje nalazi se petna kost koja je prema dolje proširena u petnu kvrgu kojom se stopalo opire u podlogu, a ispred petne kosti nalazi se kockasta kost. S medijalne strane stopala, na glavu gležanjske kosti priključuje se čunasta kost, a na čunastu kost nastavljaju se tri klinaste kosti. Na kockastu kost i klinaste kosti nastavljaju se kosti sredostoplja (metatarzalne kosti). Ukupno ih je pet, duguljastog su oblika, proksimalno su deblje te se sužavaju prema prstima. Palac ima dva članka, a ostali prsti stopala imaju po tri male koščice u svakom prstu. (Keros i sur. 1999)

Težina tijela prenosi se s potkoljenice na gležanjsku kost, a nakon toga na petnu kost i na prednji dio stopala. Glavne točke uporišta su kvrga petne kosti, glava pete metatarzalne kosti i glava prve metatarzalne kosti. Navedene točke povezane kostima, ligamentima i mišićima tvore svodove stopala: medijalni uzdužni svod, lateralni uzdužni svod, prednji transversalni svod i stražnji transversalni svod. Medijalni svod čine petna kost, gležanjska kost, čunasta kost, tri klinaste kosti te prva, druga i treća metatarzalna kost (Yang, 1985). Vrlo složenu mehaniku gibanja u stopalu omogućuju zglobovi stopala. Dva najvažnija zglobova u stopalu su gornji gležanjski zglob i donji gležanjski zglob, koji zajedno čine kuglasti zglob koji omogućuje pokrete stopala u svim smjerovima, a istodobno osigurava stabilnost stopala. S medijalne strane stopala, gdje se nalazi tarzalni tunel, nalaze se medijalna (deltoidna) sveza, klinastočunaste sveze, petnočunasta sveza, medijalni gležanj. Mišići stopala raspoređeni su na hrptu stopala te na tabanskoj strani. Na hrptu stopala nalazi se mišić kratki ispružlač prstiju (*m. extensor digitorum brevis*), a mišići na donjoj strani stopala dijele se na medijalnu, srednju i lateralnu skupinu. Preko gležanjskih zglobova prolaze i tetive potkoljениčnih mišića gdje su uložene u tetivne ovojnice. (Keros i sur. 1999)

Kosti potkoljenice su goljenična kost (*tibia*) i lisna kost (*fibula*) koje su povezane u dva spoja s malom gibljivošću, a spojih njihovih distalnih dijelova s valjkom gležanjske kosti čine

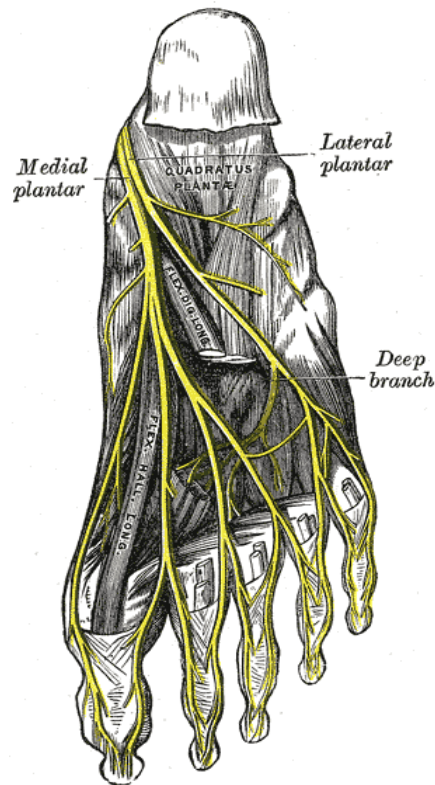


gležanjnski zglob. Mišići potkoljenice mogu se podijeliti u tri skupine: prednju, lateralnu i stražnju skupinu. Mišići prednje i lateralne skupine su prednji goljenični mišić (*m. tibialis anterior*), dugački ispružlač prstiju (*m. extensor digitorum longus*), dugački pregibač palca (*m. flexor hallucis longus*), treći lisni mišić (*m. fibularis tertius*), dugački lisni mišić (*m. fibularis longus*) i kratki lisni mišić (*m. fibularis brevis*), a njihove tetive ulaze u stopalo s gornje i lateralne strane. Mišiće stražnje strane natkoljenice čine troglavi mišić potkoljenice (*m. triceps surae*), tabanski mišić (*m. plantaris*), zakoljeni mišić (*m. popliteus*), stražnji goljenični mišić (*m. tibialis posterior*), dugački pregibač prstiju (*m. flexor digitorum longus*), dugački pregibač palca (*m. flexor hallucis longus*). Tetive stražnjeg goljeničnog mišića, dugačkog pregibača prstiju i dugačkog pregibača palca u stopalo ulaze s medijalne strane kroz tarzalni tunel. (Gilroy, MacPherson i Ross (ur.), 2011)

## 2.1. Živci u stopalu

Iz prednjih grana slabinskih i križnih živaca nastaje slabinsko-križni splet (*plexus lumbosacralis*) koji osjetno i motorički inervira donje udove (isto: 424). Iz križnog spleta izlazi *n. ischiadicus* (L4-S3), najduži i najveći živac u tijelu koji se na različitoj visini, a najčešće u natkoljenici, dijeli na *n. fibularis* (peroneus) i *n. tibialis*. *N. peroneus* sastoji se od dviju grana: *n. peroneus superficialis* i *n. peroneus profundus*, a motorički i osjetno inervira anterolateralni dio potkoljenice i dorzalnu stranu stopala. *N. tibialis* motorički inervira mišiće stražnje strane potkoljenice koji omogućuju plantarnu fleksiju, adukciju i supinaciju stopala te male mišiće stopala koji omogućuju adukciju i širenje prstiju te fleksiju proksimalnih falangi. Osjetno inervacijsko područje *n. tibialis* su list, taban, fleksijska strana prstiju te vanjska strana stopala (Poeck, 2000). U svojem distalnom dijelu *n. tibialis* prolazi iza medijalnog maleola kroz tarzalni tunel, a nakon toga dijeli se na tri ogranka: kalkanealni, medijalni plantarni i lateralni plantarni (Vilača i sur., 2019). Medijalni plantarni živac veća je grana tibijalnog živca. Proksimalno, medijalni plantarni živac prolazi između četverokutnog tabanskog mišića (*m. quadratus plantae*) i mišića odmicača palca. Distalno, prolazi medijalnom stranom mišića kratkog pregibača prstiju (*m. flexor digitorum brevis*), a nakon toga dijeli se na više grana. Motorički inervira mišić odmicač palca, kratki pregibač prstiju, kratki pregibač palca i glistolike mišiće (*mm. lumbricales*). U razini baze prve metatarzalne kosti, medijalni plantarni živac dijeli se na medijalne i lateralne ogranke. Medijalni ogranak završava u palcu, a lateralni završavaju u prstima, od palca do četvrtog nožnog prsta. Lateralni plantarni živac distalno se dijeli na dvije grane, duboku i površinsku, a prije dijeljenja motorički inervira četverokutni tabanski mišić i mišić odmicač malog prsta. Površinska grana završava u četvrtom i petom (malom) prstu, a

osjetno inervira kožu lateralne strane malog prsta. Može komunicirati s ogrankom medijalnog plantarnog živca koji završava u četvrtom prstu. Medijalni kalkanealni živac je osjetni živac, polazi od tibijalnog živca prije tarzalnog tunela, 4-10 cm iznad gležnja. Prolazi s vanjske strane tarzalnog tunela prema medijalnoj strani petne kosti. (De Maeseneer i sur., 2015)

