

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



KARAKTERISTIKE JAČINE I
SNAGE KOD TAKMIČARA U
ALPSKOM SKIJANJU
DIPLOMSKI RAD

Student:

Ivan Rakić 235/04

Mentor:

Doc. dr Robert Ropret

Beograd, 2012.

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



KARAKTERISTIKE JAČINE I
SNAGE KOD TAKMIČARA U
ALPSKOM SKIJANJU
DIPLOMSKI RAD

Student:

Ivan Rakić 235/04

Mentor:

Doc. dr Robert Ropret

Komisija:

Red. prof. dr Saša Jakovljević

Van. Prof. dr Aleksandar Nedeljković

Beograd, 2012.

Sadržaj

1.UVOD	4
1.1 Alpsko skijanje od nastanka do sporta	4
2. KARAKTERISTIKE SAVREMENOG ALPSKOG SKIJANJA	6
2.1 Karakteristike takmičarskih disciplina	6
2.2 Antropometrijske karakteristike alpskih skijaša	7
2.3 Motoričke sposobnosti alpskih skijaša	8
3. KARAKTERISTIKE JAČINE I SNAGE U ALPSKOM SKIJANJU ..	11
3.1 Definicije jačine i snage	11
3.2 Specifičnosti režima rada mišića u alpskom skijanju	12
3.3 Karakteristike jačine i snage u laboratorijskim i terenskim testovima	14
3.3.1 Laboratorijski testovi	14
3.3.2 Specifični terenski testovi	19
3.4 Povezanost jačine i snage sa uzrastom skijaša	22
3.5 Karakteristike jačine i snage u različitim takmičarskim disciplinama i u zavisnosti od pola	25
4. ZAKLJUČAK	28
5. LITERATURA	29

1. UVOD

1.1 Alpsko skijanje od nastanka do sporta

Istorijski podaci do kojih su naučnici došli putem ispitivanja starosti određenih arheoloških pronalazaka, govore nam da su se ljudi služili “skijama” još 4000 godina pre naše ere. O tome svedoče pronalasci crteža na zidovima pećina i ostaci drveta oblikovanih kao skije. Ovi pronalasci se vezuju za regiju severne Evrope, tačnije za teritorije današnjih država Švedske, Norveške, Finske, Rusije, itd. Uloga skijanja u toj dalekoj prošlosti, a samim tim i nastanak skijanja se ogleda u potrebi da se lakše savladaju tereni pod snegom u cilju transporta i lova. Najstarija pisana svedočanstva o skijanju nalazimo u delima grčkih i rimskih istoričara, gde se opisuje “drvena obuća za kretanje po snegu” koju su koristili neki narodi iz male Azije. Dalje kroz istoriju skijanje dobija svoju potvrdu u svakoj narednoj epohi, a u tim istorijskim spisima svakako prednjače mitovi i legende iz Nordijskih izvora, koji datiraju sa početka drugog milenijuma.

Bitan detalj za transformaciju skijanja iz veštine kretanja po snegu u svrhu transporta, lova i ratovanja, dogodio se kad su vojnici u mirnodopskim uslovima pripremali za ratovanje, putem vežbi, trka i skokova na skijama. Na taj način se i približava ideja o sportskim obeležjima skijanja i rađaju se ideje o prvim takmičenjima. Doline Osterdala i Telemarka u Norveškoj su mesta gde su se ova prva takmičenja održala oko 1830. godine. Prvi skijaški klub na svetu osnovan je u Sjedinjenim Američkim Državama 1867. u La Porteu. Skijaški klub Christiania osnovan je desetak godina kasnije u Norveškoj, a 1882. i norveški skijaški savez. Organizacijom prvih modernih zimskih olimpijskih igara, kao i svetskih prvenstava tokom 30-ih godina prošlog veka, alpsko skijanje započinje istorijat svojih velikih takmičenja.

Na olimpijskim igrama u Chamonix-u 1924, St. Moritz-u 1928. i Lake Placid-u 1932. godine, bile su uvrštene samo nordijske discipline. Na četvrtim po redu modernim zimskim olimpijskim igrama u Garmisch-Partenkirchen-u 1936. godine održana su i takmičenja u alpskom skijanju, tačnije u disciplinama slaloma i spusta, kao i kombinacije (slalom i spust).

Prvo svetsko prvenstvo u alpskom skijanju održano je 1931. godine u Mürrn-u (Švajcarska); bilo je otvoreno i za žene, za razliku od nordijskih disciplina na kojima su žene pravo učešća ostvarile tek 1954. godine. Zanimljivo je napomenuti da su od prvog svetskog prvenstva i

žene i muškarci učestvovali u istim disciplinama, a prve medalje su podeljene u spustu i slalomu. Kako su se svetska prvenstva do Drugog svetskog rata održavale svake godine, već sledeće svetsko prvenstvo biva organizovano u Cortini d'Ampezo 1932. godine, u okviru kojeg je prvi put uvrštena i kombinacija spusta i slaloma. U Aspenu 1950. godine takmičilo se po prvi put i u veleslalomu, dok kombinacije nije bilo. Četiri godine kasnije u Are-u, ponovo se vozi kombinacija, do tada najzahtevnija, jer se sastojala od tri discipline (slalom, spust i veleslalom). Poslednja novina se javlja u Crans Montani, gde se superveleslalom uvodi kao nova disciplina.

Možda najveću zaslugu afirmacije i globalne popularizacije, kao sporta, alpsko skijanje duguje Svetskom kupu, takmičenju uvedenom po prvi put u sezoni 1966/1967. Kompletna inicijativa ideje i organizacije kalendara takmičenja potekla je od novinara Le Equip-a, Serža Langa. Ovo takmičenje danas obuhvata trke koje imaju veoma zgusnut kalendar takmičenja. Sezona traje gotovo šest meseci, a takmičenja se odvijaju u Evropi, severnoj Americi i Aziji. Razvoj alpskog skijanja kao sporta uticao je na povećanje broja i kvalitet takmičenja. To je, sa druge strane, dovelo do sve većih zahteva u samom trenažnom procesu u pogledu razvoja motoričkih sposobnosti, a naročito jačine i snage kao dominantnih sposobnosti u ovom sportu.

