

Dopunske tjelesne aktivnosti za skijaško trčanje te primjena skijaškog trčanja u kondicijskoj pripremi sportaša

Konjević, Aljoša

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:117:752262>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-07**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet

Aljoša Konjević

**DOPUNSKE TJELESNE AKTIVNOSTI ZA
SKIJAŠKO TRČANJE TE PRIMJENA
SKIJAŠKOG TRČANJA U KONDICIJSKOJ
PRIPREMI SPORTAŠA**

diplomski rad

Zagreb, rujan 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

Naziv studija: Kineziologija; **smjer:** Kineziologija u edukaciji i skijanju

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i skijanju (univ. mag. cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Stručni rad

Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2021./2022. dana 4. svibnja 2022.

Mentor: prof. dr. sc / izv. prof. dr. sc. / doc. dr. sc. *Ime i prezime*

Pomoć pri izradi: *izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski*

Dopunske tjelesne aktivnosti za skijaško trčanje te primjena skijaškog trčanja u kondicijskoj pripremi sportaša

Aljoša Konjević, 0034064078

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

- | | |
|---|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski | Predsjednik - mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. Nikola Prlenda | član |
| 3. prof. dr. sc. Bojan Matković | član |
| 4. izv. prof. dr. sc. Jadranka Vlašić | zamjena člana |

Broj etičkog odobrenja:

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

**BASIC DOCUMENTATION CARD
(all CALIBRI 10)**

DIPLOMA THESIS

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

Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and skiing

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and skiing

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Professional work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2021/2022 on may 4, 2022.

Mentor: *Vjekoslav Cigrovski, PhD, prof.*

Supplementary activities to cross-country skiing and application of cross-country skiing in athletes fitness

Aljoša Konjević, 0034064378

Thesis defence committee:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. <i>Vjekoslav Cigrovski PhD, prof.</i> | chairperson- supervisor |
| 2. <i>Nikola Prlenda Phd, prof.</i> | member |
| 3. <i>Bojan Matković Phd, prof.</i> | member |
| 4. <i>Jadranka Vlašić Phd, prof.</i> | substitute member |

Ethics approval number:

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

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

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Cigrovski

Student:

Aljoša Konjević

SADRŽAJ

1. Uvod u skijaško trčanje.....	8
1.1. Povijest skijaškog trčanja u svijetu.....	8
1.2. Povijest skijaškog trčanja u hrvatskoj.....	10
1.3. Oprema za skijaško trčanje.....	11
1.3.1. Skije.....	11
1.3.2. Cipele i vezovi.....	12
1.3.3. Štapovi.....	13
1.3.4. Odjeća.....	13
1.4. Tehnike skijaškog trčanja.....	14
1.4.1. Klasična tehnika.....	14
1.4.2. Slobodna tehnika.....	14
1.5. Vremenski uvjeti kod skijaškog trčanja.....	15
1.6. Skijaško trčanje na rekreacijskoj razini.....	16
1.7. Skijaško trčanje na natjecateljskoj razini.....	17
1.7.1. Oblici i discipline natjecanja.....	18
2. Zamjenske aktivnosti za skijaško trčanje.....	19
2.1. Antropološki profil skijaških trkača.....	19
2.2. Biciklizam.....	21
2.3. Rolanje.....	22
2.4. Planinarenje.....	23
2.5. Nordijsko rolanje.....	24
2.5.1. Oprema za nordijsko rolanje.....	25
3. Utjecaj Skijaškog trčanja na kinantropološka obilježja.....	27
3.1. Utjecaj skijaškog trčanja na morfološka obilježja.....	27
3.2. Utjecaj skijaškog trčanja na funkcionalne sposobnosti.....	28
4. Primjena skijaškog trčanja u drugim sportovima.....	29
4.1. Biciklizam.....	29
4.2. Trčanje.....	30
4.3. Brzo klizanje.....	31
4.4. Plivanje.....	32
5. Zaključak.....	33
6. Literatura.....	34

SAŽETAK

Skijaško trčanje smatra se najstarijim načinom kretanja čovjeka na skijama. Nastalo je u skandinavskim zemljama koje su većim dijelom godine prekrivene snijegom. U zimskim je mjesecima ono služilo kao najjednostavniji način putovanja kroz snijeg, a tek se kasnije razvilo u iznimno popularan sport. Za razliku od natjecatelja iz skandinavskih zemalja, skijaški se trkači iz južnijih dijelova svijeta zbog nedostatka snijega nemaju mogućnosti baviti skijaškim trčanjem tijekom cijele godine. S obzirom na to da je skijaško trčanje sezonski sport, trkači su primorani za vrijeme ljetnih mjeseci, u kojima nema snijega, pronaći dopunske aktivnosti kako bi se pripremili za novu skijašku sezonu. U ovom radu istražuju se sportovi i aktivnosti koji su slični skijaškom trčanju i koje mogu najbolje poslužiti skijaškim trkačima u razvoju motoričkih i funkcionalnih sposobnosti uz zadržavanje ispravne tehnike izvođenja gibanja.

S druge strane, skijaško trčanje jedan je od funkcionalno najzahtjevnijih sportova. Zbog klizne komponente, incidencija nastanka ozljeda u ovome sportu je iznimno niska, što ga čini vrlo sigurnom aktivnošću za sportaše i rekreativce. Veliki broj sportova zbog svoje strukture nije u mogućnosti provoditi treninge i natjecanja tijekom zimskih mjeseci. Zbog toga ti sportaši pronalaze dopunske aktivnosti za održavanje i razvoj svojih sposobnosti. Zato se u ovom radu pobliže istražuje kojim je sportovima skijaško trčanje tehnički i funkcionalno slično te kojim bi sportašima skijaško trčanje moglo poslužiti kao zamjenska aktivnost za razvoj sposobnosti izvan natjecateljske sezone.

Ključne riječi

Nordijsko rolanje, slobodna skijaška tehnika, klasična skijaška tehnika, biciklizam,

ABSTRACT

Cross-country skiing is considered to be the oldest form of human movement on skis. It originated in the Scandinavian countries, which are covered with snow throughout most of the year. It served as the simplest way of traveling through the winter snow, and only later it developed into an extremely popular sport. Unlike competitors from Scandinavian countries, cross-country skiers from the southern parts of the world do not have the opportunity to cross-country ski all year round due to the lack of snow. Since cross-country skiing is a seasonal sport, competitors are forced to find additional activities during the summer months, when there is no snow, in order to prepare for the new ski season. This paper explores sports and activities that are similar to cross-country skiing and that can best serve cross-country skiers in the development of motor and functional abilities while maintaining the correct technique throughout the whole movement.

On the other hand, cross-country skiing is one of the most functionally demanding sports. Due to the sliding component, the incidence of injuries in this sport is extremely low, which makes it a very safe activity for athletes and recreational runners. Due to their structure, a large number of sports are unable to conduct training and competitions during the winter months, which is why these athletes find additional activities to maintain and develop their abilities. That is why, this paper investigates which sports is cross-country skiing technically and functionally similar to, and to which athletes could cross-country skiing serve as a substitute for developing abilities during the offseason.

Key words

Nordic skating, classic cross-country skiing technique, skating cross-country skiing technique, cycling

1. UVOD U SKIJAŠKO TRČANJE

Skijaško trčanje, poznato i kao nordijsko skijanje, zadivljujući je zimski sport koji spaja tjelesnu aktivnost, tehniku kretanja na skijama i duboku povezanost s prirodom. Odnosi se na klizanje po snijegom prekrivenim krajolicima uz korištenje skija i štapova. Upravo ga to čini uzbudljivom i izazovnom aktivnošću za ljubitelje prirode. S bogatom poviješću koja seže tisućama godina unatrag, skijaško se trčanje od načina kretanja po teško prohodnim sjevernim snježnim predjelima razvilo u vrlo popularan rekreativni i natjecateljski sport. Ono što izdvaja skijaško trčanje od ostalih sportova njegova je svestranost. Zbog klizne komponente na skijama, skijaško trčanje vrši minimalno opterećenje na zglobove trkača što ga čini jednom od aktivnosti s najmanjom mogućnošću nastanka ozljede. Zato u njemu mogu uživati ljudi svih dobnih skupina i razina tjelesne spremnosti. Ono je aktivnost za cijelo tijelo koja uključuje sve mišiće lokomotornog sustava. U skijaškom trčanju razlikujemo dvije tehnike; klasičnu i kliznu. Konstantno kretanje odguravanjem rukama i klizanjem aktivira rad nogu, trupa i gornjeg dijela tijela, potičući povećanje izdržljivosti, snage i poboljšanje ravnoteže. Kao rezultat toga, skijaško trčanje izvrsna je aerobna aktivnost koja može sagorjeti kalorije, povećati kapacitet pluća i poboljšati ukupnu tjelesnu kondiciju.

Kao sportaši u ostalim sportovima, tako i skijaški trkači moraju trenirati tijekom cijele godine. S obzirom na to da je skijaško trčanje sport na snijegu, sportaši tijekom ljetnih mjeseci moraju pronaći alternativne aktivnosti kako bi održali adekvatnu razinu opće i specifične spremnosti za novu natjecateljsku sezonu. Također, veliki se broj sportova zbog svoje strukture ne može provoditi kroz zimski period godine. S obzirom na to da se skijaško trčanje smatra jednim od aerobno najzahtjevnijih sportova, moglo bi poslužiti kao vrhunska zamjenska aktivnost za sportove koji sezonu provode tijekom ljetnih mjeseci.