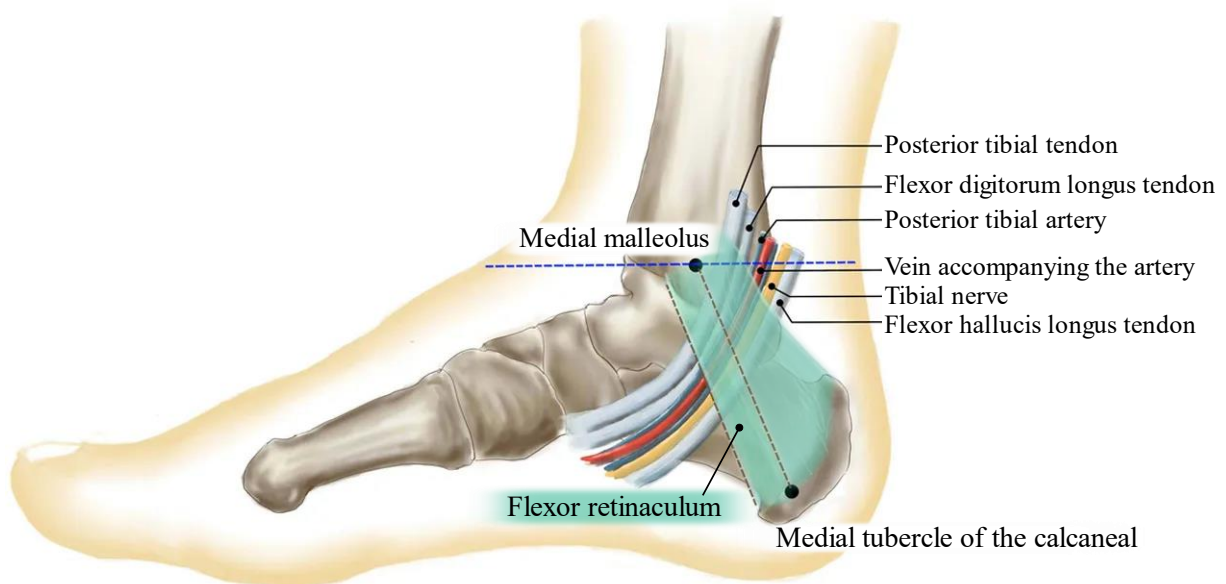


Slika 1. Živci u stopalu, desno stopalo, odozdo.  
(Izvor: Gray, 1918 )

## 2.2. Tarzalni tunel

Tarzalni tunel odnosi se na koštano-vezivni kanal koji se nalazi ispod medijalnog gležnja stopala. Kroz taj kanal u taban stopala dolaze sve anatomske strukture; tetive, krvne žile i živci. Tarzalni tunel okružen je koštanim i vezivnim tvorbama. Lateralnu stijenku čini medijalna strana petne kosti, stražnji nastavak gležanjanske kosti i medijalni gležanj, a medijalnu stijenku tunela čine fleksorni retinakulum (*lig. laciniatum*) koji se proteže od medijalnog maleola do medijalne strane petne kosti i tetivni luk mišića abduktora palca (*m. abductor hallucis*). Fleksorni retinakulum ima površinski i duboki sloj, duboki sloj dijeli tarzalni tunel u dva dijela: *lacuna tendinum* i *lacuna vasonervorum*. Kroz *lacuna tendinum* prolaze tetive stražnjeg goljeničnog mišića, dugačkog pregibača prstiju i dugačkog pregibača palca, a kroz *lacuna*

*vasonervorum* prolaze krvne žile i živac *n. tibialis*, odnosno njegove grane *n. plantaris medialis* i *n. plantaris lateralis*. Tetivni luk mišića abduktora palca također je građen od dva sloja, površinskog i dubokog. Površinski sloj polazi s petne kvrge i seže do medijalnog maleola. Duboki sloj tetivnog luka mišića abduktora palca pruža se, zajedno s površinskim slojem do sredine tarzalnog tunela, a zatim se odvaja i ide prema koštanom grebenu na medijalnoj strani petne kosti. Duboki sloj dijeli *lacunu vasonervorum* u dva kanala, gornji i donji. Kroz gornji (medijalni) tunel prolaze *n. plantaris medialis* i krvne žile, otvara se u medijalnoj brazdi tabana. Donji (lateralni) tunel otvara se u lateralnoj brazdi tabana, a kroz njega prolaze *n. plantaris lateralis* i krvne žile. Gornji tunel *lacune vasonervorum* uži je od donjeg, a *n. plantaris medialis* u gornjem tunelu u odnosu je s *lacuna tendinum*, odnosno s tetivama mišića i njihovim sluznim ovojnica i zato su u tom području češće pojave kompresije živca i sindroma tarzalnog tunela. (Cicvara Pećina, Lucijanić, Dubravčić Šimunjak i Pećina, 2011)



Slika 2. Anatomija tarzalnog tunela (Izvor: Yang i sur.,2017)

### 3. TUNELARNI SINDROMI

Tunelarni sindromi nastaju zbog oštećenja neurovaskularnih elemenata u uskim anatomskim prostorima. S obzirom da prolaze kroz koštane, vezivne, koštano-vezivne i vezivno-mišićne kanale, na putu od leđne moždine do inervacijskog područja u tijelu, živci su podložni raznim oštećenjima, poremećajima i kompresijama. Oštećenja mogu biti uzrokovana kompresijom od tumora, raznim oblicima traume, infekcijom, mišićnom kompresijom i na razne druge načine, među kojima se kao uzrok oštećenja spominju i razne sportske aktivnosti. Simptomi tunelarnih sindroma mogu biti različiti, a ovise o vrsti živca koji je oštećen; motorički, senzorni ili mješoviti. Neki od simptoma mogu biti bolovi, kljenut mišića, osjetni ispadi i drugi. (Pećina i sur., 2001)