2. KARAKTERISTIKE SAVREMENOG ALPSKOG SKIJANJA

2.1 Karakteristike takmičarskih disciplina

Razvojem tehnike i tehnologije izrade materijala skijanje je doživelo neverovatnu ekspanziju u svakom pogledu i pretvorilo se u globalnu sportsku i rekreativnu aktivnost. Zbog svoje popularnosti kao mondenskog sporta, iz decenije u deceniju, prerasta u najviše upražnjavanu rekreaciju. Danas, trke alpskog skijanja predstavljaju veliku atrakciju, naročito takmičenja u svetskom kupu. Trke se odvijaju od jeseni do kasnog proleća i to u 5 disciplina: slalom (SL), veleslalom (GS), superveleslalom (SG), spust (DH) i super kombinacija (SL+SG). Svaka od ovih disciplina ima određene karakteristike.

Prema pravilima koje propisala svetska skijaška federacija (FIS), slalom i veleslalom voze se u dve vožnje, dok se spust i superveleslalom voze u jednoj vožnji. Propisi nalažu da svaka staza mora imati određenu visinsku razliku, određen broj kapija, kao i određeni razmak između svake od njih. Najveći razmak među kapijama je u spustu, pa samim tim staza je najduža. Takođe, u spustu se ostvaruju najveće brzine. Nešto manji razmak između kapija je u superveleslalomu, zatim u veleslalomu, dok je najmanji u slalomu. Vremenski gledano takmičenja u alpskom skijanju traju do 2.5 minuta. Najduži je spust, dok slalomske i veleslalomske trke traju oko 1 minut po vožnji. Ovi podaci važni su sa aspekta fizioloških karakteristika alpskog skijaša.

U zavisnosti od discipline koristi se i drugačija oprema. Naime, slalom zahteva brze i dinamične pokrete, i za ovu disciplinu koriste se najkraće skije, dok u spustu dužina skija može biti i preko 215cm. Za opremu takođe važe određena pravila koja su propisana od strane FIS-a (dužina, struktura, radius, itd.)

Zahtevi profesionalnog alpskog skijanja su kompleksni i iziskuju posebne sposobnosti. U poređenju sa drugim sportovima, retki su podaci koji govore o morfološkim i fiziološkim karakteristikama elitnih skijaša. Zbog složenih pokreta alpsko skijanje spada u red acikličnih polistrukturalnih sportova (*Koprivica, 2002*). Alpsko skijanje je okarakterisano kao sport visokog intenziteta, a aktivnosti traju 30-160 sec. gde preovlađuju izometrijske i ekscentrične mišićne kontrakcije. Alpsko skijanje se često opisuje kao sport eksplozivnosti, verovatno zbog brzih promena pravca (lateralnih kretanja) pri velikim brzinama kretanja, dajući vizuelni

utisak veoma eksplozivne aktivnosti. Međutim, istraživanja su pokazala da su brzine u pokretima zgloba kuka i kolena prilično male čak i u slalomu.

2.2 Antropometrijske karakteristike alpskih skijaša

Fiziološki profili elitnih alpskih skijaša otkrivaju značaj snage, aerobne moći, anaerobne izdržljivosti, koordinacije, okretnosti, ravnoteže i elastičnosti. Fizičke karakteristike elitnih skijaša otkrivaju podatke o prosečnoj visini i telesnoj masi. Danas, uspešni skijaši su viši i teži od svojih prethodnika. Slalomaši teže vitkijem stasu dok su spustaši najteži (*Andersen i Montgomery, 2008*). Međutim, dostupne informacije su ograničene i veoma specifične. Odnose se na podatke motoričkih sposobnosti i fizičkih karakteristika vrhunskih skijaša od pre 25 godina. Novija istraživanja koja se bave ovom tematikom (*Neumayr i sar., 2003*) potvrđuju rezultate iz ranijih godina. U periodu od 1997. do 2000. godine austrijski ski tim bio je među najboljima, kada su na polovini trka pobedili. Članovi nacionalnog ski tima, 20 devojaka i 28 momaka, tokom tog perioda bili su testirani dva do tri puta godišnje. Testirane su njihove fizičke sposobnosti, fiziološki kapaciteti kao i antropometrijski profil.

Skijaš vrhunskih kvaliteta nalazi se u srednjim dvadesetim godinama. Devojke su u proseku visoke 1.66 m i teške 65.1 kg, dok su muškarci visoki u proseku 1.81 m i teški 87 kg (Tabela 1. i 2.). Razlike u stasu, u kombinaciji sa snagom, omogućavaju im određene prednosti. Ovakve karakteristike jesu prednosti u generisanju veće sile pri visokim ugaonim brzinama, što omogućava bolju kontrolu nad skijama u različitim uslovima. Smatra se da takmičari sa većom telesnom masom imaju prednosti u brzinskim disciplinama (SG i DH) i to u delovima staze koji nisu tehnički zahtevni. Istraživanja austrijskog ski tima iz 1997. god (*Neumayr i sar., 2003*), pokazala su slične podatke kao i istraživanja švajcarskog ski tima iz 1993. godine. U tom istraživanju švajcarski skijaši su bili starosti 26 godina i teški u proseku 79 kg, što je za oko 10% manja telesna masa nego kod Austrijanaca. Trend pojave skijaša veće telesne mase je verovatno posledica veće mišićne mase ramenog pojasa i ruku usled intenzivnijeg treninga snage. Razlike u antropološkim karakteristikama postaju izražene kada se poredi današnji takmičari i oni od pre 25 godina ili pri poređenju takmičara i rekreativaca.

Nije nađena povezanost između antropoloških karakteristika i takmičarskih rezultata. Ovakvi podaci ne iznenađuju, i dokazuju da u alpskom skijanju sve motoričke sposobnosti kao i psihološki faktori doprinose uspehu na takmičenju.