Tema ovog rada je problematika skijaša upravo u ljetnim mjesecima te načinima na koje oni mogu pronaći zamjenske aktivnosti i provesti adekvatan trenažni proces izvan skijaške sezone. Također, istražiti će se prepreke na koje nailaze natjecatelji iz sportova koji su tijekom zimskih mjeseci izvan sezone te na koji način bi upravo takvi mogli koristiti pogodnosti skijaškog trčanja u svrhu bazične pripreme za nadolazeću natjecateljsku sezonu.

1.1. POVIJEST SKIJAŠKOG TRČANJA U SVIJETU

Iako neki istraživači pradomovinom skija smatraju područjem Altaja u Aziji, prvi trag o skijanju pronađen je u spilji u Rodoyu na sjeveru Norveške. U njoj je za vrijeme kamenog doba, još od prije 4 000 godina uklesan lik skijaša lovca. Uzevši u obzir da riječ „skijanje“ potječe od Norveške riječi „ski“, koja označava pojam trijeske ili ivera i da na jugu Norveške nalazimo prve zapise o skijanju stare čak 2 500 godina, može se s pravom reći da se Norveška smatra kolijevkom skijanja. Skijanje je nastalo iz potrebe za olakšanim kretanjem i lovom po snijegom pokrivenim skandinavskim područjima. Skandinavska mitologija upućuje na to da se skijanje kao prijevozno sredstvo koristilo u ratne svrhe. U 12. stoljeću Norveška vojska masovno koristi skije s ciljem bržeg prelaska velikih udaljenosti.

Godine 1060. opisana je prva skijaška utrka. U njoj su sudjelovali norveški kralj Harald Hard i skijaš Heming Aslakson. Druga povijesna utrka povezana je s vođom švedskih rodoljuba, Gustafom Erikssonom Vasom, koji je nakon bijega iz zatvora 1522. pokušao organizirati ustanak u svrhu oslobođenja od okupatora. Nakon povratka u rodno mjesto uputio se prema Norveškoj granici. Kako bi mu se pridružili, građani su odabrali dva najbolja skijaša koji su maršem od 90 kilometara sustigli Vasu i pomogli mu osloboditi zemlju od okupacije Danaca. I danas se taj događaj obilježava velikom skijaškom manifestacijskom utrkom pod nazivom „Vasaloppet“.

U predjelima srednje Europe, skijanje se prvi put spominje 1689. godine u knjizi Ivana Vajkarta Valvasora Slava Vojvodstva Kranjskog koja opisuje skijanje slovenskih seljaka na području masiva Bloke. Prvo službeno natjecanje u skijaškom trčanju održano je 1860. godine u Christijaniji (današnjem Oslu) u Norveškoj. U toj utrci pobijedio je Elling Bakken.

Natjecatelji u skijaškom trčanju i njihovi timovi počinju sve više razmišljati o opremi koju koriste, te 1880.g. Norvežani prelaze s korištenja jednog na dva štapa za utrke. Godine 1894. Norvežanin Fritz Huitfeld konstruirao je vezove pogodne za skijaško trčanje dok 1900. g. Norvežanin Bjarne Nilssen prvi počinje koristiti "skate" tehniku s kojom pobjeđuje na utrci i potiče izniman rast popularnosti tehnike.

Od kraja 19. stoljeća, skijaško trčanje na natjecateljskoj razini postepeno prodire i u druge europske zemlje. U Sjedinjenim Američkim Državama 1867.godine, na inicijativu norveških doseljenika, osnovan je i prvi skijaški klub u svijetu.

Skijaško je trčanje od samih početaka na programu Zimskih olimpijskih igara. Prve su ZOI održane 1924.g. u Chamonixu u Francuskoj. Godine 1952. na Zimskim olimpijskim igrama u skijaškom se trčanju, kao i u ostalim nordijskim disciplinama, pojavljuju i žene.

Godine 1986. "skate" tehnika službeno je priznata od strane Međunarodne skijaške federacije (FIS), ali je ostavila i natjecanja u klasičnoj tehnici kao zasebnu disciplinu.

Danas je skijaško trčanje jedan od najpopularnijih sportova u nordijskim skijaškim disciplinama, a posebno je priznat u državama zapadne i sjeverne Europe.

1.2. POVIJEST SKIJAŠKOG TRČANJA U HRVATSKOJ

Povijest hrvatskog skijanja i skijaškog trčanja započela je 1893. povratkom Franje Bučara u Zagreb s dvogodišnjeg studiranja u Stockholmu. Bučara je u Švedskoj posebno impresionirala masovnost i raznolikost staleža koji je sudjelovao na tamošnjim sportskim priredbama i natjecanjima, koja su, između ostalih skijaških disciplina, obuhvaćale i skijaško trčanje. Ubrzo je po povratku započeo s promocijom skijanja u Hrvatskoj.

Od jeseni 1894. do 1896. godine se na području Zagreba organiziraju brojni skijaški tečajevi za polaznike iz cijele Hrvatske. Godine 1913. organiziran je skijaški tečaj i u Gorskom Kotaru.

Prva međunarodna pobjeda hrvatskih skijaša evidentirana je 9. veljače 1908. kad je Janko pl. Woodvark pobijedio na utrci 10 000 m u češkom gradu Jilemnice.

Početkom 1914.g održano je prvo skijaško natjecanje na Medvednici gdje je pobijedio Mirko Pandaković. Kasnije je natjecanje ponovljeno na Mrkoplju.

Na prvim ZOI nastupila su tri hrvatska predstavnika: Dušan Zinaja, Ante Padaković i Milivoj Benković. Skijaški savez Hrvatske osnovan je 26. listopada 1939. godine.

Za vrijeme Drugog svjetskog rata, 1942. godine, na terenima Ruda održano je prvo prvenstvo Nezavisne Države Hrvatske u skijaškom trčanju. Zatim je u siječnju 1943. održano prvenstvo Hrvatske u skijaškom trčanju na Sljemenu.

Naša najuspješnija trkačica na skijama je bila Nada Birko koja na OI u Oslu zauzima 14. mjesto na utrci dužine 10 km. Također odlične rezultate postiže i Mira Sporčić 1976. godine.

Od osamostaljenja Hrvatske sve se više popularizira skijaško trčanje na natjecateljskoj razini te sve više naših predstavnika sudjeluje u domaćim i svjetskim skijaškim manifestacijama

(FIS natjecanja, kupovi, prvenstva), odnosno na Olimpijskim igrama (1994., 1998., 2002., 2006., 2010.g.). Hrvatski skijaški savez djeluje kao punopravni član Hrvatskog olimpijskog odbora i Međunarodne skijaške federacije (FIS). Unutar saveza egzistiraju četiri odbora. Alpski, nordijski, snowboard i telemark odbor te Hrvatski zbor učitelja i trenera sportova na snijegu (HZUTS).

1.3. OPREMA ZA SKIJAŠKO TRČANJE

Oprema za skijaško trčanje ima presudnu ulogu u postizanju dobrih rezultata, ali i u uživanju u ovom popularnom zimskom sportu. Od skija do cipela i vezova, svaka komponenta dizajnirana je za postizanje optimalne učinkovitosti skijaša te ravnoteže i kontrole na različitim terenima i snježnim uvjetima. Osim što bolja oprema skijašu osigurava bolji rezultat i lakše natjecanje, također ga štiti od različitih vremenskih uvjeta s kojima se sportaš susreće tijekom skijaške utrke. Svaki dio opreme se, kao i kod drugih sportova, međusobno razlikuje ovisno o tehnici skijanja.

U osnovnu skijašku opremu navodimo skije, skijaške cipele, vezove i štapove, dok se u dodatnu opremu svrstavaju kape, rukavice, naočale, skijaški dres i ostala oprema koja skijašu olakšava trening i natjecanja (jakne, vjetrovke, itd.) (Skender 2012).

1.3.1. SKIJE

U početku su se skije za skijaško trčanje izrađivale od drva, no od sedamdesetih godina 20. stoljeća skije se izrađuju od polietilenske plastike, stakloplastike i karbonskih vlakana. Danas natjecatelji posjeduju između 30 i 50 pari skija od kojih je jedna četvrtina često korištena za utrke ovisno o temperaturama i vremenskim uvjetima utrke (Pellegrini i suradnici, 2018).

S vremenom su skije prošle kroz veliki broj modifikacija. Od 3 m dužine, 10 cm širine i težine od 2-3 kg s početka prošlog stoljeća do 2 m dužine, 4 cm širine i 0,5 kg u suvremenom sportu. Skije su glavni dio opreme koju skijaš koristi te su uobičajeno dugačke, uske i veoma lagane radi lakšeg klizanja i veće manevarske sposobnosti. Međusobno se razlikuju po svojoj strukturi, konstrukciji, elastičnosti, zakrivljenosti vrhova, težini i širini. Skije se po njihovoj namjeni u osnovi dijele na skije za rekreativce, turno skije te skije za natjecatelje. Po skijaškoj tehnici skije se dijele na skije za klasičnu i za kliznu tehniku, dok su kod skija za klasičnu tehniku vrhovi nešto više zakrivljeni.

Kada se bira oprema za rekreativnog trkača bitno je razlikovati skije koje na donjoj plohi imaju izrađene nareze, odnosno rebra koja skijama daju potrebno trenje koje omogućava odguravanje prema naprijed dok istovremeno sprječava proklizavanje unatrag. Od takvih skija razlikuju se obične rekreativne skije koje nemaju tvornički izrađene nareze. Njih je potrebno dodatno premazati skijaškim mazivom koje sprječava proklizavanje unatrag.

Turno su skije posebno izrađene s namjenom istraživanja nepoznatih dijelova krajolika prekrivenih snijegom, odnosno kretanje izvan uređenih staza za skijaško trčanje. Upravo radi toga, turno skije imaju željezne rubnike i posebne vezove prilagođene turno skijaškoj cipeli.