Oštećenja pojedinih živaca udova najčešće su mehanički uzrokovana; frakturom, razderom ili pritiskom, a pojavljuju se i kao profesionalno uzrokovana oštećenja. Tunelarni sindromi jedan su od oblika oštećenja perifernog živčanog sustava, a najznačajniji su: sindrom ulnarnog sulkusa, sindrom ležišta supinatora (*n. radialis*), sindrom karpalnog tunela (*n. medianus*), sindrom Guyonove lože (*n. ulnaris*), meralgia paraestetica (*n. cutaneus femoris lateralis*), sindrom tarzalnog tunela (*n. tibialis*). Prilikom dijagnosticanja kompresijskog sindroma ne treba isključiti traženje drugih dodatnih uzroka jer se često radi o kombiniranim toksičnim i mehaničkim oštećenjima. Tako se na primjer prividno jasan sindrom karpalnog tunela može pojaviti i u dijabetičkom metaboličkom poremećaju, u tom slučaju elektroneurografski se utvrđuje usporenje provodljivosti u velikim živcima svih udova, a peronealno oštećenje može biti pokazatelj alkoholne polineuropatije. Osim lokalnog, potrebno je provesti i općenite neurološke i internističke pretrage. Težina živčanog oštećenja sigurnije se može vidjeti elektrodijagnostičkim metodama kao što su neurografija i elektromiografija. Postoje tri glavne vrste oštećenja živaca: primarno oštećenje mijelinske ovojnice, aksonalno oštećenje i potpuni prekid kontinuiteta aksona i živčane ovojnice. Kod djelomičnog ili potpunog primarnog oštećenja mijelinske ovojnice nema prekida kontinuiteta aksona, uzroci mogu biti naboj, pritisak, edem ili hematoma. Aksonalno oštećenje uzrokovano je nagnječenjem živca i ne nalazi se prekid kontinuiteta živčane ovojnice što je povoljno za regeneraciju. Potpuni prekid kontinuiteta aksona i živčane ovojnice može biti uzrokovan reznom ozljedom. Osim navedenih vrsta oštećenja, postoji i niz mješovitih oblika oštećenja u kojima se na primjer uz oštećenje ovojnice pojavljuje i djelomično aksonalno oštećenje. (Poeck, 2000)

## 4. SINDROM TARZALNOG TUNELA

Sindrom tarzalnog tunela je tunelarni sindrom koji se odnosi na oštećenje *n. tibialis* u području koštano-vezivnog kanala u stopalu koji se naziva tarzalni tunel. Sindrom tarzalnog tunela prvi puta su opisali Koppel i Thompson 1960. godine. Uzroci sindroma dijele se na unutarnje i vanjske. Unutarnji uzroci mogu biti degenerativne promjene tetiva i njihovih ovojnica (tendinopatije), upalne promjene tetiva i njihovih ovojnica (tenosinovitis), perineralna fibroza, osteofiti, hipertrofični retinakulum, lezije koje zauzimaju prostor (proširene ili varikozne vene, ganglijske ciste, tumori). Vanjski uzroci kompresije *n. tibialis* mogu biti neodgovarajuća obuća, razne traume, anatomske-biomehaničke nepravilnosti (varus ili valgus nogu, tarzalna koalicija), edemi, dijabetes, upalne artropatije, ožiljci nakon operacija i drugi. Sindrom tarzalnog tunela je relativno rijetka bolest koja često nije dijagnosticirana. Može se pojaviti u bilo kojoj dobi, a češća je kod žena nego kod muškaraca. (Kiel, 2020)

Kod zanimanja gdje se pretežito stoji kao što su konobari, trgovci, vojnici, policajci, kirurzi i sl., dugotrajni mehanički podražaji mogu dovesti do sindroma tarzalnog tunela. Mnogi od navedenih uzroka sindroma prisutni su i kod sportaša, a povezuju se sa specifičnostima pojedinih sportova ili sa specifičnom sportskom opremom. U sportovima s velikim opterećenjem u području gležanjanskog zgloba gdje ima puno sprintanja i skokova ili specifičnih pokreta kao u judu može doći do sindroma tarzalnog tunela. Opisan je slučaj hokejaša kod kojeg je do sindroma došlo zbog pritiska klizaljke na područje tarzalnog tunela, zabilježeni su slučajevi sindroma kod trkača kao posljedica dugotrajnog treninga, a kod skijaša postoje slučajevi gdje je uzrok sindroma kompresija skijaških cipela. (Pećina i sur., 2011)

### 4.1. Dijagnostika

Simptomi sindroma tarzalnog tunela su bol u određenom dijelu stopala, pečenje, žarenje, trnci, osjećaj mravinjanja, hipoestezija (smanjeni osjet), hiperestezija (pojačana osjetljivost na dodir), parestezija (spontani, nepostojeći osjet), grčevi ili ukočenost mišića na peti ili tabanu, a simptomi se mogu proširiti i na nožne prste. Mjesto gdje se pojavljuju simptomi može ukazivati na kojoj grani živca je oštećenje pa tako bol u peti ili gležnju može ukazivati na to da je pogođen kalkanealni ogranak *n. tibialis* i motorna grana mišić abduktor palca. Bol u medijalnoj strani stopala i kod prstiju s medijalne strane ukazuje na oštećenje *n. plantaris medialis*, a bol u lateralnoj strani stopala i kod prstiju s lateralne strane ukazuje na oštećenje *n. plantaris lateralis*. Simptomi se uglavnom javljaju prilikom hodanja, vježbanja i noću u mirovanju. Pokreti dorzalne fleksije i pronacije stopala također mogu uzrokovati simptome. Ne postoji specifičan

test za dijagnozu sindroma tarzalnog tunela, već se dijagnosticira na temelju cjelovite anamneze i fizikalnog pregleda s dodatnim dijagnostičkim metodama po potrebi. Fizikalnim pregledom mogu se utvrditi moguće anatomske deformacije kao što su varus ili valgus koji mogu uzrokovati bol prilikom mirovanja ili hodanja zbog istezanja živca. Elektromiografijom može se procijeniti funkcija živaca, no negativan ishod ne isključuje moguće poremećaje. Rendgenskim pregledom mogu se identificirati strukturne nepravilnosti poput valgusa i varusa, osteofiti, ozljede kostiju. Magnetskom rezonancijom ne može se dijagnosticirati sindrom tarzalnog tunela, ali može pomoći pri otkrivanju ili isključivanju drugih uzroka simptoma. Za pretraživanje struktura mekih tkiva koristi se ultrazvuk, a magnetska rezonancija i ultrazvuk mogu otkriti nepravilnosti poput tendonitisa ili tenosinovitisa, lipome ili druge izrasline, varikozne vene i ganglijske ciste. (Fantino, 2014)

Za neurofiziološko testiranje živca potrebno je istaknuti da su završne motorne grane tibijalnog živca lateralni i medijalni plantarni živac, pa se nakon stimulacije u točki iza medijalnog maleola (1 cm iznad fleksornog retinakuluma) registracija za medijalnu granu vrši u mišiću odmicaju palca (*m. abductor hallucis*), a za lateralnu granu registracija se vrši u mišiću odmicaju malog prsta (*m. abductor digiti minimi*). Važno je naglasiti da su brzine motorne provodljivosti usporene samo kod teških oštećenja, a vrijednosti brzine osjetne provodljivosti su varijabilne, ali mogu se usporediti s vrijednostima druge noge. U više se stručnih izvora naglašava da se neurofiziološkim testiranjima teško može sa sigurnošću dijagnosticirati sindrom tarzalnog tunela te da je u dijagnostičkom postupku neophodno uzeti u obzir sve raspoložive argumente i usporediti nalaz testiranja s anamnezom i kliničkom slikom. (Rosić, Budišin i Vrabec-Matković, 2016)

Sindrom tarzalnog tunela može se otkriti Tinelovim testom i testom dorzalne fleksije i pronacije stopala. Tinelov test je pozitivan kada se prilikom laganog udaranja prstima ili medicinskim čekićem po području tarzalnog tunela pojavljuje bol ili osjećaj mravinjanja ili žarenja. Kod testa dorzalne fleksije i pronacije rade se navedeni pokreti i stopalo se drži u tom položaju deset sekundi. Ukoliko se u tom položaju pojave navedeni simptomi, to je pokazatelj kompresije tibijalnog živca u tarzalom tunelu. (Kiel, 2020)

## **4.2. Liječenje**

U stručnom radu *Kompresivna neuropatija tibijalnog živca kao uzrok boli u stopalu* (2016) čiji su autori Rosić i suradnici, navodi se sljedeće: „Liječenjem je potrebno ukloniti uzrok kompresije na živac. Konzervativno liječenje sastoji se od kraćeg mirovanja u rasteretnom

položaju, uz nošenje ortopedskih uložaka koji drže stopalo u blažoj inverziji, čime se smanjuje pritisak na živac“.