Tabela 1. Antropometrijske karakteristike devojaka u sezoni 1999/2000. *(Neumayr G i sar.)*

	srednja vrednost	SD	Opseg vrednosti
Godine	25,2	3,9	19-33
Visina (m)	1,66	0,05	1,59-1,76
Telesna masa (kg)	65,1	6,5	52,5-77
BMI (KG/m²)	23,6	1,7	19,6-26,1
Procenat masti (%)	24,5	3,6	16,3-30,6
Obim butina (cm)	59	2,5	53-63
SD-standardna devijacija			

Tabela 2. Antropometrijske karakteristike muškaraca u sezoni 1999/2000. *(Neumayr G i sar.)*

	srednja vrednost	SD	Opseg vrednosti
Godine	27,6	3,5	21-34
Visina (m)	1,81	0,06	1,72-1,96
Telesna masa (kg)	87,0	7,1	72-103
BMI (Kg/m²)	26,5	1,7	22,2-29,1
Procenat masti (%)	15,8	3,7	9,4-21,3
Obim butina (cm)	64,5	1,5	59-67
SD-standardna devijacija			

2.3 Motoričke sposobnosti alpskih skijaša

Takmičari u alpskom skijanju ne pokazuju jedinstvene fizičke sposobnosti koje bi ih odvajale od grupa sportista kakvi su, na primer, maratonci ili sprinteri. Brojna istraživanja govore u prilog tome da se ne može izdvojiti ni jedan parametar po kome bi se moglo suditi da li će neko ostvariti uspeh u skijanju ili ne. Izdržljivost kao jedna od motoričkih sposobnosti ne predstavlja faktor uspeha u alpskom skijanju. Andersen i Montgomeri su 1988. došli do podataka da nivo aerobne moći alpskih skijaša varira od 49,1 do 70 ml/kg/min. Međutim, ranija istraživanja (*Veisteinas i sar. 1984*) pokazuju da VO₂max takmičara, u proseku ne prelazi 52 ml/kg/min, što u poređenju sa zahtevima sportova izdržljivosti ne predstavlja značajan nivo. Alpsko skijanje, takođe, nije sport koji karakteriše brzina pokreta. Iako, na prvi pogled, odaje utisak aktivnosti gde je brzina pokreta značajna, Berg i Eiken (1999.) su ustanovili da je najveća ugaona brzina u zglobu kolena tokom skijanja 69°/sec. (slalom) dok su u ostalim disciplinama pokreti još sporiji. Skijaši ostvaruju veliku snagu u izokinetičkim testovima kada ugaona brzina pokreta u zglobu kolena ne prelazi 30°/sec (*Berg i Eiken, 1999*). Međutim kada se testira snaga pri pokretima sa većim ugaonim brzinama (180° /sec što odgovara brzini pokreta u trčanju), nivo ispoljene snage je sličan kao i kod ostalih sportista (Tabela 3.).

Tabela 3. Parametri mišićne sile u različitim disciplinama (<i>Berg i Eiken 1999</i>)				
	Uglovi kolena pri najvećem i najmanjem opterećenju (°)	Ugaona brzina (°/s)	Ciklus pokreta L-D (s)	Intenzitet kontrakcije (% MVC)
SL	98-111	69±11	1,6±0,2	74±33
GS	86-114	34±2	3,5±0,6	73±21
SG	83-96	~17	~4,1	
FM	62-133*	~300*	~0,8	
*Ugao pri umerenom trčanju 45°				
*Ugaona brzina pri sprintu 600~700°/s				

Jedna od oblasti interesovanja istraživača u skijanju jeste uloga mišićne snage koja se ispoljava u svakoj disciplini. Priroda skijanja zahteva brzo eksplozivno ispoljavanje snage istovremeno praćeno stabilnim ekscentričnim ili koncentričnim kontrakcijama. Skijaši su poznati po tome da imaju izraženu snagu nogu. U ranijim studijama zaključak je bio da je

snaga najznačajnija za postizanje rezultata u ski timu SAD (*Turnbull, Kilding i Keogh, 2008*). Razvojem treninga snage, studije su pokazale da snaga nije u direktnoj proporciji sa uspehom. Razna druga istraživanja pokazala su da spustaši ispoljavaju mnogo veću snagu nego skijaši u drugim disciplinama. Međutim, istraživanja nisu pokazala razliku u snazi između disciplina kod kojih preovladava brzina, tehnika ili kombinacija ovih sposobnosti.

Za alpsko skijanje su karakteristične ponavljajuće faze izometrijske sile kao i faze koncentričnih kontrakcija, u kojima je često veliki broj vlakna aktivnog mišića uključen. Priroda mišića je takva da se kod maksimalnih aktivacija, zbog redukcije protoka krvi, nagomilavaju metabolički produkti, koji utiču na nivo ostvarene sile kroz različite pokrete. Elitni alpski skijaši ostvaruju visok nivo izometrijske sile u mišićima ekstenzora potkolenice čak i u poređenju sa drugim sportistima u čijim sportovima je snaga važna sposobnost, što je verovatno rezultat adaptacije organizma na specifičnost uslova u kojima se ovaj sport odvija. To je dovelo na razmišljanje da ekscentrična mišićna kontrakcija, kao glavna komponenta adaptacije na snagu, igra dominantnu ulogu u alpskom skijanju.

Snaga nogu je u direktnoj vezi sa disciplinama slalom i veleslalom. Udeo glikolitičkih procesa za vreme trke je oko 40% od ukupno potrošene energije. Nakon trke zabeleženi su rezultati koncentracije laktata u krvi između 9-13 mmol/l (*Andersen i Montgomery, 2008*). Koncentracija laktata u mišiću je oko 24 mmol/kg. Vrhunski skijaši tokom trke ostvaruju visoke laktatne vrednosti, a aerobne potrebe skijaša tokom trke mogu dostići 90-95% od maksimalne aerobne moći.

3. KARAKTERISTIKE JAČINE I SNAGE U ALPSKOM SKIJANJU

3.1 Definicije jačine i snage

Nesporno je da snaga u skijanju predstavlja jedan od ključnih faktora u samom trenažnom procesu. Zbog česte primene sile i snage u treningu neophodno je razgraničiti ove pojmove.

Jačina, tj. sila jeste sposobnost mišića da deluje velikim silama u statičkim uslovima ili protiv velikog otpora, pri malim brzinama skraćanja mišića. Jačina se ispoljava u uslovima naprezanja mišića protiv maksimalnog opterećenja, zatim u uslovima naprezanja mišića pri sporim pokretima, odnosno u statičkim uslovima. Ispoljavanje jačine mišića zavisi od poprečnog preseka mišića, dužine i promene dužine mišića, režima rada, veličine spoljašnjeg opterećenja, suprotstavljanja mišića antagonista i drugo (*Kukolj, 2006*).