Zbog velikog broja detalja koji definiraju vrhunskog sportaša, najviše razlika između skija nalazimo kod onih natjecateljskih. Vezano uz dužinu skija, one moraju biti 20-30 cm duže od tjelesne visine skijaša. Skije su unaprijed predviđene za određenu težinu sportaša, pa će tako skija sukladno težini skijaša biti mekana, polutvrda ili tvrda. S obzirom na vanjsku temperaturu, vrsti snijega i kvaliteti snijega, skija mora biti prilagođena za hladnije ili toplije uvjete. Skije za slobodnu tehniku kraće su, odnosno 10-20 cm duže od tjelesne visine skijaša i tvrđe od skija za klasičnu tehniku.

1.3.2. CIPELE I VEZOVI

Cipele za skijaško trčanje iznimno su polivalentan dio opreme trkača. Kako bi osigurale vrhunsku izvedbu, cipele moraju trkaču uz stabilnost i kontrolu, zbog ekstenziteta utrke, pružiti i udobnost. Posebno su dizajnirane da budu lagane i fleksibilne, omogućavajući prirodan raspon pokreta dok ujedno pružaju potporu stopalu i gležnju kako bi zadovoljile jedinstvene zahtjeve skijaškog trčanja, prilagođavajući se skijaškim pokretima, tehnicima i različitim uvjetima na stazama. Obično su izrađene od kombinacije sintetičkih materijala i izdržljivih tkanina koji stvaraju ravnotežu između prozračnosti i izolacije. To osigurava da skijaševa stopala ostanu topla i suha tijekom sveg vremena provedenog na snijegu, dok istovremeno propuštaju vlagu i znoj.

Cipele za slobodnu tehniku su više i pružaju veću stabilnost u skočnom zglobu od cipela za klasičnu tehniku, što omogućuje efikasniji odraz trkača.

Također, vrlo je bitno voditi računa o skijaškim vezovima, koji se proizvode sukladno određenoj vrsti cipela. Ovisno o karakteristikama pojedine tehnike, vezovi se razlikuju u tvrdoći gumica i sustavu prikapčanja za cipelu (Skender 2012). Za razliku od vezova kod skija za alpsko

skijanje, skije za skijaško trčanje pričvršćuju prste stopala za vezove, dok se peta slobodno odvaja od skije, što natjecatelju omogućuje bolji odraz.

1.3.3. SKIJAŠKI ŠTAPOVI

Štapovi za skijaško trčanje su lagan, ali vrlo čvrst dio opreme koji trkaču omogućuje odguravanje u smjeru kretanja, dok istovremeno pruža ravnotežu i lakše održavanje ritma trčanja tijekom utrke. Štapovi se sastoje od ručki, tijela i korpice.

Ručka štapa izrađuje se od gume ili spužvi i mora biti veličine šake trkača. Zbog toga je većina štapova ergonomski prilagođena pojedinom natjecatelju kako bi štapom mogao sigurno, čvrsto i udobno rukovati za vrijeme utrke.

Štap mora biti lagan radi lakšeg rukovanja, ali istovremeno mora biti čvrst kako bi mogao podnijeti sile koje na njega djeluju tijekom natjecanja. Zbog toga je tijelo štapa izrađeno od materijala poput aluminijskih, staklenih vlakana, karbonskih vlakana i sl.

Krplje štapa onemogućuje štapu propadanje kroz snijeg i tako odguruje skijaša prema naprijed. Mogu biti različitih veličina ovisno o uvjetima utrke, vrsti snijega i uređenosti skijaških staza. Za mekane uvjete na stazi, koriste se veće krpljice, dok su za tvrđi snijeg pogodnije manje krpljice.

Dimenzije štapa ovise o skijaškoj tehnici. Za klasičnu tehniku trkači koriste štapove oko 25 cm kraće od visine skijaša (85% visine) ili do visine ramena, dok je za kliznu tehniku štap za 15-ak centimetara kraći od trkača (90% visine) ili do visine brade. Onasch i suradnici (2017) navode da je optimalna dužina štapova za utрку 86% trkačeve visine, no istovremeno pokazuju pozitivnu korelaciju dužine štapova i brzine kretanja. Zbog toga je lako pretpostaviti zašto u natjecateljskom skijaškom trčanju, ovisno o natjecateljevoj tehnici i biomehaničkim polugama, skijaši koriste štapove veće duljine od ovih smjernica, a maksimalno do 93% tjelesne visine natjecatelja.

1.3.4. ODJEĆA

„Skijaške utrke održavaju se na stazama od 5 do 90 km duljine dok se na olimpijskim igrama i svjetskim prvenstvima održavaju na duljinama od 5 do 30 km u ženskoj konkurenciji i od 10 do 50 km u muškoj. Štafetne utrke se održavaju na 4x5 km i 4x10 km. Utrke u prosjeku traju od 12-90 minuta za žene i 22-140 minuta za muškarce“ kako ističu Ekblom i Bergh (2000). Iz toga je vrlo lako pretpostaviti koliku važnost ima skijaška odjeća trkaču. Njen je glavni cilj tijekom vremena provedenog na snijegu, trkaču omogućiti vrhunsku izvedbu, ali mu i ujedno pružiti zaštitu u svim, nerijetko ekstremnim vremenskim uvjetima.

Osim natjecateljskog dresa trkači koriste i specijaliziranu odjeću koja ima funkciju zaštite od vremenskih uvjeta. Odjeća trkača mora biti prozirna, propuštati znoj i vlagu dok istovremeno održava tjelesnu temperaturu trkača, čuva ga od vjetra, izbacuje višak vlage i na taj način ga održava suhim. Upravo zato skijaši koriste i opremu poput specijaliziranih rukavica, čarapa, kapa i naočala s posebnom UV zaštitom.

1.4. TEHNIKE SKIJAŠKOG TRČANJA

Skender (2012) navodi kako je tehnika kretanja na skijama ciklično ponavljanje istovrsnih ili raznovrsnih elemenata tehnike u kojima se fizikalne zakonitosti ne mijenjaju, već se mijenja samo koordinacija kretanja. Tako se unutar svake tehnike kretanja razvilo više elemenata pojedine tehnike skijanja. Ti se elementi međusobno razlikuju prema koordinaciji kretanja. Stoga se tehnika skijanja dijeli na klasičnu i slobodnu tehniku.

Ove se dvije tehnike razlikuju u elementima, načinu primjene, ali i uvjetima staze te vremenskim prilikama. Svaki element stvoren je s ciljem da se njime učinkovito i racionalne iskoriste svi energetske potencijali trkača u svrhu postizanja najboljeg rezultata. Obje se tehnike izvode na uređenim skijaškim stazama, ali zahtijevaju različitu opremu i skijaši koriste različite pokrete donjeg dijela tijela kako bi se pogurali naprijed.

Svaki element tehnike može se podijeliti na četiri faze koje nam uvelike olakšavaju učenje pojedinog elementa: 1. osnovni položaj

2. priprema za odraz

3. odraz

4. vraćanje u osnovni položaj

1.4.1 KLASIČNA TEHNIKA

Klasična tehnika skijaškog trčanja slijedi obrazac kretanja sličan hodanju ili trčanju održavajući uglavnom paralelnu poziciju skija zbog čega je pogodna za skijaške početnike. U klasičnoj tehnici skijaš koristi paralelno izrađene utore na stazi (špure) za obje skije. U klasičnu tehniku skijanja pripadaju sljedeći elementi: dijagonalna tehnika, suručno odguravanje, korak sa suručnim odguravanjem, tehnika škarastog koraka, tehnika spusta i tehnika mijenjanja smjera.

1.4.2. SLOBODNA TEHNIKA

Za razliku od klasične, slobodna tehnika slijedi kretanje lijevo-desno odnosno v-korak slično klizanju na ledu ili rolanju. Ova tehnika nastala je sedamdesetih godina prošlog stoljeća te je brža od klasične tehnike zbog čega je dominantno zastupljena na natjecanjima. Neki elementi ova tehnike su: klizni korak, poluklizni korak, tehnika spusta i tehnika mijenjanja smjera.

1.5. VREMENSKI UVJETI KOD SKIJAŠKOG TRČANJA

Skijaško trčanje jedinstven je natjecateljski sport koji za svoje izvođenje zahtjeva jedinstvene uvjete. Najbitniji od njih je snijeg koji u većini zemalja nije prisutan tijekom cijele godine, već samo tijekom zimskih mjeseci. Stoga je vrlo jednostavno zaključiti zbog čega je skijaško trčanje nastalo u nordijskim zemljama gdje je i najpopularnije. Nordijske zemlje imaju snježni pokrivač gotovo 6 mjeseci godišnje. To, uz geografski položaj, stvara povoljne uvjete za skijaške trkače koji imaju priliku ostvariti puno više skijaških dana u godini od ostalih natjecatelja iz južnijih dijelova Europe.