Sindrom tarzalnog tunela može se liječiti konzervativno ili kirurški, a s obzirom da je sindrom teško dijagnosticirati s velikom sigurnošću, zahtjevan je i odabir najučinkovitije metode liječenja. Odabir metode liječenja donosi se na temelju etiologije bolesti, stupnja gubitka funkcije stopala i gležnja te mišićne atrofije. Uspješnost konzervativnog liječenja ovisi o etiologiji sindroma, a cilj liječenja je smanjiti bolove, upalu i stres tkiva. Može se koristiti led, oralni analgetici, protuupalni lijekovi, neuropatski lijekovi protiv bolova. Ublažavanju simptoma mogu pomoći istezanje mišića potkoljenice i kineziološke trake koje smanjuju biomehaničko naprezanje. Za ispravljanje biomehaničkih nepravilnosti mogu se koristiti ortopedske cipele, a smanjenje pritiska na područje tarzalnog tunela može se postići i promjenom položaja pete u obući koja se postiže umetanjem medijalnih klinova ili jastučića ispod pete, kao i ulošcima za stopalo s odgovarajućom potporom svoda stopala. (Kiel, 2020)

Ako je uzrok simptoma tenosinovitis u *lacuna tendinum* primjenjuje se lokalna infiltracija kortikosteroida s anestetikom (Pećina i sur., 2011.)

Nakon što su gležanj i stopalo rasterećeni, primjenjuju se kineziterapijske vježbe istezanja s ciljem vraćanja fleksibilnosti mišića stražnje strane potkoljenice. Od metoda fizikalne terapije koristi se terapijski ultrazvuk, laser i elektromagnetoterapija. Potpuni oporavak najčešće je nakon nekoliko tjedana, a ovisi najviše o uzroku kompresije. Ako je konzervativna terapija neuspješna, u obzir dolazi kirurško liječenje. (Rosić i sur. 2016)

Kirurškom liječenju pristupa se ukoliko je utvrđen točan razlog sindroma. Izrazito spora provodljivost impulsa kroz tibijalni živac ukazuje na neuspješno konzervativno liječenje. Ako je uzrok lezija koja zauzima prostor u koštano-vezivnom prostoru i pritišće živac, može se uspješno otkloniti kirurškim liječenjem. Kirurško liječenje sindroma tarzalnog tunela uključuje oslobađanje, odnosno presijecanje fleksornog retinakuluma od njegovog proksimalnog spoja s medijalnim maleolom do medijalne plohe petne kosti (*sustentaculum tali*). Stopa kirurške uspješnosti varira od 44% do 96%. Mlađi pacijenti, pacijenti s kratkom poviješću simptoma i ranom dijagnozom te pacijenti s pozitivnim predoperativnim Tinelovim znakom bolje reagiraju na kiruršku dekompresiju tibijalnog živca. (Kiel, 2020)

## 5. SKIJANJE I SKIJAŠKA OPREMA

U povijesti, skije su se koristile kao sredstvo efikasnijeg prelaženja većih udaljenosti prekrivenih snijegom i prenošenja tereta. Razvojem zimskog turizma početkom dvadesetog stoljeća skijanje postaje sve popularniji oblik sportske rekreacije. „Veliki broj alpskih skijaša rekreacijske razine posljednjih godina svakako je pogodovao te utjecao na sve veća ulaganja društva u industriju za proizvodnju skijaške opreme“. (Cigrovski i Matković, 2015)

Kroz povijest, skijaši su stalno težili bržem, a istovremeno i sigurnijem spuštanju niz snježne padine. Kako bi se to ostvarilo, postepeno se mijenjala i usavršavala oprema za skijanje. Osnovnu skijašku opremu čine skije s pločom i vezovima, skijaške cipele, skijaški štapovi, skijaška kaciga, skijaška jakna i hlače, rukavice, kapa te skijaške ili sunčane naočale. (isto: 35)

Tvornica skija „Elan“ je krajem 1980-ih godina razvila novi oblik skija koji omogućava izvođenje zavoja manjeg radijusa, a nazivaju se *carving* skije. Kasnije su stekle veliku popularnost, a danas *carving* skije proizvode i svi drugi proizvođači. (Alikalfić i sur., 2009)

Između vezova i skija nalazi se skijaška ploča kojoj je glavna funkcija apsorpcija vibracija. Skijaški vezovi služe za pričvršćivanje skijaških cipela na skije, a dizajnirani su na način da u određenim nekontroliranim okolnostima tijekom skijanja otpuste, odnosno izbace skijaške cipele kako bi se spriječile povrede skijaša. (Cigrovski i Matković, 2015)



## 6. SKIJAŠKE CIPELE

Cigrovski i Matković u knjizi *Skijaška tehnika – carving* (2015) navode: „Skijaške cipele najvažniji su i najosobniji dio opreme za alpsko skijanje, u kojoj skijaši, svakoga dana boravka na zimovanju, mogu biti i do sedam sati.“, a važnost skijaških cipela naglašava i Karl Gamma u knjizi *Sve o skijanju* (1982): „Skijaške cipele su najvažniji dio skijaške opreme. One predstavljaju vezu između skijaša i skija; loše cipele znače: loš prijenos sile i loša kontrola pokreta. Cipele moraju savršeno pristajati i moraju biti što udobnije. One moraju istovremeno biti dovoljno krute da spriječe bilo kakvo bočno pomicanje gležnja, i dovoljno meke da se savijaju prema naprijed“.

U povijesti, umjesto skijaških cipela koristile su se obične cipele od kože koje su se vezicama pričvršćivale za tadašnje drvene skije. Kasnije, pojavom alpskog skijanja javila se potreba za adekvatnom skijaškom opremom (Colonna, Nicotra i Monalero, 2013).

Do 1970-ih godina prevladavale su niske, relativno mekane skijaške cipele koje su bile glavni razlog ozljeđivanja skijaša jer je gležanj bio prvi na udaru sila prilikom pada (Alikalfić i sur., 2009). U zadnjih nekoliko desetljeća skije se proizvode od kombinacije drva, metala i čvrstih sintetičkih materijala, a nove tehnologije i istraživanja u području plastičnih materijala omogućili su razvoj modernih skijaških cipela koje se sastoje od vanjskog dijela od tvrde plastike i unutarnje cipele.