Naprezanje mišića u statičkom režimu rada, kao što je već napomenuto, podrazumeva ispoljavanje jačine u izometrijskim uslovima (dužina mišića se ne menja ili je promena dužine veoma spora), a ispoljena jačina može biti u rasponu od minimalne do maksimalne. Naprezanje mišića u dinamičkim uslovima pretpostavlja promene dužine mišića, različite brzine promene dužine, kao i promenu sile, odnosno promenu savladanog otpora. Uzimajući u obzir savladani otpor i brzinu savladanog otpora razlikuje se spora, brza i eksplozivna jačina. Sporu jačinu karakteriše savladavanje maksimalnog otpora u uslovima kada je ubrzanje pokreta, pri savladavanju otpora, jednako nuli. Brzu jačinu karakteriše savladavanje submaksimalnog otpora, submaksimalnim ubrzanjem, a eksplozivnu jačinu karakteriše savladavanje submaksimalnog otpora maksimalnim ubrzanjem pokreta.

Snaga je sposobnost mišića da deluje relativno velikim silama, pri malom spoljašnjem otporu, ali pri velikim brzinama skraćanja mišića. Po sebi, snagu treba razumeti kao proizvod jačine i brzine skraćanja mišića. Ona nastaje kao posledica zakonomernosti odnosa sile i brzine, odnosno posledica relacije sila-brzina (Fv). S tim u vezi, maksimalna snaga se ispoljava u uslovima značajno manje jačine (oko 50% od maksimalne jačine) i odgovarajuće, maksimalno moguće brzine (oko 1/3 od maksimalne moguće brzine za date uslove kretanja).

Snaga kao motorička sposobnost zavisi od kompozicije mišićnih vlakana, tj. odnosa vlakana brzog i vlakana sporog trzaja. Osim toga, snaga zavisi i od motornog nervnog sistema, od

građe mišića (arhitekture mišićnih vlakana), od dužine mišića, zamora kao i temperature (Stefanović i Jakovljević, 2004). Veću snagu ispoljavaju osobe u čijem sastavu dominiraju vlakna brzog trzaja u odnosu na vlakna sporog trzaja.

Jačina se ispoljava u uslovima savladavanja maksimalnog opterećenja, sporim pokretima i u izometrijskom režimu rada, a za procenu jačine primenjuju se testovi: jačina stiska šake, jačina mišića opružača u zglobu kuka, jačina mišića pregibača u zglobu kuka, izdržaj u polučučnju na jednoj nozi, izdržaj u čučnju sa polovinom svoje mase, itd. Snaga mišića se ispoljava u uslovima brze promene dužine mišića i relativno velikog opterećenja, a za procenu snage koriste se skokovi, bacanja, ponovljeni pokreti i drugi oblici kretanja.

Za procenu snage najčešće se koriste: skok u vis (po Abalaku), skok u vis (po Sardžentu), skok u vis zamahom rukama, skok u vis bez zamaha rukama, serija skokova za 15 sekundi, bacanje medicine iz ležećeg položaja, zgibovi u visu na vratilu, sklekovi, itd. (Kukolj, 2006).

3.2 Specifičnosti režima rada mišića u alpskom skijanju

Takmičari u alpskom skijanju ostvaruju veliku silu pri koncentričnim i ekscentričnim kontrakcijama kao i veliku snagu nogu. Testovi pokazuju da skijaši ispoljavaju niži nivo snage pri velikim brzinama, u poređenju sa sprinterima ili skakačima. Dugoročnom analizom ove pojave u veleslalomu (GS), došlo se do zaključka da skijanje nije sport eksplozivnosti.

Alpsko skijanje zahteva pokrete sa snažnim uzastopnim mišićnim kontrakcijama. To bi značilo da skijaši poseduju veliku snagu pri izometrijskim uslovima rada. U poređenju sa telesnom visinom skijaši u izometrijskim uslovima ostvaruju silu od oko $3,9 \text{ N/kg}^{-1}$. Karakteristika samog skijanja je takva da takmičar ostvaruje visok nivo aktivnosti za kratki vremenski period.

O značaju snage govore mnoga druga istraživanja. Testiranja od pre 30 godina dokazala su da elitni skijaši potiskom nogama ostvaruju veliku snagu mišića kvadricepsa u izometrijskim uslovima rada (Tech, 1995). Ovakvi rezultati potvrđuju činjenicu značaja snage u takmičarskom skijanju, jer testirani skijaši nisu prethodno trenirali sa tegovima kako bi poboljšali rezultat testiranja. Alpski skijaši ostvaruju veću snagu pri sporim koncentričnim pokretima (Tech, 1995). Stoga u poređenju sa sprinterima i skakačima, a oslanjajući se na snagu, brzinu i silu, skijaši pokazuju slične rezultate. Međutim tokom koncentrične

kontrakcije pri velikim ugaonim brzinama pokazali su nešto manju snagu ekstenzora u zglobu kolena. Ova pretpostavka je u skladu sa istraživanjem (*Tech, 1995*) koje govori o sporim ugaonim brzinama u skijanju. Pošto tokom skijanja ekstenzori u zglobu kolena igraju ulogu i u sporim ekscentričnim kontrakcijama, pretpostavka je da elitni skijaši ostvaruju veću snagu pri ekscentričnim kontrakcijama. Praksa kaže da je kod vrhunskih skijašica ostvarena veća snaga ekstenzora u zglobu kolena u ekscentričnoj nego pri koncentričnoj kontrakciji (*Tech, 1995*).