Skijaški su trkači tijekom utrke izloženi različitim vremenskim uvjetima koji su prisutni u planinama, a uvelike otežavaju izvedbu sportaša. Neki s kojima se sportaši za vrijeme natjecanja skijaškog trčanja susreću su:

1. Ekstremno niske temperature koje mogu opasno naštetiti zdravlju natjecatelja ako za utрку nije dovoljno tjelesno i psihički spreman, ali i dovoljno dobro opremljen. Skijaško je trčanje samo po sebi mentalno vrlo zahtjevno te ekstremne hladnoće nimalo ne olakšavaju situaciju sportašima zbog čega su održavanje topline, odnosno topla odjeća i obuća od velike važnosti skijašima.
2. Snježne padaline koje mogu smanjiti vidljivost trkačima povećavaju mentalni napor skijaša, a samim time ubrzavaju stvaranje umora te na kraju mogu rezultirati padom i ozljedom. Također ovisno o snijegu koji pada, često se taj isti može „lijepiti“ za skije tako povećavajući trenje između skija i snježne podloge, smanjujući brzinu kretanja i povećavajući napor natjecateljima.
3. Jaki se vjetrovi također često pojavljuju u planinskim i gorskim predjelima na kojima se održavaju natjecanja te oni mogu otežati izvedbu trkača. Osim što u ekstremnim uvjetima udari vjetra mogu natjecatelje izbaciti iz ravnoteže, uvelike smanjuju tjelesnu temperaturu trkača te povećavaju potrošnju energije zbog pojačanog procesa održavanja tjelesne topline i završno utječu na izvedbu i rezultat.

U najgorem slučaju, skijaši se tijekom utrke nađu u situaciji koja kombinira sve navedene vremenske uvjete što iznimno otežava okolnosti u kojima sportaši moraju djelovati na najvišoj razini. Vrlo je bitno naglasiti da je zbog svih ovih uvjeta na skijaškoj stazi, od iznimne važnosti dobra kvaliteta opreme skijaša. Ona može smanjiti nezgodne okolnosti i, što je najvažnije, smanjiti mogućnost nastanka ozljede ili pojave bolesti.

1.6. SKIJAŠKO TRČANJE NA REKREACIJSKOJ RAZINI

Skijaško je trčanje kompleksna tjelesna aktivnost koja za kretanje prema naprijed koristi mišićne skupine cijeloga tijela. Samim time pruža skijašu iznimno velik trenažni učinak zbog čega se smatra jednom od najintenzivnijih aerobnih sportskih aktivnosti, dok se zbog načina kretanja može relativno brzo naučiti.

Osim tjelesnih dobrobiti ovaj sport trkaču pruža priliku istražiti, ali i provesti veći dio slobodnog vremena u prirodi. Upravo to, uz udaljenost od civilizacije i osjećaj povezanosti s prirodom, pruža veliki osjećaj ugone.

U skijaškom se trčanju svaka pogreška prenosi na sljedeći pokret, što se na naposljetku akumulira te može itekako utjecati na prosječnu brzinu trkača i uvelike pokvariti krajnji rezultat. Iz tog je razloga skijaško trčanje sport koji zahtijeva veliku koncentraciju u dužem vremenskom periodu što, osim tjelesnog, trkaču stvara izrazit mentalni izazov.

Prema Renstromu i Johnsonu (2012) u Švedskoj je incidencija nastanka ozljeda na skijaškom trčanju 0.2 do 0.5 puta po 1000 skijaških dana dok je u Vermontu incidencija nešto viša na 0.72 ozljede na 1000 skijaških dana. Iz ovih podataka moguće je vidjeti da skijaško trčanje zbog klizne komponente stvara iznimno mali pritisak na zglobove dok su zbog relativno male brzine kretanja padovi na mekani snijeg bezopasni i vrlo rijetko rezultiraju ozljedama. To je veoma pogodno za rekreativne trkače.

Zbog iznimno visokog intenziteta vježbanja, visoke mentalne aktivacije, osjećaja slobode kretanja i male incidencije nastanka ozljeda, skijaško je trčanje jedna od najkompletnijih tjelesnih aktivnosti koja ispunjava veći broj ljudskih potreba dok predstavlja vrlo malu opasnost po zdravlje. Sve su ovo čimbenici koji skijaško trčanje čine popularnim rekreativnim sportom na snijegu.

1.7. SKIJAŠKO TRČANJE NA NATJECATELJSKOJ RAZINI

„Primarni je cilj skijaškog trčanja kao natjecateljskog sporta doseći visok natjecateljski rezultat s obzirom na nivo natjecanja. Sekundarni ciljevi su omogućiti nadarenim mladim natjecateljima optimalni razvoj primarnih sposobnosti potrebnih za uspjeh u skijaškom trčanju i omogućiti vrhunskim natjecateljima optimalne uvjete za razvoj njihove sportske karijere“ Skender (2012).

Skijaško je trčanje, kao što je prije navedeno, nastalo u skandinavskim zemljama kao način jednostavnijeg oblika putovanja i savladavanja snijegom prekrivenih područja. Nakon što su tamošnji stanovnici otkrili jednostavnije načine transporta, skijaško se trčanje polako pretvorilo u sport koji je vremenom postao veoma popularan u nordijskim zemljama. U Središnjoj i Južnoj Europi je svoju popularnost stekao malo kasnije. Iz navedenog je lako za zaključiti zbog čega

su nordijske zemlje iznimno dominantne u ovom sportu te u tek posljednjih godina vidimo trend sustizanja rezultata trkača Srednje i Južne Europe.

Prvo službeno natjecanje održano je u Christijaniji (današnjem Oslu) u Norveškoj 1860. godine dok je prvi skijaški klub osnovan 1867. u La Porteu (SAD). Godine 1911. Talijan Brunetta de Iso iznosi ideju o organizaciji Zimskih olimpijskih igara što se 1924. godine realizira u prve ZOI u Chamonixu u Francuskoj gdje su sportske okosnice bile nordijske discipline, skijaško trčanje i skokovi. Svjetska skijaška federacija (FIS) je utemeljena za vrijeme prvih ZOI te djeluje kao krovna skijaška organizacija. Prvo svjetsko prvenstvo organizirano je 1925. godine u Johanisbadu u Čehoslovačkoj.

U početku su na Zimskim olimpijskim igrama medalje osvajali isključivo skijaši iz skandinavskih zemalja koji i većinski dominiraju sportom. Posljednjih godina uočavamo porast u dobrim rezultatima estonskih, čeških, njemačkih, te švicarskih trkača, ali i onih drugih nacija.

Tablica 1. - povijesni pregled osvojenih medalja na olimpijskim igrama

Nacija	Zlato	Srebro	Bronca	Ukupno
Norveška	6	7	4	17
Švedska	6	5	4	15
Švicarska	3	0	0	3
Finska	2	4	7	13
Sovjetski savez	2	2	2	6
Estonia	2	0	1	3
Češka republika	0	1	1	2
Rusija*	0	1	1	2
Italija	0	1	0	1
Njemačka	0	0	1	1

*IOC (international Olympic Comittee) Ruskom je olimpijskom savezu zabranio nastupe na svjetskim smotrama zbog dopinškog skandala. Odabrani Ruski natjecatelji Denis Spitsov (2018. godine) i Alexander Bolshunov (2022. godine) su iz tog razloga nastupali pod neutralnom zastavom te osvojili brončanu i srebrnu medalju.

1.7.1. OBLICI I DISCIPLINE NATJECANJA

Tijekom bogate povijesti skijaškog trčanja, od načina transporta kroz snježna područja do vrlo popularnog natjecateljskog sporta, razvilo se nekoliko disciplina i oblika natjecanja u kojima sportaši sudjeluju. Muški trkači natječu se u disciplinama sprinta, sprint štafete, utrke na 15 km i 50 km, skiathlonu i štafeti dok ženske natjecateljice trče kraće udaljenosti, odnosno 10 km i 30 km.

Oblici natjecanja u kojima se trkači natječu su:

1. natjecanje s pojedinačnim startom
2. natjecanje sa skupnim startom
3. natjecanja s zaostatkom u startu
4. štafetna natjecanja
5. pojedinačni sprint
6. sprint štafeta (Team sprint)

2. ZAMJENSKE AKTIVNOSTI ZA SKIJAŠKO TRČANJE

Skijaško trčanje zimski je sport jedinstvenih oblika kretanja i uvjeta održavanja natjecanja. Kao i kod drugih zimskih sportova održavanje natjecanja ovisi o količini umjetnog ili prirodnog snijega u određenom području. S obzirom na to da se utrke uglavnom održavaju na većim udaljenostima, potrebna je znatna količina snijega kako bi se utrka uopće održala. To znači da je tijekom ljetnih mjeseci u većini zemalja nemoguće održavati natjecanja ili provoditi specifične treninge za skijaško trčanje. Upravo zato su skijaški trkači primorani izvan zimske sezone pronaći dopunske aktivnosti kako bi održali tehničku i kondicijsku spremnost za novu nadolazeću natjecateljsku sezonu.

Kod izbora takvih aktivnosti bitno je analizirati skijaško trčanje te zatim pronaći sličnosti u nekoj drugoj aktivnosti. Druga solucija je modificirati opremu za skijaško trčanje kako bi se treninzi mogli održavati na zemljanoj ili asfaltnoj podlozi. Takav primjer nalazi se kod nordijskog rolanja koje je nastalo isključivo kao dopunska aktivnost za razvijanje sposobnosti primjerenih skijaškom trčanju. Zatim treneri i sportaši moraju usporediti karakteristike zamjenske aktivnosti sa skijaškim trčanjem te vidjeti u kojoj mjeri ona ispunjava određena očekivanja odnosno koliko razvija poželjne sposobnosti i osobine. Savjetuje se kombinirati različite aktivnosti kako bi se postigli maksimalni učinci.