### 6.1. Dizajn i materijali

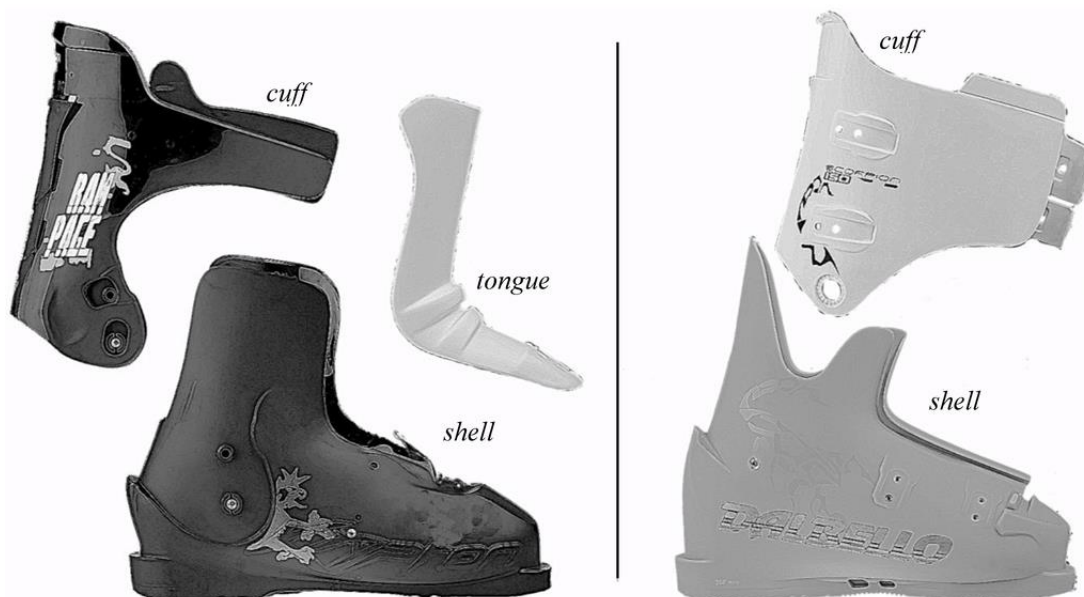
Moderne skijaške cipele sastoje se od vanjskog dijela (oklopa) i unutarnje cipele. Ovisno o namjeni razlikuju se prema dizajnu, tvrdoći, širini i mnogim drugim karakteristikama. Dva su najčešća dizajna skijaških cipela: tzv. *overlap* i *cabrio* dizajn. Najčešći je *overlap* dizajn, sastoji se od dva strukturna elementa: donje školjke i gornje manžete koji su spojeni pomoću dva metalna vijka. Donja školjka je čvrsta s prednje, stražnje i donje strane, a s gornje strane se preklapa te se pomoću kopči može prilagoditi obliku stopala. Gornja manžeta preklapa se s prednje strane te se pomoću kopči prilagođava i fiksira potkoljenu. Struktura *cabrio* dizajna sastoji se od tri elementa, a to su donja školjka, gornja manžeta i vanjski jezik oklopa. (Dalbello, 2018)

*Overlap* dizajn skijaških cipela najčešće ima četiri kopče; dvije na gornjem dijelu školjke i dvije na prednjem dijelu manžete. Zatezanjem kopči cipela se prilagođava obliku potkoljenice i stopala, a otpor savijanja cipele postiže se savijanjem stražnjeg dijela gornje manžete i pritiskom prednjeg dijela manžete na gornji dio školjke. Skijaške cipele *overlap* dizajna

omogućuju bolje prijanjanje uz nogu i brži prijenos sila na skije pa se iz tih razloga koriste u Svjetskom kupu, ali i svim ostalim natjecanjima u alpskom skijanju. Kod *cabrio* dizajna otpor savijanja ne postiže se trenjem prednjeg dijela manžete i školjke, već je na to mjesto umetnut plastični jezik oklopa koji se savija i ima funkciju opruge. Takve skijaške cipele najčešće imaju tri kopče, a njihova najveća prednost je progresivno savijanje zbog čega bolje ublažava udarce prilikom doskoka. Iz navedenih razloga *cabrio* skijaške cipele često se koriste kod skijanja po neravnim terenima, izvan uređenih staza i tzv. *freestyle* skijanja. Postoje i skijaške cipele čija je struktura od jednog dijela, obuvaju se sa stražnje strane i imaju samo jednu kopču, no takve cipele više se gotovo ne proizvode. (Colonna i sur., 2013)

Skijaške cipele, ovisno o namjeni, proizvode se u više širina (mjereno u prednjem dijelu školjke s unutarnje strane) i različitih tvrdoća (tzv. *flex index*). Širina cipele može biti između 93 i 105 mm (kod broja 26.5 Mondopoint), a indeks tvrdoće (*flex index*) između 50 i 170. Indeks tvrdoće između 50 i 90 uglavnom nalazimo kod skijaških cipela za djecu, skijaše početnike i rekreativne skijaše, 90-120 kod cipela za naprednije rekreativne skijaše i odlične skijaše, a više od 120 kod natjecateljskih cipela, s određenim iznimkama koje ovise o proizvođačima. Odabir indeksa tvrdoće ovisi i o drugim kriterijima kao što su tjelesna masa skijaša, vrsta terena po kojem će se skijati i drugi. Širinu između 93 i 98 mm nalazimo uglavnom kod natjecateljskih skijaških cipela, između 98 i 102 kod rekreativnih, a cipele širine 102 i više mm rade se uglavnom za početnike i osobe sa širim stopalima. (Cigrovski i Matković, 2015; Dalbello, 2018)

Svaka skijaška cipela sastoji se od plastičnog vanjskog dijela (*cabrio* ili *overlap*) s tri ili četiri kopče koje su najčešće metalne i od unutarnjeg dijela, odnosno unutarnje cipele tzv. *liner*. Unutarnja cipela služi za toplinsku izolaciju, amortizaciju udaraca i za udobnost. Rađena je uglavnom od više dijelova koji su spojeni šivanjem ili lijepljenjem. Jezik je od tvrdog materijala, najčešće u kombinaciji s plastikom iz razloga što se u tom dijelu sila skijaša prenosi na oklop cipele, a zatim i na skije. (Colonna i sur., 2013)



Slika 3. Struktura cabrio (lijevo) i overlap (desno) skijaške cipele  
(Izvor: Colonna i sur., 2013)

## 6.2. Prilagodavanje skijaških cipela (*Bootfitting*)

Kako bi skijaške cipele pristajale na odgovarajući način i kako bi se pristajanje moglo popraviti i unaprijediti raznim metodama prilagođavanja skijaških cipela (tzv. *bootfitting*), izuzetno je važno da su cipele odgovarajuće veličine. Mnogi skijaši zbog neiskustva i neznanja kupuju premale ili prevelike cipele pa su bilo kakve korekcije i prilagođavanje gotovo nemogući (Santoro i Kirby, 1986). Cigrovski i Matković u knjizi *Skijaška tehnika – carving* (2015) navode: „Naime, ako je skijaška cipela premala stvorit će se natisak i žuljevi, koji onemogućavaju daljnji boravak u njima. S druge strane, ako je skijaška cipela prevelika tada je također narušen proces usvajanja skijaških znanja, jer nije moguće realizirati određeni pokret, koji je skijaš započeo gibanjima u zglobovima nogu, a koji bi se zatim preko cipela i skija trebao prenijeti na snježnu podlogu.“