Beleženjem EMG aktivnosti kvadricepsa tokom GS zaokreta, došlo se do zaključka da se ekscentrična kontrakcija u većoj meri javlja nego koncentrična (*Berg, Eiken, and Tech, 1995*). U aktivnostima kao što su trčanje i skakanje gde su otprilike podjednako zastupljene i koncentrična i ekscentrična kontrakcija, EMG aktivnost mišića opružaća kolena može biti viša tokom ekscentričnog perioda. Međutim, postoji izvesno kašnjenje (oko 100 ms) između početka EMG signala i sledećeg pokreta segmenta. Vrednosti dobijene merenjem ugaone brzine u zglobu kolena tokom GS zaokreta pokazuju da skijanje ne spada u grupu eksplozivnih sportova (*Berg, Eiken, and Tech, 1995*). Istraživači kažu da ne postoji sport koji zahteva toliku količinu snage a tako spore pokrete segmenata ($20-40^{\circ}\cdot s^{-1}$), jer, na primer, pri trčanju ugaona brzina u zglobu kolena iznosi oko $900^{\circ}\cdot s^{-1}$. Ponekad tokom zaokreta u skijanju aktivnosti EMG opružaća kolena prelaze postignute vrednosti maksimalne voljne izometrijske kontrakcije (MVC). Aktivnost EMG opružaća kolena pokazala je maksimum od 74% u poređenju sa MVC u kasnijem delu zaokreta pri ekscentričnoj kontrakciji. Ovako visok nivo aktivnosti se zadržava oko 0.5 s ili oko 1/3 zaokreta. Obično je aktivnost EMG ovih mišića tokom maksimalne voljne ekstenzije kolena niža pri ekscentričnim nego koncentričnim ili izometrijskim kontrakcijama. Ipak, istraživanja su pokazala da je sila mišića kvadricepsa značajno veća tokom ekscentrične nego koncentrične mišićne kontrakcije. Tokom skijanja skijaši generišu veliku energiju jer se kreću niz padnu liniju. To uslovljava skijaše da često koriste ekscentričnu mišićnu kontrakciju. Dalje, zbog ubrzanja centrifugalne sile i velike kinetičke energije, u segmentima će nastati jake kompresione sile koje opterećuju ekstenzore nogu tokom faze zaokreta. Stoga, brzina, radius zaokreta kao i masa skijaša određiće potrebe za ostvarivanje sile u mišićima tokom zaokretanja.

Beleženje EMG aktivnosti u disciplinama SG, SL i GS ukazuju na preovlađujući uticaj ekscentrične kontrakcije u odnosu na koncentričnu. Ovakva pojava nije zabeležena ni u jednom drugom sportu ranije. Dinamične aktivnosti koje zahteva skijanje iziskuju stvaranje

snage koja mora biti dovoljna da bi se telo suprotstavilo silama trenja, gravitacije i sile reakcije podloge.

Jedinstvena karakteristika alpskog skijanja je u tome što se tokom zaokreta ostvaruje velika sila pri ekscentričnoj kontrakciji, što dovodi do generisanja velike kinetičke energije. Ekstenzori mišića nogu ispoljavaju najveće vrednosti sile u drugom delu faze samog zaokreta (*Berg, Eiken, i Tech, 1995*) i stoga mišići moraju da ostvare silu koja će biti proporcionalna masi i brzini skijaša, a obrnuto proporcionalna radiusu zaokreta. Da bi održali potreban nivo sile skijaši se uglavnom oslanjaju na ekscentričnu mišićnu kontrakciju. Zbog ekscentrične mišićne kontrakcije, ne samo da se veća sila ostvaruje nego je i manja potrošnja energije, ali i manji zamor nego u koncentričnim akcijama. Može se govoriti i o tome da prevlast ovakvih pokreta može sačuvati energiju i održati nivo potrebne sile, što bi bila velika prednost na samoj trci.

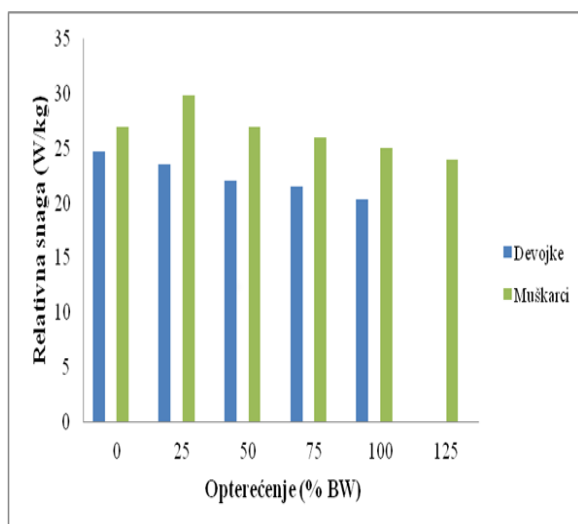
3.3 Karakteristike jačine i snage u laboratorijskim i terenskim testovima

3.3.1 Laboratorijski testovi

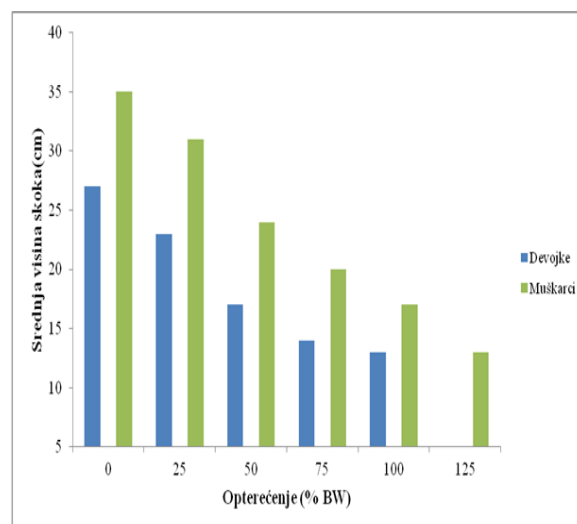
Skijaši moraju biti dovoljno jaki da bi savladali centrifugalnu silu i silu gravitacije tokom zaokreta. Takođe, razvoj tehnologije učinio je skijanje mnogo dinamičnijim sportom, što iziskuje veću snagu i silu pri zaokretima. Vremenom, razvile su se brojne baterije testova koje omogućavaju kvalitetniju procenu sposobnosti skijaša u cilju postizanja boljeg rezultata. Testiranja su danas, u modernom sportu, esencijalna potreba trenažnog procesa. Testiranja sa skokovima koriste se da bi se odredila snaga kod alpskih skijaša. Snaga prilikom skokova se može meriti na različite načine, ali jedan od najkorišćenijih je putem tenziometrijskih ploča. Procena bilateralnih sposobnosti tokom testova sa skokovima kada telo nije u ravnoteži je od velikog značaja za skijaše, jer oni ne bi trebalo da imaju dominantnu nogu, ali to je prilično retko. Bilateralna procena kroz testove sa skokovima sprovedena je kroz jedinstven sistem testiranja Instituta za sport i nauku univerziteta u Inzbruku (*Patterson i sar. 2002*). U testovima koji su sprovedeni, merena je snaga leve i desne noge pri sunožnom odskoku . Ovaj test sadrži podatke o karakteristikama leve i desne noge pri koncentričnoj kontrakciji kada telo nije u ravnoteži, pri pokretu skok iz čučnja (SJ). U jednom od istraživanja prošlo je dvadeset muškaraca i sedamnaest devojaka članova juniorskog austrijskog ski tima. Pre SJ testa sportisti su morali dobro da se zagreju. Test se sastojao od pokreta čučanj-skok sa