Aktivnosti koje po strukturi kretanja, tehničkim i funkcionalnim obilježjima slične skijaškom trčanju su:

1. biciklizam
2. rolanje
3. planinarenje
4. nordijsko rolanje

2.1 ANTROPOLOŠKI PROFIL SKIJAŠKIH TRKAČA

Skijaško trčanje uvelike je smatrano jednom od funkcionalno najzahtjevnijih tjelesnih aktivnosti. Skijaška staza ciljano je dizajnirana da se njena trećina savladava spustom, odnosno nizbrdo, druga trećina trčanjem po ravnoj stazi i zadnja trećina trčanja uzbrdo u kojem skijaši provedu i više od 50% trajanja utrke (Holmberg, 2015). Moguće je zaključiti kako tijekom skijaške utrke dolazi do intervalno iznimno velikog napora tijekom trčanja i intervala nešto lakšeg napora tijekom spusta. U kombinaciji s ekstremnim uvjetima, uobičajeno visokom

nadmorskom visinom i time smanjenom količinom dostupnog kisika, niskim temperaturama, terenom za čije se savladavanje koriste mišići cijelog lokomotornog sustava i konstantno visokom frekvencijom otkucaja srca moguće je zaključiti kako je skijaško trčanje s funkcionalnog aspekta izuzetno zahtjevan sport.

Iako je vrlo popularna rekreacijska aktivnost, kod selekcije profesionalnih trkača prema Pustovrh (2006), skijaški bi trkači trebali biti nešto više građe i relativno niske tjelesne težine za razliku od opće populacije. Također, trebali bi imati nešto širi prsni koš i šira ramena kako bi se što lakše odgurivali od snježne podloge.

Mognoni i suradnici (2001) pokazali su da su muški skijaški trkači u prosjeku visoki 176,5 cm i teški 67,6 kg. Skijaši su postizali vrijednosti maksimalnog primitka kisika (VO₂max) od 65,9 ml/min/kg odnosno 4,45 L/min s najvišom frekvencijom otkucaja srca (FSmax) od 190,7 otkucaja u minuti. Iz prikazanog može se zaključiti kakve napore skijaški trkači prolaze tijekom utrke i zbog čega je dobra priprema ključna za povoljan rezultat u ovome sportu. Također, upravo zbog ovakvih zahtjevnosti sporta, skijaško trčanje vrlo lako može poslužiti kao dobra aktivnost za pripremu skijaša za druge sportove.

Bakaev i suradnici (2015) su čak izradili rang čimbenika koji omogućavaju uspjeh u ovome sportu. Prema njihovom istraživanju najvažnija determinanta uspjeha u skijaškom trčanju su genetske razlike u odgovoru na različite trenažne operatore sa čak 19,2% udjela. Nakon njih slijede morfološke i funkcionalne karakteristike muskulature sportaša.

Tablica 2 – faktori uspješnosti kod vrhunskog skijaškog trčanja (Bakaev i sur. 2015)

Rang (značajnost)	Faktori	Rang (indeks%)
1	genetske razlike u odgovoru na različite trenažne operatore	19,2
2	morfološke i funkcionalne karakteristike muskulature sportaša	17,3
3	nemogućnost podnošenja opterećenja treninga skijaškog trčanja	15,7
4	Razlike u podnošenju intenziteta brzine i izdržljivosti	14,2
5	Sposobnost oporavka sportaša nakon trenažnog opterećenja	10,8
6	Razlike u visini i težini naspram drugih sportaša	9,3

7	Sposobnost opuštanja mišića ruku nakon odguravanja štapovima	7,7
8	Sportaševa sklonost specifičnoj sportskoj specijalizaciji	5,8

2.2 BIKIKLIZAM

Biciklizam je monostrukturalna ciklička aktivnost koja se najčešće provodi u proljetnim, ljetnim i jesenskim mjesecima zbog potrebe za povoljnim vremenskim uvjetima. Kod izvođenja aktivnosti, najaktivniji je lokomotorni sustav nogu dok su gornji dio tijela i trup pod malim trenažnim opterećenjem. Zbog cikličkog ponavljanja pokreta, pretežito radom nogu, biciklizam je zahtjevna aerobna aktivnost koja dijeli mnogo karakteristika sa skijaškim trčanjem te se zbog toga smatra odličnom dopunskom aktivnošću za taj sport.

Biciklizam je, kao i skijaško trčanje, individualni sport izdržljivosti. Od trkača, osim od velike tjelesne kondicije, za dobru izvedbu zahtjeva i niz drugih čimbenika. Biciklisti zbog sličnih karakteristika sporta sa skijaškim trkačima dijele sličan profil građe, ali i nešto viši maksimalni primitak kisika. Tako su Faria i suradnici (2005) izmjerili da su profesionalni biciklisti u prosjeku visoki 180 cm i teški 68,2 kg. Na testiranjima su postizali Vo₂max od 5,63 L/min što je znatno iznad rezultata skijaških trkača, te su na testiranju FSmax postizali najviši rezultat od 192 otkucaja u minuti.

Po ovim rezultatima može se zaključiti da je biciklizam izuzetno dobra zamjenska aktivnost za skijaško trčanje tijekom perioda godine u kojem nalazimo manje snijega. Zbog sličnih fizioloških zahtjeva, ali i većeg maksimalnog primitka kisika, može poslužiti kao odlična aktivnost za održavanje i poboljšavanje određenih sposobnosti i kondicije sportaša izvan natjecateljske sezone.

2.3. ROLANJE

Rolanje je uzbudljiv i dinamičan sport koji je, nakon blagog pada, u posljednjih nekoliko godina doživio procvat u popularnosti kao vrlo jednostavan način prijevoza. Jedna od glavnih značajki rolanja je pristupačnost. Za rolanje su nam potrebne samo role, nekoliko komada

zaštitne opreme i otvorena cesta što čini bavljenje ovim sportom iznimno jednostavnim i materijalno nezahtjevnim.

Po obrascima kretanja, uz iznimku odguravanju rukama, rolanje je slično skijaškom trčanju, što ga čini odgovarajućom dopunskom aktivnošću. Role su znatno kraće od skija što znači da na njima skijaš ima nešto manju stabilnost. S druge strane, to može stvoriti prednosti kod programiranja treninga u ljetnim mjesecima. Kod rolanja, sportaš se odguruje nogama v-korakom, koji je jedan od glavnih dijelova tehnike skijaškog trčanja. Također, na otvorenoj cesti, kod rolanja se vrlo lako uočavaju dionice uspona, rolanja na ravnom i spusta koje nalazimo tijekom utrke skijaškog trčanja, što ovaj sport čini iznimno sličnim skijaškom trčanju.

Hoffman i suradnici (1992) su u istraživanju na skijaškim trkačima zaključili da bi prosječan 30-godišnji muškarac s vrijednostima VO_2max od 40 ml/kg/min postigao rezultate od približno 68-90% od VO_2max s konvencionalnim rolanjem pri brzinama od 14,6-18,0 km/h. Stoga, konvencionalno rolanje pri ovim brzinama pruža odgovarajući stimulans za kardiorespiratorni trening osobe prosječne kondicijske razine. Međutim, osoba s VO_2max od 65 ml/kg/min bi dosegla samo 42-55% VO_2max na istim brzinama. Budući da pojedinci u dobroj formi mogu zahtijevati veći stimulans treninga za postizanje značajnog učinka treninga, manje su vjerojatnosti da bi mogli poboljšati kardiorespiratornu kondiciju konvencionalnim rolanjem pri brzinama od 18 km/h ili sporije s rolama koje imaju otpor kotrljanja sličan onim testiranim. Tumačenje navedenih podataka sugerira da bi pojedinac s VO_2max od 65 ml/kg/min morao klizati brzinom od približno 25 km/h na 85% VO_2max . De Boer i suradnici su izvijestili da dobro utrenirani muški maratonci mogu postići prosječne brzine od 28,9 km/h tijekom maksimalnih testova rolanja. Ova brzina može biti nesigurna za potrebe treninga i tehnički nemoguća za mnoge sportaše. Podaci iz ove studije sugeriraju da bi osoba u dobroj formi koja koristi konvencionalnu tehniku rolanja za trening trebala uvesti intervalni rad na brdima kako bi postigla odgovarajući trenažni učinak kako bi aktivnost bila korisna.

Sve navedeno upućuje na to kako je rolanje tehnički veoma srodna aktivnost skijaškom trčanju no ne može poslužiti kao idealna aktivnost za postizanje adekvatnog stimulansa funkcionalnim sposobnostima skijaša trkača.

2.4. PLANINARENJE

Planinarenje jedna je od svjetski najpopularnijih rekreacijskih aktivnosti u prirodi na svijetu. Ovisno o tjelesnoj kondiciji osobe, može se izvoditi više ili manje intenzivno što ju čini vrlo pogodnom aktivnošću za opću populaciju. Osim što pruža već poznatu zdravstvenu korist, planinarenje pruža kvalitetni način provođenja vremena na otvorenom, istražujući prirodu i krajolike i često vrlo pogodnu priliku za druženje ili upoznavanje novih ljudi avanturističkog duha.

Iako bi se, s obzirom na popularnost planinarenja kao rekreativne aktivnosti moglo zaključiti da je to aktivnost niskog intenziteta, Duckham (2006) je dokazala upravo suprotno. Navela je da su tjelesni aktivni nepušači u prosjeku 29 godina stari planinari postizali rezultate VO₂max od 46,25 ml/kg/min uz FSmax od čak 186 otkucaja u minuti i 10,79 mM koncentracije laktata u krvi. Ovi nam rezultati ukazuju da planinarenje može biti itekako zahtjevna aktivnost kojom se vrlo lako može postići dobar trenažni stimulans za funkcionalne sposobnosti sportaša. Također, ispitanici su u prosjeku bili visoki 175,08 cm i teški 70,04 kg što dimenzijama tijela veoma slično karakteristikama sportaša iz skijaškog trčanja

Uzevši u obzir sve prikazano, moguće je zaključiti kako postoji određena sličnost planinara sa skijaškim trkačima. Iako planinarenje kao aktivnost ne ostvaruje rezultate maksimalnog primitka kisika kao kod skijaškog trčanja, može se zaključiti kako je planinarenje dobra zamjenska aktivnost za održavanje forme skijaških trkača tijekom ljetnih mjeseci.