Postoji više metoda prilagođavanja skijaških cipela; prilagođavanje pomoći fizičkog rastezanja ili uklanjanja materijala skijaške cipele, prilagođavanje pomoću oblikovanja materijala zagrijavanjem cijele cipele, prilagođavanje pomoću raznih umetaka i dodataka i drugi. Neki od osnovnih alata za prilagođavanje cipela su fen za vrući zrak, posebni alati za mehaničko rastezanje, razne brusilice, razni mekani materijali (gelovi, spužve i sl.) za umetanje u cipelu i slično. Ako je skijaška cipela preširoka, odnosno ako skijaš ima usko stopalo, dolazi do viška prostora unutar cipele i nepoželjnih pokreta stopala. Višak prostora uglavnom se pokušava

kompensirati jačim zatezanjem kopči što rezultira velikim opterećenjem na kopče i oklop cipele te jakim pritiskom na određeni dio stopala, a to može uzrokovati pritisak na živac i pojavu boli te poremećaja osjeta. Takav problem najčešće se rješava umetanjem uložaka određene debljine i materijala kako bi se popunio višak prostora. Osim toga, kod uskih stopala često se pojavljuje problem nedovoljne fiksacije pete, a jedan od načina rješavanja problema je izrezivanje umetka određene debljine i materijala u odliku slova „L“ te postavljanje istog s vanjske strane unutarnje cipele na područje oko medijalnog i lateralnog gležnja, također kako bi se popunio prostor te unaprijedilo pristajanje. Češći problem su široka stopala, odnosno preuska skijaška cipela. Kod takvih slučajeva najčešće je prisutan pritisak na glave prve i pete metatarzalne kosti i osjećaj pečenja u tom području. Ukoliko pritisak nije snažan, može se riješiti proširivanjem unutarnje cipele, ali uglavnom se rješava proširivanjem oklopa cipele. Proširuje se na način da se područje proširivanja ugrije fenom za vrući zrak, a zatim se proširuje odgovarajućim alatom. Postoje i mnogi drugi problemi kod pristajanja skijaških cipela, a neki od njih su pritisak na razne anatomske nepravilnosti, *hallux valgus* i sl. Većina problema može se riješiti proširivanjem ili uklanjanjem materijala skijaške cipele, a primjerice pritisak na gležanj u nekim slučajevima može se riješiti stavljanjem umetaka za podizanje pete. (Santoro i Kirby, 1986)



Slika 4. Skijaška cipela prije (lijevo) i poslije (desno) proširivanja.  
(Izvor: <https://profeet.co.uk/sports/ski-boot-lab/shell-customisation/>)

Colonna i suradnici (2013) navode sljedeće: „Svako stopalo ima drugačiji oblik i točke pritiska mogu biti prisutne u skijaškoj cipeli koja nije anatomski kompatibilna sa stopalom.“ Iz tog razloga, posljednjih godina proizvođači skijaških cipela razvili su nove metode modifikacije i prilagođavanja unutarnje cipele i oklopa skijaških cipela. Oklop cipele proizvodi se od

termoplastičnih polimera, a ukoliko se takav materijal zagrije između temperature topljenja i temperature deformacije (*heat distortion temperature*), može biti deformiran primjenom opterećenja. Ukoliko se nakon toga materijal ohladi na sobnu temperaturu, deformitet može biti trajno zadržan. „Taj proces omogućuje prilagođavanje oblika skijaške cipele obliku skijaševog stopala, pružajući veću preciznost prilikom skijanja i veću udobnost.“ Autori su testirali takav način termo oblikovanja skijaške cipele Salomon, veličine 27.5 Mondopoint. U pećnici su zagrijavali cipelu 15 minuta na 100°C te su zatim umetnuli drvenu protezu koja odgovara veličini stopala 28.5 Mondopoint. Nakon hlađenja izvadili su protezu i izmjerili 4.0 milimetra veću širinu skijaške cipele u prednjem dijelu školjke. Proizvođač skijaške opreme Fischer 2011. godine predstavio je i patentirao novi materijal i način prilagođavanja skijaških cipela „Fischer Vacuum Fit“. Radi se o posebnoj vrsti plastičnog materijala, koji prilikom zagrijavanja na 80°C postaje vrlo mekan. Kada je oklop takve cipele zagrijan i mekan, primjenjuje se vanjski pritisak i na taj se način skijaška cipela prilagođava obliku stopala. Postupak uključuje poseban uređaj koji ima omotač za cipele koji se ispuni zrakom i na taj način vrši pritisak na cipelu.



Slika 5. Fischer "Vacuum Fit" proces prilagođavanja. 01 Zagrijavanje cipela na 80°C. 02 Aplikacija kompresijskog omotača. 03 Kompresija i prilagođavanje skijaške cipele obliku stopala. (Izvor: <https://morissetsports.com/en/services/fischer-vacuum-fit/>)

Razlika između metode prilagođavanja Fischer „Vacuum Fit“ i metoda koje koriste drugi proizvođači je u tome što se kod „Vacuum Fit“ metode prilagođavanje vrši vanjskim pritiskom na skijašku cipelu i cipela na taj način poprima novi, prilagođeni oblik. Kod drugih proizvođača pritisak na cipelu vrši stopalo s unutarnje strane cipele i na taj se način plastika deformira te se oslobađa više prostora, odnosno smanjuje se pritisak na stopalo. Unutarnja cipela rađena je od mekanih materijala, služi za toplinsku izolaciju i udobnost, no ponekad može uzrokovati neugodan pritisak na stopalo. Proizvođač skijaške opreme Salomon prvi je predstavio i patentirao unutarnju cipelu rađenu od etilen vinil acetata (EVA) materijala koja se može zagrijavanjem prilagoditi obliku stopala. Postupak je sličan kao i kod prilagođavanja oklopa

cipela; zagrijavanjem materijal omekša, a nakon hlađenja trajno zadržava novi oblik. (Colonna i sur., 2013).

Neki od ostalih proizvođača skijaških cipela i metode prilagođavanja su: „Atomic Memory Fit“, „Salomon Custom Shell“, „Head FormFit“, „Dalbello My Fit“ i drugi. U prilagođavanju skijaških cipela od velike su važnosti i ulošci za stopala. Na tržištu postoje ulošci koji zagrijavanjem postanu mekani i mogu se prilagoditi obliku stopala. Adekvatna potpora svoda stopala vrlo je važna radi udobnosti, ali i radi boljeg pristajanja cipele te efikasnijeg prenošenja sila. Pravilnim prilagođavanjem i pozicioniranjem uložaka može se smanjiti pritisak na stopalo unutar skijaške cipele. (Becker, 2017)

## 7. SINDROM TARZALNOG TUNELA UZROKOVAN SKIJAŠKIM CIPELAMA

Skijaške cipele moraju čvrsto prianjati uz skijaševu nogu, ne smiju biti prevelike ni premale. Zbog svoje specifične, čvrste, slabo prilagodljive građe i oklopa od čvrste plastike, u više se izvora kompresija skijaških cipela navodi kao uzrok sindroma tarzalnog tunela zbog pritiskanja tibijalnog živca u tom području.