teretom 0%, 25%, 50%, 75%, 100% i 125% od svoje telesne mase (samo muškarci). Kada se podizalo 0% korišćena je aluminijumska šipka težine 600 grama. Pokreti su se izvodili do ugla od 90 stepeni u zglobu kolena. Ispitanik je imao zadatak da polako vrši fleksiju u zglobu kolena i kada je ispitanik sa šipkom došao do tog položaja zvučni signal je davao znak za pokret. Svaki ispitanik izvodio je 3 skoka sa svakim opterećenjem, sa jednim minutom pauze između pokušaja. Pauza između podizanja opterećenja bila je 3 minuta. Na osnovi rezultata merenih tenziometrijskom pločom definisano nekoliko parametara: P (relativna snaga), H (visina skoka), P01 (ostvarena snaga u prvih 100 ms), P02 (ostvarena snaga u prvih 200 ms), FmaxR (maksimalna sila desne noge), FmaxL (maksimalna sila leve noge).

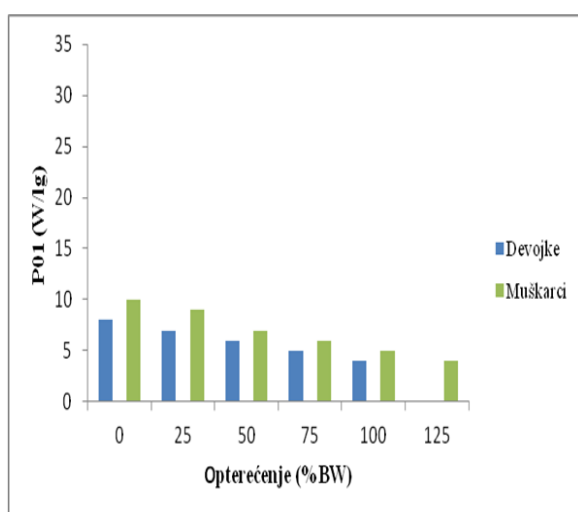
Grafikon 1. Relativna snaga tokom SJ pokreta
(Patterson i sar. 2002).



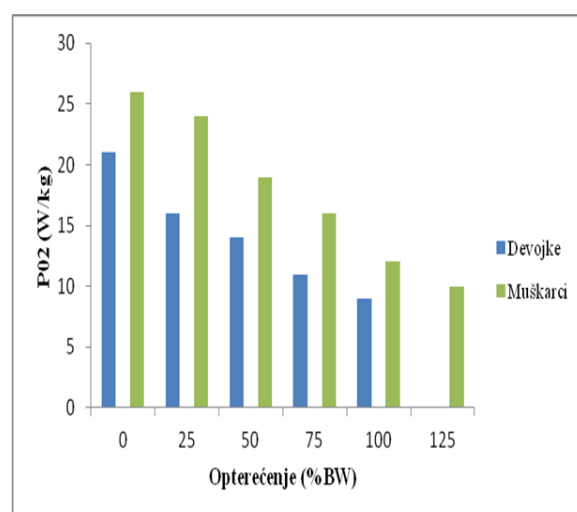
Grafikon 2. Srednja visina skoka



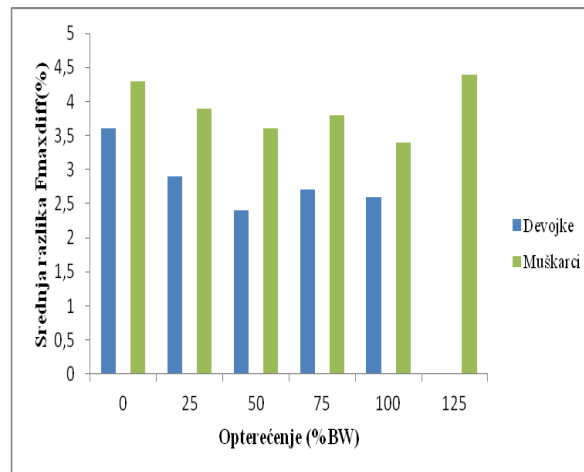
Grafikon 3. Vrednosti snage u prvih 100 ms pokreta



Grafikon 4. Vrednosti snage u prvih 200 ms pokreta



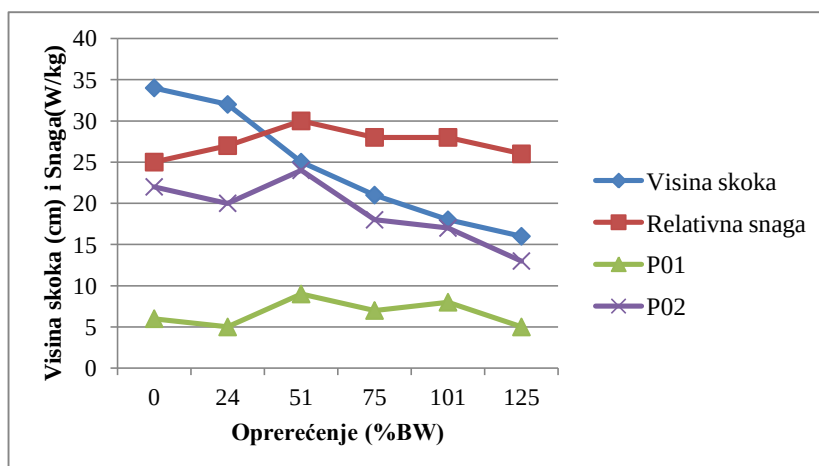
Grafikon 5. Razlika u snazi između desne i leve noge



Muškarci su pokazali niži nivo telesnih masti i viši nivo relativne snage nego devojke, tako da su razlike u rezultatima za očekivanje. Nije bilo značajnih razlika među polovima u P01. Pretpostavka je da je 100 ms suviše kratak period za generisanje maksimalne snage. Bosco, 1990. i Refsnes, 1999., u svojim istraživanjima došli su do podataka da su pri 50% BW i 100% BW ostvareni 60-65% i 35-40% od rezultata pri podizanju bez opterećenja. Njihov zaključak je da su rezultati pri testu bez opterećenja slabi, i da je potrebno uvesti više eksplozivnog treninga kako bi došlo do poboljšanja.