2.5. NORDIJSKO ROLANJE

Nordijsko rolanje nastalo je u prvom dijelu prošlog stoljeća upravo kao nadopuna za skijaško trčanje u periodu izvan zimske sezone. To je vrlo lako uočiti u srodnosti tehnike kretanja na ravnom, uspona i spusta, ali i opreme koja dijeli jako puno sličnosti s skijaškim trčanjem.

Osim što je nordijsko rolanje tehnički gotovo identična aktivnost koja može poslužiti kao odličan način održavanje tehnike izvođenja pokreta za skijaško trčanje izvan zimske sezone, dokazano je da se nordijskim rolanjem može utjecati i na funkcionalne sposobnosti skijaša. Ates i Cetin (2017) proveli su istraživanje nakon skijaške sezone na mladim skijaškim trkačima. U periodu od osam tjedana, 10 muških i 8 ženskih trkača bili su podloženi visoko intenzivnom intervalnom treningu (HIIT) na skijaškim rolama u svrhu istraživanja i pripreme za nadolazeću

skijašku sezonu. Rezultati su pokazali da su testovi uspješni izazvati statistički značajna poboljšanja u svim istraživanim funkcionalnim sposobnostima.

Tablica 3. – rezultati HIT-a na ženske trkačice

ŽENE	PRE X±SD	POST X±SD	PROMJENA %
Vo2max (ml/kg/min)	54,9±3,07	57,8±2,99	5,32
HRmax (BPM)	187,8±9,5	184,8±8,7	-1,60
Max anaerobna snaga (watt/kg)	7,68±0,88	8,29±0,76	7,94
Prosječna anaerobna snaga (watt/kg)	5,84±0,78	6,02±0,73	3,08
2km time-trial (sn)	17,3±2,15	16,6±0,88	-4,16

Tablica 4. – rezultati HIT-a na muške trkače

MUŠKARCI	PRE X±SD	POST X±SD	PROMJENA %
Vo2max (ml/kg/min)	63,4±3,07	66,9±2,82	5,39
HRmax (BPM)	185,9±13,24	181,4±12,76	-2,42
Max anaerobna snaga (watt/kg)	10,1±0,77	11,16±0,67	10,28
Prosječna anaerobna snaga (watt/kg)	7,39±0,58	7,73±0,45	4,6
2km time-trial (sn)	13,5±2,15	12,6±1,01	-6,47

Iz tablice se može vidjeti koliko se vrijednosti povećavaju adekvatnim treningom što trkaču može donijeti vrhunske rezultate. Najveće promjene uočavaju se kod povećanja maksimalne anaerobne snage koja kod ženskih ispitanika iznosi 7,94%, dok kod muških ona iznosi čak 10,28 %. Također, prikazane su izuzetne promjene i u VO2max kod oba spola koji je možda i najcjelovitiji prediktor uspjeha kod sportova izdržljivosti.

S druge strane, Losnegard i Hallén (2014) su u testiranju 22 muška trkača pokazali da skijaški trkači tijekom trčanja postižu 1,7±4,7% veći VO2max na početku ljetne sezone i

3,0±5,0% na kraju ljetne sezone u usporedbi s nordijskim rolanjem. To bi značilo da, kad je u pitanju maksimalni primitak kisika, trčanje može biti nešto intenzivnija aktivnost od nordijskog rolanja.

Tumačenjem ovih rezultata može se lako zaključiti da se nordijskim rolanjem, iako nije savršena zamjenska aktivnost, može lako djelovati na funkcionalne zahtjevnosti skijaškog trčanja. Uzevši u obzir da je nordijsko rolanje tehnički gotovo identična aktivnost skijaškom trčanju možemo sa sigurnošću zaključiti da je ovaj sport odlična dopunska aktivnost tijekom ljetnih mjeseci za održavanje forme skijaških trkača.

2.5.1. OPREMA ZA NORDIJSKO ROLANJE

Kao sportu koji služi kao jedna od najčešćih nadopuna za skijaško trčanje, bitno je opisati i opremu za nordijsko rolanje. Kao i kod skijaškog trčanja oprema za nordijsko rolanje se sastoji od skijaških rolera, cipela i vezova za rolanje, štapova i odjeće i ostale opreme.

Kao i kod skijaškog trčanja, roleri za nordijsko rolanje dijele se na one za kliznu (slobodnu) i klasičnu tehniku. Konstrukcija rolera uglavnom je slična te se razlikuje po materijalu od kojeg su roleri izrađeni. U većini je slučajeva potplata izrađena od kombinacije metala, dok neki proizvođači za izradu rolera koriste drvenu potplatu. Kao i kod skija, ovisno o osobinama i razini znanja natjecatelja, roleri će sadržavati kombinaciju materijala koji će ih činiti tvrdim ili mekšim. Roleri nisu dužine veće od 1,20 m. Svaki roler ima prednji i stražnji kotač koji je izrađen od kombinacije plastike i gume, te prema pravilima Hrvatskog skijaškog saveza ne smije biti veći od 100 mm, dok osovinski razmak ne smije biti veći od 530 cm. Suvremeni roleri izrađuju se s pneumatskim kotačima, koji se pune zrakom te dozvoljavaju korištenje rolera na zahtjevnijim podlogama poput trave.

Cipele za rolanje identične su onima za skijaško trčanje te imaju istu funkciju sa slobodnom petom kako bi omogućile slobodan pokret skočnog zgloba. Kao i na skijama, roleri imaju utor na vezovima za prednji dio cipele na koji se ona učvrsti i omogućava obavljanje punog pokreta kao i kod skijaškog trčanja.

Štapovi su još jedan dio opreme koji se ne razlikuje puno od onih kod skijaškog trčanja. Sastoje se od ručke, tijela i krpljice. Tijela štapova uglavnom su izrađena od karbona koji štapovima daje mekoću, dok ih ujedno čini veoma lakima za rukovanje. Štapovi za rolanje duži su od štapova za skijaško trčanje iz razloga što su roleri viši u odnosu na skije zbog veličine

kotača. Iz tog razloga visina štapova treba biti otprilike 10 cm niža od visine trkača. Na vrhovima štapova nalaze se gumene kapice koje služe pri amortizaciji kontakta i odguravanja štapovima od tvrde podloge i ne dopuštaju klizanje štapova po asfaltu.

Kod odjeće je vrlo bitno uzeti u obzir vremenske uvjete rolanja. Rolanje se uglavnom provodi u toplijim mjesecima godine zbog čega će odjeća biti nešto laganija. Posebna se oprema za skijaško rolanje ne proizvodi pa je za tu aktivnost preporučeno koristiti majice kratkih rukava i kratke hlačice. Izuzetno bi pogodna bila biciklistička oprema zbog vrlo sličnih uvjeta i napora koji se ostvaruju tijekom nordijskog rolanja. Također, preporučuju se štitnici za zglobove jer, za razliku od snijega kod skijaškog trčanja, rolanje se izvodi uglavnom na asfaltu koji kod pada može nanijeti ozbiljne ozljede trkaču. Iz istog razloga, obavezna je kaciga. Također, zbog sunca i UV svjetlosti od velike će koristi trkaču biti i sportske sunčane naočale kako bi aktivnost prošla što lagodnije.

3. UTJECAJ SKIJAŠKOG TRČANJA NA KINANTROPOLOŠKA OBILJEŽJA

Skijaško je trčanje aktivnost koja uključuje mišićne skupine cijeloga tijela te je zbog toga vrlo pogodan izbor aktivnosti za jačanje kompletnog lokomotornog sustava te poboljšanja funkcionalnih i motoričkih sposobnosti. Za vrhunski rezultat u skijaškom trčanju, potrebno je proizvesti dovoljno veliku silu nogama i rukama u svrhu najveće moguće propulzije unaprijed kako bi skijaš postigao što veću brzinu. Naravno, da bi to bilo moguće, skijaš mora imati visoko razvijenu muskulaturu cijeloga tijela. Također, da bi bio sposoban održavati veliku brzinu kroz duži period vremena i kako bi se mogao u što kraćem vremenu oporaviti od napora između dvije utrke ili treninga, sportaš mora imati razvijene funkcionalne sposobnosti, pogotovo one u vidu izdržljivosti.

3.1. MORFOLOŠKA OBILJEŽJA

S obzirom na raspodjelu staze na ravne dionice te one uspona i spusta, muskulatura donjih ekstremiteta je kod skijaškog trčanja najopterećeniji dio lokomotornog sustava. Dionice trčanja uzbrdo, kod kojih se javlja vrlo visoki napor i visoka frekvencija rada nogu, predstavljaju najveće opterećenje za mišiće donjeg dijela tijela. Iako dionice spusta predstavljaju najmanji rad nogu tijekom utrke i dalje je prisutna velika izometrička kontrakcija u svrhu održavanja aerodinamične pozicije koja omogućuje najveću brzinu i prijenos inercije na sljedeću dionicu staze u svrhu veće brzine, ali i očuvanja energije.

Povećanjem nagiba staza povećavaju se i frekvencija i intenzitet odguravanja štapovima te samim time i rad ruku i trupa. S obzirom na to da trkači 50% vremena utrke provode u usponu, pogrešno bi bilo reći da ruke i trup imaju malu ulogu u uspjehu skijaških trkača. Logično je zaključiti da je za maksimalnu produkciju snage potrebna iznimna jakost muskulature ruku, ramena i leđa zbog odguravanja štapovima o snježnu podlogu dok muskulatura abdomena aktivno povlači trup te služi kao stabilizator cijeloga tijela.