Mote i Johnson u knjizi *Skiing trauma and safety* (1985) opisuju slučaj u kojem su se kod 32-godišnjeg muškarca pojavili poremećaj osjeta i bol u desnom stopalu. Simptome su pripisali sindromu tarzalnog tunela, a uzrok je bila neodgovarajuća skijaška cipela koja je stvarala pritisak na tibijalni živac. Autori navode sljedeće: „Prvi korak kod terapije treba biti usmjeren na smanjenje pritiska unutar skijaške cipele [...]“.

Yamamoto i suradnici (1995) navode da je kod 19-godišnje ženske osobe dijagnosticiran sindrom tarzalnog tunela također uzrokovan pritiskanjem skijaške cipele na tibijalni živac u području tarzalnog tunela.

Jackson i Haglund (1991) opisuju slučaj u kojem je 39-godišnja žena imala bolove u desnom stopalu, osjećala utrnulost i slabost stopala. Pregledom je ustanovljeno da su lijeva i desna noga jednake dužine i bez biomehaničkih nepravilnosti poput varusa i valgusa. Nije bilo otekline ni koštanih nepravilnosti. Prilikom plantarne fleksije, dorzalne fleksije, pronacije i supinacije stopala opseg pokreta bio je normalan. Pregledom je ustanovljena i normalna funkcija mišića potkoljenice i stopala. Elektromiografijom je ustanovljena smanjena provodljivost medijalnog i lateralnog plantarnog živca u desnom stopalu i Tinelov je znak bio pozitivan u području tarzalnog tunela. Simptomi su se prvi puta pojavili prije dva mjeseca prilikom skijanja s novim skijaškim cipelama.

O sličnom slučaju pišu i Mizuta i suradnici (1985), gdje je kod 25-godišnjakinje bila prisutna utrnulost na tabanu stopala i kod prstiju, a simptom se pojavio nakon kopčanja skijaških cipela. Nije bilo anatomskih i biomehaničkih nepravilnosti, provodljivost tibijalnog živca bila je smanjena i Tinelov je znak bio pozitivan u području tarzalnog tunela. Dijagnosticiran je sindrom tarzalnog tunela, a kao uzrok navodi se pritisak skijaške cipele.

U članku *Ski boot neuropathy* (2005), autori Michell, Hampton i Turner opisuju slučaj kod kojeg su jednom od autora nove skijaške cipele uzrokovale sindrom tarzalnog tunela. Prvoga dana skijanja s novim cipelama pojavila se snažna bol i osjetljivost ispod lijevog gležnja te utrnulost palca i medijalne strane tabana. Tinelov znak bio je pozitivan u području tarzalnog tunela. Sindrom je bio uzrokovan neodgovarajućim novim skijaškim cipelama, odnosno cipele

su bile preuske i stvarale su pritisak na tibijalni živac u području tarzalnog tunela. Problem je bio riješen izrezivanjem, odnosno uklanjanjem materijala unutarnje cipele s područja koje obuhvaća medijalni gležanj u svrhu smanjenja pritiska na tarzalni tunel i tibijalni živac. S takvom modificiranom skijaškom cipelom autor je nastavio skijati, a bolovi u stopalu i utrnulost su se smanjili.



## 8. ZAKLJUČAK

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća alpsko skijanje postalo je vrlo popularan oblik sportske rekreacije, a trenutno u svijetu ima preko 200 milijuna skijaša. Skijaši su uvijek težili bržem, a istovremeno i sigurnijem spuštanju snježnim padinama, a uvjet za to je adekvatna skijaška oprema. U više izvora skijaške cipele navode se kao najvažniji dio skijaške opreme, one predstavljaju vezu između skijaša i skija. Sile koje proizvodi skijaš preko skijaških cipela prenose se na skije tako da cipele moraju biti čvrste, a ujedno i dovoljno udobne kako bi bio moguć duži boravak u njima. Moderne skijaške cipele sastoje se od dva glavna dijela; vanjskog oklopa od tvrde plastike te unutarnje cipele od mekših i udobnijih materijala.

Periferni živci na putu od leđne moždine do inervacijskog područja u tijelu prolaze kroz različite koštane, vezivne, koštano-vezivne i vezivno-mišićne kanale te su podložni raznim oštećenjima, poremećajima i kompresijama. Tunelarni sindromi su vrsta oštećenja perifernih živaca, a najčešće su mehanički uzrokovani. Jedan od tunelarnih sindroma je sindrom tarzalnog tunela, a nastaje kao posljedica pritiska tibijalnog živca u području tarzalnog tunela. Simptomi su bolovi u određenom dijelu stopala, osjećaj pečenja, žarenja, trnci, osjećaj mravinjanja, grčevi ili ukočenost mišića stopala i poremećaji osjeta.

U više izvora uzrokom sindroma navodi se pritisak skijaške cipele na tibijalni živac u području tarzalnog tunela. Svaka osoba ima nešto drugačiji oblik stopala, drugačiju širinu, a kod mnogih su prisutne razne anatomske i druge nepravilnosti. Zbog svoje specifične, čvrste i slabo prilagodljive građe, skijaške cipele mogu stvarati jači pritisak na određeni dio stopala što može uzrokovati različite probleme među kojima je i sindrom tarzalnog tunela.

Kod takvih slučajeva u literaturi se spominje prilagođavanje skijaških cipela kao prvi korak u terapiji, odnosno radi ublažavanja simptoma. Kod sindroma tarzalnog tunela cilj prilagođavanja skijaških cipela je smanjenje pritiska u području oko medijalnog gležnja, a to se može napraviti na više načina. U nekim slučajevima dovoljno je za nekoliko milimetara promijeniti položaj stopala ulošcima za stopalo ili raznim umecima koji se stavljaju ispod pete. Pritisak se može smanjiti i modifikacijom ili izrezivanjem materijala unutarnje cipele, a najčešće se rade modifikacije na oklopu cipele. Prostor u cipeli može se povećati brušenjem plastike oklopa s unutarnje strane ili posebnim uređajima za proširivanje oklopa. Većina modernih skijaških cipela rađena je od termo plastike koja se može oblikovati nakon zagrijavanja. Postupak prilagođavanja takvih skijaških cipela radi se na način da se oklop cipela ugrije u pećnici na određenoj temperaturi nakon čega plastika postane mekana i fleksibilna, a nakon toga se

različitim metodama plastika proširuje u mjestu gdje postoji pritisak na stopalo. Kada se oklop cipele ohladi na sobnu temperaturu, trajno zadržava novonastali oblik i na taj način se smanjuje pritisak na stopalo.

Skijaške cipele stalno se unaprjeđuju i usavršavaju, kao i materijali od kojih se izrađuju i metode za individualno prilagođavanje cipela svakom stopalu. Današnjim metodama prilagođavanja može se na različite načine djelovati na oblik skijaških cipela te takve metode mogu biti učinkovite kod ublažavanja ili otklanjanja simptoma kod skijaša kojima skijaška cipela uzrokuje sindrom tarzalnog tunela.