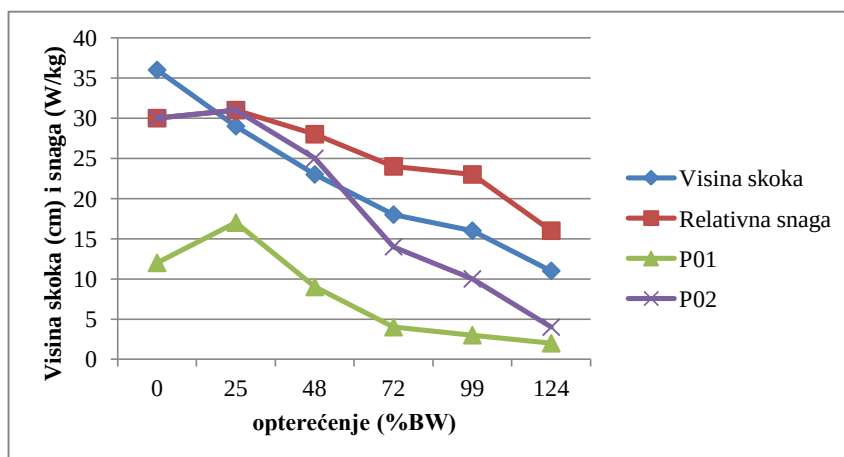
Kada su uzeti pojedinačni rezultati trojice skijaša ostvareni su sledeći rezultati. Ispitanik B (Grafikon 6.) ostvario je relativno malu snagu pri 0% BW i 25% BW. Vrednost P01 je niska pri svim opterećenjima, a maksimum P02 dostignut je u prvom pokušaju pri 100% BW. Ovi rezultati kao i kriva koja opisuje snagu govore da ispitanik nema dovoljnu brzinu ni eksplozivnu snagu. Preporučeno mu je da trenira bez opterećenja ili sa malim opterećenjem kako bi poboljšao brzinu pokreta i na taj način uspostavio brže i efikasnije uključivanje motornih jedinica.

Grafikon 6. Ispitanik B SJ test



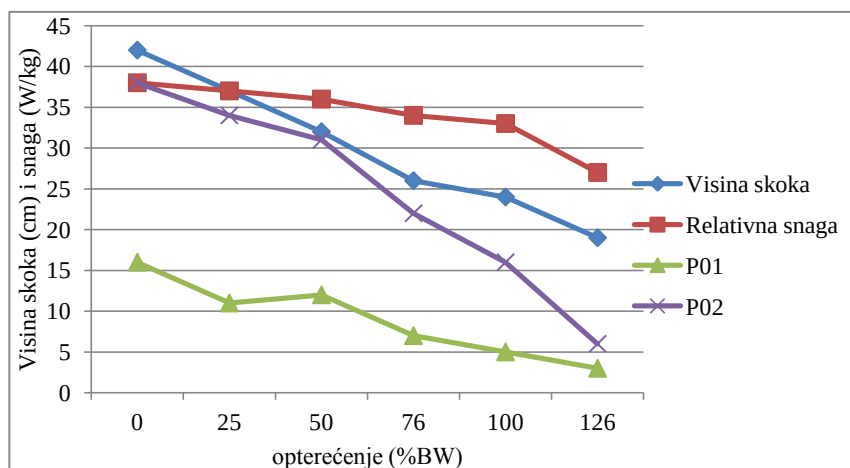
Ispitanik S (Grafikon 7.) ostvario je dobar rezultat, P01 i P02 su dobri do 50% BW, ali pri većim opterećenjima sila je opadala, naročito P01 i P02, što ukazuje da postoji deficit u ostvarivanju maksimalne sile. Stoga ispitanik bi trebalo da trenira na povećanju sile, a preporučuje se i intenzivni trening koji će dovesti do hipertrofije.

Grafikon 7. Ispitanik S SJ test



Ispitanik N (Grafikon 8.) ostvario je najbolje rezultate. Najveći silu ostvario je pri 100% BW, dok su najbolji rezultati P01 i P02 ostvareni pri 50% BW. Ima najbolje rezultate u snazi i visini skoka. Preporuka je da njegov trening mora biti u dogovoru sa ski trenerima, da bi odlučili da li održati fokus na brzini i eksplozivnosti ili maksimalnoj sili. Ako je trening usmeren ka eksplozivnosti treba raditi sa težinama ispod ili oko 50% BW, a ako je fokus na snazi, preporuka je trening maksimalnog opterećenja.

Grafikon 8. Ispitanik N SJ test



Ostvareni rezultati trojice takmičara svedoče o tome da je snaga definitivno jedna od dominantnih motoričkih sposobnosti u skijanju. Međutim, zbog velikih individualnih razlika, ne može se zaključiti koji nivo snage je potreban za određene discipline.

Postoji mogućnost da se treningom u skijanju ne ostvaruje maksimalna eksplozivna snaga. Berg i sar. (1995) uočio je male brzine kretanja segmenata tela tokom veleslaloma i slaloma, dok je Frick i sar. (1997) izmerio period pliometrije od 600 ms na testovima elitnih skijaša. Testovi su objavljeni 1995. i 1997. godine. Ski treneri smatraju da je savremeno skijanje mnogo dinamičnije i da zahteva veću eksplozivnu snagu nego u prošlosti.