Može se zaključiti da je skijaško trčanje visoko intenzivna aktivnost za cijelo tijelo koja uz funkcionalne aktivnosti izaziva značajnu aktivaciju kompletne muskulature tijela za velike napore prilikom odgurivanja. Iako je skijaško trčanje sport izdržljivosti, intervalni treninzi kratkog trajanja i visokog intenziteta na skijama mogu vrlo lako izazvati mišićnu hipertrofiju svih mišićnih skupina tijela.

3.2 FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI

Skijaškim se trčanjem može djelovati na aerobne i anaerobne sposobnosti sportaša. Istraživanja su pokazala da je za mlade skijaške trkače trening izdržljivosti niskog intenziteta mnogo efikasnija metoda razvijanja anaerobnog praga od onog visokog intenziteta. Ujedno je intenzivni trening na laktatnom pragu ili više, bio najefektivniji način za postizanje napretka u razvoju VO₂max (Rusko, 1987).

S obzirom na to da je skijaško trčanje visoko intenzivan sport izdržljivosti, prisutna je visoka aktivacija funkcionalnih sposobnosti sportaša. Iako istraživanja pokazuju da su snaga i jakost jedan od pozitivnih prediktora uspješnosti u sportu, VO₂max je najbolji prediktor uspješnosti u skijaškom trčanju. Široko je prepoznato da skijaški trkači proizvode jedan od najviših maksimalnih primitaka kisika među svim sportovima. Sandbakk i Holmberg (2017) su pokazali da vrijednosti VO₂max kod skijaša trkača iznose čak 80-90 ml/kg/min za muške i 70-80 ml/kg/min za ženske trkače što su zaista visoke vrijednosti.

4. PRIMJENA SKIJAŠKOG TRČANJA U DRUGIM SPORTOVIMA

Zbog klizne komponentne, skijaško trčanje predstavlja ekstremno nisku incidenciju ozljeđivanja. U kombinaciji sa svojim funkcionalnim zahtjevnostima vrlo je pogodan način razvijanja sposobnosti sportaša drugih sportova pogotovo za one u kojima zimski mjeseci predstavljaju period bez natjecanja.

Nekoliko je istraživača pokazalo da bi za razvoj aerobne snage, sportaši izdržljivosti trebali trenirati brzinom koja je jednaka ili malo viša od njihovog anaerobnog praga (Eisenman i sur. 1989). S obzirom na to da se skijaškim trčanjem postiže zavidno opterećenje mnogi sportovi bi mogli pronaći koristi skijaškog trčanja u razvijanju vlastitih sposobnosti.

Iste se vrste treninga na skijama mogu vrlo lako prenijeti na razvoj sposobnosti sportaša u drugim sportovima. No, bitno je prije isprobavanja takvih metoda treninga poraditi na tehnici trčanja drugih sportaša kako bi se izbjegle ozljede i postigao maksimalni učinak.

Trening niskog intenziteta predlaže se za poboljšanje ukupnog aerobnog kapaciteta i učinkovitosti vježbanja, kao i za povećanje tolerancije na velika opterećenja pri treningu omogućavajući brži oporavak. Takav se trening u skijaškom trčanju može provoditi duži period vremena bez pojave većeg umora.

Trening umjerenog intenziteta, koji se po definiciji izvodi neposredno ispod anaerobnog praga, omogućuje dugotrajno vježbanje s dovoljnom opskrbom anaerobne energije. Obično dužeg trajanja s kratkim prekidima ili neprekidno od 30 do 60 minuta za kontrolu intenziteta, poželjno je provoditi ovu vrstu treninga na relativno nepromjenljivom terenu. No, takav se trening uobičajeno provodi na stazama za skijaško trčanje koje su varijabilnog intenziteta što bi moglo otežati uvjete izvođenja.

Također, trening skijaškog trčanja uobičajeno se provodi na visokim nadmorskim visinama zbog potreba sporta. Trening na visokim područjima zbog manjka koncentracije kisika povećava broj crvenih krvnih stanica koje poboljšavaju izvedbu sportaša i na nižim nadmorskim visinama što može biti veoma korisno za natjecatelje iz svih sportova.

4.1. BIKIKLIZAM

Kao što je već rečeno, biciklizam je sport izdržljivosti visokog intenziteta s vrlo niskom incidencijom ozljeda zbog repetitivnih napora uglavnom lokomotornog sustava donjeg dijela

tijela. Kao i kod skijaškog trčanja biciklisti svoju utrku provode na promjenjivom terenu s dionicama uspona, bicikliranja na ravnom i dionicama spusta, gdje postižu najvišu brzinu te provode najmanje vremena u aerodinamičnoj poziciji tijela. Biciklizam se izvodi dominantno naporima nogu dok miškulatura gornjeg dijela tijela uglavnom koristi kao potpora stabilizaciji tijela.

Iako su mišićna jakost i snaga iznimno bitne za cjelokupnu izvedbu biciklista, najveći faktor uspješnosti ipak imaju sposobnosti mišićne i pulmonarne izdržljivosti zbog ekstenziteta utrke. Prema Lounana (2007), vrhunski biciklisti dosežu vrijednosti VO_{2max} od $69,0 \pm 2,2$ mL/kg/min uz maksimalnu frekvenciju srca od $185,6 \pm 2,0$ otkucaja srca u minuti što su veoma visoke vrijednosti.

Za razliku od skijaškog trčanja, biciklistička se sezona odvija tijekom proljetnih, ljetnih i jesenskih mjeseci, jer je utrke nemoguće održati u snježnim uvjetima. Stoga, zimski mjeseci biciklistima predstavljaju period izvan natjecateljske sezone gdje bi za adekvatnu pripremu trebali pronaći zamjenske aktivnosti za svoj sport. Zbog sličnosti antropometrijskih karakteristika sportaša ovih dvaju sportova, uvjeta treniranja, promjenjivih zahtjevnosti trkačkih staza, ali i funkcionalnih zahtjevnosti sportova, skijaško trčanje moglo bi poslužiti kao iznimno dobra zamjenska aktivnost biciklistima tijekom zimskih mjeseci. Odgovarajućim treningom skijaškog trčanja, biciklisti bi, bez većih poteškoća mogli razvijati funkcionalne sposobnosti potrebne za ostvarivanje vrhunskog rezultata u biciklizmu.

4.2. TRČANJE

Trčanje je, kao i biciklizam, aktivnost koja se dominantno izvodi radom nogu. No za razliku od biciklizma, ruke, rameni pojas i trup tijekom trčanja imaju veliku ulogu u održavanju ritma trčanja i ravnoteže zbog čega snaga i izdržljivost tih dijelova lokomotornog sustava imaju značajnu ulogu u vrhunskom rezultatu kod trčanja.

Trčanje je sport izdržljivosti, koji osim velike mišićne jakosti nogu u svrhu brze i efikasne propulzije unaprijed, zahtjeva i iznimnu mišićnu izdržljivost kako bi trkači mogli zadržati adekvatnu tehniku, kontrakciju mišića i samim time brzinu kroz duži period utrke. Također, kako bi trkači mogli podnositi ekstremne napore kroz duži vremenski period iznimno je važno provesti dobru kondicijsku pripremu za postizanje odgovarajuće aerobne sposobnosti.

Billat i suradnici (2001) pokazali su da maratonci tijekom utrke postižu vrijednosti VO₂max od 79,6±6,2 ml/kg/min uz frekvenciju srca od 161±3 otkucaja u minuti na trećem kilometru i 167±5 na desetom kilometru. Iz ovih podataka mogu se vidjeti očite sličnosti fizioloških zahtjevnosti trčanja sa onima kod skijaškog trčanja.

Skijaško trčanje prati obrasce kretanja vrlo slične onima kod trčanja, pogotovo u elementima klasične tehnike skijaškog trčanja. Iako u skijaškom trčanju ruke i gornji dijelovi lokomotornog sustava imaju značajnu ulogu u propulziji unaprijed, u trčanju oni imaju veću stabilizacijsku ulogu. Unatoč tome, trkačima se natjecateljska sezona provodi tijekom ljetnih mjeseci, te bi tijekom zimskog perioda skijaško trčanje moglo poslužiti kao odlična zamjenska aktivnost kada trkači nisu u mogućnosti zbog snježnog pokrivača provoditi klasične treninge na otvorenom.

4.3. BRZO KLIZANJE

International skating union (Međunarodna Klizačka Organizacija) najstarija je međunarodna organizacija zimskih sportova. Klizačka se natjecanja mogu, s obzirom na dionice, podijeliti na sprint (500 i 1,000 m), srednjih (1,500 m) i dugih dužina (3,000, 5,000 i 10,000 m).

Klizanje je ekstremno dominirano radom nogu dok su ruke postavljene iza tijela u svrhu održavanja aerodinamične pozicije kako bi se postigla najveća moguća brzina kretanja. Iako se pravilna klizačka pozicija razlikuje od tehnike skijaškog trčanja, ova dva sporta dijele iznimne sličnosti kod odguravanja nogama, pogotovo kod klizne (slobodne) tehnike skijaškog trčanja.