## LITERATURA

- Alikalfić, V., Blašković, D., Cigrovski, V., Franjko, I., Ilić, T., Kasović, ... Tudor, A. (2009). *Alpsko skijanje*. Zagreb: Znanje
- Becker, T. (2017). Boot Fitting for the Perfectly Fitting Boot – How it Works. Dostupno na [https://www.ispo.com/en/trends/id\\_79703768/boot-fitting-for-the-perfect-ski-boot-how-it-works.html?fbclid=IwAR0r6zXRINY9mu0AZzCzrKb0ts9xA3flA2oo5EXKsdYJU7RGZ-ZVloADaW0](https://www.ispo.com/en/trends/id_79703768/boot-fitting-for-the-perfect-ski-boot-how-it-works.html?fbclid=IwAR0r6zXRINY9mu0AZzCzrKb0ts9xA3flA2oo5EXKsdYJU7RGZ-ZVloADaW0) (pristupljeno: 23.8.2020.)
- Cicvara Pećina, T., Lucijanić, I., Dubravčić- Šimunjak, S. (2011). Sindrom tarzalnog kanala u športaša. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 26(1). 12-18. Dostupno na <https://hrcak.srce.hr/71349>
- Cigrovski, V., Matković, B. (2015). *Skijaška tehnika – carving*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Colonna, M., Nicotra, M., Moncalero, M. (2013). Materials, Designs and Standards Used in Ski-Boots for Alpine Skiing. *Sports*, 1(4), 78-113. Dostupno na <https://doi.org/10.3390/sports1040078>
- Dalbello. (2018). *Sales and technical support manual*. Casella: Dalbello
- Delfaut, E.M., Demondion, X., Bieganski, A., Thiron, M.C., Mestdagh, H., Cotten. A. (2003). Imaging of Foot and Ankle Nerve Entrapment Syndromes: From Well-demonstrated to Unfamiliar Sites. *RadioGraphics*, 23(3). Dostupno na <https://doi.org/10.1148/rg.233025053>
- Dreyer, M.A., Gibboney, M.D. (2020). Anterior Tarsal Tunnel Syndrome. *StatPearls*. Treasure Island: StatPearls Publishing. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538488/>
- Fantino, O. (2014). Role of ultrasound in posteromedial tarsal tunnel syndrome: 81 cases. *Journal of Ultrasound*, 17(2), 99-112. doi: 10.1007/s40477-014-0082-9
- Gilroy, A.M., MacPherson, B.R., Ross, L.M. (ur.). (2011). *Anatomski atlas s latinskim nazivljem*, prev. Vedran Katavić, Ivana Marić, Katarina Vilović. Zagreb: Medicinska naklada

- Gray, H. (1918). *Anatomy of the Human Body*. Philadelphia: Lea & Febiger. Dostupno na <https://www.bartleby.com/107/213.html#i833>
- Hasler, M., Hofer, P., Schindelwig, K., Berger, E., Csapo, R., Nachbauer, W. (2019). On the measurement of ski boot viscoelasticity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1). 1-5. Dostupno na <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.009>
- Hong, C.H., Lee, Y.K., Won, S.H., Lee, D.W., Moon, S.I., Kim, W.J. (2018). Tarsal tunnel syndrome caused by an uncommon ossicle of the talus: A case report. *Medicine*, 97(25). doi: 10.1097/MD.00000000000011008
- Jackson, D.L., Haglund, B. (1991). Tarsal tunnel syndrome in athletes: Case reports and literature review. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(1). 61-65. Dostupno na <https://doi.org/10.1177%2F036354659101900110>
- Keros, P., Pećina, M., Ivančić-Košuta, M. (1999). *Temelji anatomije čovjeka*. Zagreb: Naprijed
- Kiel, J., Kaiser, K. (2020). Tarsal Tunnel Syndrome. *StatPearls*. Treasure Island: StatPearls Publishing. Dostupno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513273/>
- Knye, M., Grill, T., Senner, V. (2016). Flexural Behavior of Ski Boots Under Realistic Loads – The Concept of an Improved Test Method. *Procedia Engineering*, 147. 342-347. Dostupno na <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.305>
- Maeseneer, M., Madani, H., Lenchik, L., Brigido, M.K., Shahabpour, M., Marcelis, S., Mey, J., Scafoglieri, A. (2015). Normal Anatomy and Compression Areas of Nerves of the Foot and Ankle: US and MR Imaging with Anatomic Correlation. *RadioGraphics*, 35(5). 1469-1482. Dostupno na <https://doi.org/10.1148/rg.2015150028>
- Michell, A.W., Hampton, J.L., Turner, N.C. (2005). Ski Boot Neuropathy. *Practical Neurology*, 5(3). 178-179. Dostupno na <http://dx.doi.org/10.1111/j.1474-7766.2005.00308.x>
- Mizuta, H., Kitawaga, T., Yamaga, M., Harada, M., Higashi, I. (1985). Tarsal Tunnel Syndrome Caused by Ski Boot Pressure: A Case Report. *Orthopedics & Traumatology*, 33(3). 719-721. Dostupno na <https://doi.org/10.5035/nishiseisai.33.719>
- Pećina, M., Krmpotić-Nemanić, J., Markiewitz, A.D. (2001). *Tunnel Syndromes: Peripheral Nerve Compression Syndromes*. Boca Raton: CRC Press.
- Poeck, K. (2000). *Neurologija*. Zagreb: Školska knjiga

- Rosić, D., Budišin, V., Vrabec-Matković, D. (2016). Kompresivna neuropatija tibijalnog živca kao uzrok boli u stopalu. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*, 28(3-4). 345-352. Dostupno na <https://hrcak.srce.hr/234798>
- Santoro, J.P., Kirby, K.A. (1986). Boot fitting problems in the skier. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 76(10). 572-576. Dostupno na <https://doi.org/10.7547/87507315-76-10-572>
- Vilaça, C.O., Pessoa, B., Silva, J.M., Bastos, V.H., Martins, D., Teixeira, S., Marinho, V., Fiorelli, R., Dinoa, V.A., Orsini, M. (2019). Tarsal Tunnel Syndrome: a still challenge condition. *Revista Brasileira de Neurologia*, 55(1). 12-17. Dostupno na <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/04/994500/revista551v2-artigo2.pdf>
- Yamagishi, T., Yahashi, K. (1987). Ski Boot Compression Syndrome. U C.D. Mote, Jr. i R.J. Johnson (ur.), *Skiing Trauma and Safety: Sixth International Symposium* (str. 145-153). Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- Yamamoto, S., Tominaga, Y., Yura, S., Tada, H. (1995). Tarsal tunnel syndrome with double causes (ganglion, tarsal coalition) evoked by ski boots. Case report. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 35(2). 143-145. Dostupno na <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7500630/>
- Yang, S.M. (1985). Dynamic Changes of the Arches of the Foot during Walking. *Acta medica Nagasakiensia*, 30(1-3). 93-112. Dostupno na <http://hdl.handle.net/10069/15671>
- Yang, Y., Du, M.L., Fu, Y.S., Liu, W., Xu, Q., Chen, X., Hao, Y.J., Liu, Z., Gao, M.J. (2017). Fine dissection of the tarsal tunnel in 60 cases. *Scientific Reports*, 7. 46351. Dostupno na <https://doi.org/10.1038/srep46351>