Prema Konings i suradnicima (2014) klizači na bicikl ergometru postižu relativno skromne VO₂max vrijednosti u odnosu na ostale sportaše. Klizači su na testiranju pokazivali vrijednosti od 57,2-62,0 ml/kg/min za muške i 52,2-54,9 ml/kg/min za ženske trkače. Znanstvenici smatraju kako bi razlog tome mogla biti klizačka pozicija, koja iako biomehanički donosi velike benefite, može biti limitirajući faktor u pravilnoj raspodjeli krvotoka do donjih ekstremiteta. Istraživanja su pokazala da je protok krvi mnogo bolji tijekom zavoja, gdje klizači zadržavaju nešto uspravniju poziciju tijela.

Iako su skijaško trčanje i brzo klizanje zimski sportovi, unatoč različitostima u tehničkim elementima, skijaško bi trčanje moglo poslužiti kao dodatna aktivnost za razvoj

funkcionalnih sposobnosti klizača uz relativno visoko rasterećenje mišića nogu i znatno povećanje rada ruku i mišića trupa.

4.4 PLIVANJE

Plivanje je kao i skijaško trčanje izuzetno zahtjevna, visokointenzivna aktivnost koja se koristi mišićima cijelog lokomotornog sustava za kretanje prema naprijed. Ono što ju čini najbližijom skijaškom trčanju jest konstantan rad nogu, dok se rukama najveći napor događa u fazi primicanja ruku iz pozicije uzručenja gdje su najaktivniji mišići leđa i fleksora ruku. Naravno, bilo bi pogrešno reći da su skijaško trčanje i plivanje izuzetno slične aktivnosti, najviše zbog medija u kojem se plivanje provodi kao aktivnost. No to ne negira sličnosti u fiziološkim i mišićnim zahtjevnostima ovih dvaju sportova.

Plivanje se, od ostalih sportova iznimno razlikuje po dostupnosti kisika. Svaki je udisaj ograničen mehanizmom zaveslaja što znači da je ritam disanja i veslanja od velike važnosti za uspjeh u ovom sportu. Neravnomjerni ritam može dovesti do manjka kisika u organizmu što dovodi do povećanja količine laktata i brze pojave umora i slabijih rezultata na natjecanju.

Potrošnja kisika kod plivanja uvelike ovisi o mjestu održavanja (bazen, vanjske vode) te stilu i tehnici plivanja. Plivanje prsnom tehnikom i tzv. delfin tehnikom zahtjevaju puno veću potrošnju energije od ostalih što se mora uzeti u obzir tijekom treniranja.

Zoretić, Grčić-Zubčević, Zubčić (2014) su pokazali da juniorski i seniorski plivači nakon trenažnog programa od osam tjedana pokazuju zavidne rezultate VO_{2max} od $70,38 \pm 5,26$ ml/kg/min.

Kod maksimalnih napora u plivanju otkucaji srca u minuti su za 10-15 otkucaja niži nego kod onih u trčanju što bi se moglo objasniti povoljnijom (ležećom) pozicijom tijela u vodi koja dopušta bolje dijasoličko punjenje i eliminira gravitacijske sile kod povratka krvi u srce (Holmer 1992).

Važno je uzeti u obzir da je plivačka natjecateljska sezona podijeljena u nekoliko natjecateljskih perioda s kratkim pripremnim periodom između svakog perioda natjecanja što otežava programiranje treninga. No, skijaško trčanje bi unatoč različitostima u karakteristikama sportova, uz sličnosti pojedinih kretnji i fizioloških potencijala za postizanje trenažnog učinka moglo poslužiti kao dobra dodatna aktivnost za razvoj sposobnosti plivača.

5. ZAKLJUČAK

Veliki broj sportova izdržljivosti je limitiran vremenskim uvjetima te se periodi natjecanja s razlogom provode za vrijeme najpovoljnijih uvjeta što su najčešće ljetni mjeseci. Stoga veliki broj sportova izvan natjecateljske sezone mora pronalaziti dodatne načine održavanja i razvoja sposobnosti svojih sportaša. To uvelike otežava programiranje treninga za ostvarivanje vrhunskih rezultata.

Skijaško trčanje smatra se fiziološki najzahtjevnijim sportom izdržljivosti te može poslužiti kao odlično sredstvo za razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti sportaša drugih sportova. Kako se VO₂max u velikom broju sportova izdržljivosti smatra determinantom uspjeha, sa svojim iznimno visokim vrijednostima maksimalnog primitka kisika, lako je vidjeti korist koje skijaško trčanje donosi i koje natjecatelji drugih sportova izdržljivosti mogu prenijeti u svoj sport.

S druge strane, kako je skijaško trčanje zimski sport uvjetovan količinom snježnih padalina na određenom području, sportaši se nalaze u nemogućnosti treniranja tijekom ljetnih perioda godine. Kao najbolja zamjena za taj period treniranja pokazalo se nordijsko rolanje, koje je nastalo kao dopunska aktivnost za skijaško trčanje. Kako se nordijskim rolanjem ne postižu maksimalne razine primitka kisika kod skijaških trkača, važno je uz njega ukomponirati još neke aktivnosti. Poput biciklizma kako bi izazvali jači fiziološki podražaj i dosegli još bolju formu skijaša u svrhu pripreme za novu natjecateljsku sezonu.

6. LITERATURA

1. Ateş B, Çetin E. Roller (2017). Ski aerobic high-intensity interval training improves the VO₂max and anaerobic power in cross-country skiers. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 6(2):27-33. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/roller-ski-aerobic-high-intensity-interval/docview/1944540645/se-2>.
2. Bakaev, V. V., Bolotin, A. E., & Vasil'eva, V. S. (2015). Factors determining sports specialization of cross country skiers. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*, 2, 40-41.
3. BILLAT, V. L., DEMARLE, A., SLAWINSKI, J., PAIVA, M., & KORALSZTEIN, J. P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(12), 2089-2097.
4. Duckham, R. L. (2006). *The Effects of Hiking Poles on Performance and Physiological Variables During Mountain Climbing* (master's Thesis), University of Tennessee.
5. Ekblom, B., Bergh, U. (2000). Cross-country skiing. *Nutrition in sports* (str 656-662). Cornwall
6. Faria E. W., Parker D. L., Faria I. E. (2005). *The science of cycling: physiology and training - part 1*. *Sports Med.*;35(4):285-312. doi: 10.2165/00007256-200535040-00002.
7. Fuček, M. (2015). *Analiza opreme za skijaško trčanje* (Diplomski rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet.
8. Heikki Rusko (1987) The effect of training on aerobic power characteristics of young cross-country skiers, *Journal of Sports Sciences*, 5:3, 273-286, DOI: 10.1080/02640418708729782
9. Hoffman, M., Jones, G., Bota, B., Mandli, M., & Clifford, P. (1992). In-Line Skating: Physiological Responses and Comparison with Roller Skiing. *International Journal of Sports Medicine*, 13(02), 137–144. doi:10.1055/s-2007-1021245
10. Holmberg, H.-C. (2015), The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scand J Med Sci Sports*, 25: 100-109. doi: 10.1111/sms.12601
11. HOLMER, I. (1992). Swimming physiology. *The Annals of physiological anthropology*, 11(3), 269-276.
12. Konings, M.J., Elferink-Gemser, M.T., Stoter, I.K. *et al.* (2015). Performance Characteristics of Long-Track Speed Skaters: A Literature Review. *Sports Med* 45, 505–516 <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0298-z>

13. Larsson, P., & Henriksson-Larsén, K. (2005). Combined metabolic gas analyser and dGPS analysis of performance in cross-country skiing. *Journal of Sports Sciences*, 23(8), 861–870. doi:10.1080/02640410400022078
14. Losnegard T, Hallén J. (2014). Elite cross-country skiers do not reach their running VO₂max during roller ski skating. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Aug;54(4):389-393. PMID: 25034543.
15. Lounana J, Campion F, Noakes T.D., Medelli J. (2007). Relationship between %HRmax, %HR reserve, %VO₂max, and %VO₂ reserve in elite cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Feb;39(2):350-357. DOI: 10.1249/01.mss.0000246996.63976.5f.
16. Mognoni, P., Rossi, G., Gastaldelli, F. et al. (2001). Heart rate profiles and energy cost of locomotion during cross-country skiing races. *Eur J Appl Physiol* 85, 62–67 doi: 10.1007/s004210100432
17. Onasch F, Killick A, Herzog W. (2017). Is There an Optimal Pole Length for Double Poling in Cross Country Skiing? *J Appl Biomech*. Jul;33(3):197-202. doi: 10.1123/jab.2016-0071. Epub 2017 Jun 26. PMID: 27918680.
18. Pellegrini, B., Stöggl, T. L., i Holmberg, H. C. (2018). Developments in the biomechanics and equipment of Olympic cross-country skiers. *Frontiers in Physiology*, 9(JUL), 1–7. doi: 10.3389/fphys.2018.00976
19. Pustovrh, J. A. N. E. Z. (2006). Analysis of differences between selected morphological and motor variables in boys and girls practicing cross-country skiing. *Stud Phys Cult Tourism* 13 157-60.
20. Renstrom, P., & Johnson, R. (2012). Cross-Country Skiing Injuries and Biomechanics. *Sports Medicine*, 8(6), 346-370.
21. Sandbakk, Ø., & Holmberg, H.-C. (2017). Physiological Capacity and Training Routines of Elite Cross-Country Skiers: Approaching the Upper Limits of Human Endurance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(8), 1003–1011. doi:10.1123/ijsp.2016-0749
22. Skender, Z. (2012). *Skijaško trčanje*. Ravna Gora: Studiograf Rijeka
23. Zoretić, D., Grčić-Zubčević, N. i Zubčić, K. (2014). The effects of hypercapnic-hypoxic training program on hemoglobin concentration and maximum oxygen uptake of elite swimmers. *Kinesiology*, 46 (Supplement 1.), 40-45. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/127839>