Trenažni proces sportista mora biti usklađen sa uzrastom i rezultatima testiranja, ali i sa planom i programom treninga i takmičenja na nivou čitave sezone. Treningom moraju da se uklone slabosti i iskoristiti njegove prednosti. Skijanje je kompleksna aktivnost, a kondicioni trening bi trebalo da pomogne u ostvarivanju rezultata na takmičenjima, a ne u laboratoriji i teretani.

3.3.2 Specifični terenski testovi

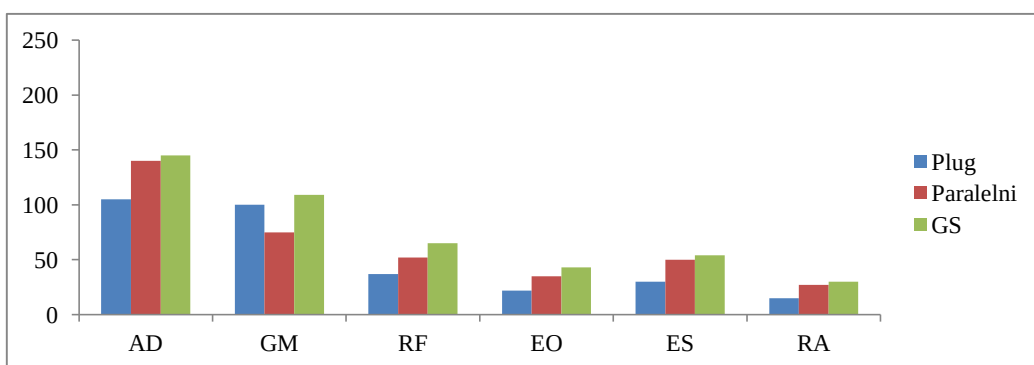
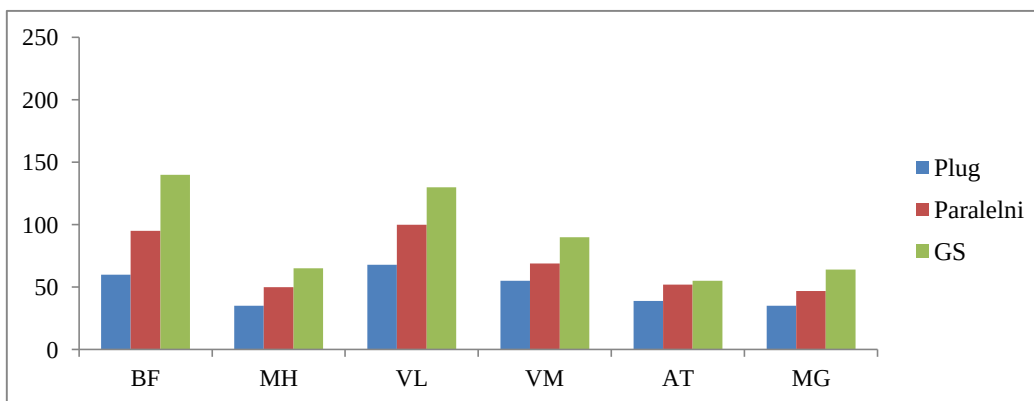
Istraživanje u kojem je merena aktivnost mišića nogu tokom skijaškog zaokreta (*Hintermaister i sar. 1997*), šest ispitanika dobrovoljno se prijavilo za učešće u istraživanju. Svi su iskusni skijaši: trojica ski instruktora, dva bivša trenera reprezentacija i jedan bivši takmičar reprezentativnog nivoa. Vršena su merenja mišićnih aktivacija tokom zaokreta u plugu, kratkog paralelnog zaokreta i veleslaloma. Praćene su aktivacije 12 mišića desne strane tela podeljenih u 3 grupe. Prva grupa - mišići potkolenice, druga - mišići natkolenice i treća - mišići trupa. Na delu staze dugačkom oko 100 m postavljene su kapije sa 8 zaokreta na terenu nagiba 10-14°. Za testiranje paralelnim zaokretom kratkog radiusa skijalo se sredinom staze obeleženom kapijama. Zbog kapaciteta EMG telemetrije svako testiranje određene grupe mišića vršeno je zasebno. Prvo su testirani mišići potkolenice - *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius vastus lateralis i medialis* i *m. soleus*. Zatim mišići natkolenice - *m. quadriceps vastus lateralis*, *m. biceps femoris*, *m. gluteus maximus* i mišići zatezači (*semimembranosus i semitendinosus*). Treće merenje podrazumevalo je mišiće trupa - *rectus abdominis*, *obliques externus*, *erector spinae*. Protokol testiranja podrazumevao je nekoliko zagrevajućih vožnji, a zatim je svaki ispitanik skijao po tri vožnje u plugu, paralelnom zaokretu kratkog radiusa i veleslalomu za svaku grupu mišića, što je ukupno 27 vožnji. Opšti model mišićne aktivnosti govori o tome da se trend mišićne aktivnosti povećavao kod 11 od 12 praćenih mišića tokom pluga paralelnog zaokreta i veleslaloma. Prosečna amplituda EMG aktivnost 4 mišića zatezača *biceps femoris quadriceps vastus lateralis-a i external obliques-a* značajno se razlikovala u odnosu na zaokrete, veća na veleslalomu u odnosu na kratki paralelni zaokret i veća u kratkom paralelnom zaokretu u odnosu na pluzni zaokret. Mišićna aktivnost za sledeća 4 mišića: *tibialis anterior*, *quadriceps vastus medialis*, *rectus femoris i rectus abdominis* bila je značajno veća tokom veleslaloma nego tokom kratkog paralelnog zaokreta. *Gluteus maximus* je jedini mišić koji je bio van ovog trenda. Njegova aktivnost je bila značajno veća u plugu nego u ostalim zaokretima. Amplitude maksimalne voljne kontrakcije (MVC) kretale su se u rasponu od 16% za *obliques external* pa do 140% za aduktore tokom veleslaloma. U svim zaokretima mišići *quadriceps vastus lateralis i medialis*, *biceps femoris*, *gluteus maximus* i aduktori pokazali su preko 50% MVC. Mišići *rectus femoris*, *tibialis anterior*, zatezači preko 50% MVC samo u paralelnom zaokretu, a *gastrocnemius medial i erector spinae* u veleslalomu. Vrhovi amplituda bili su od 49% MVC

za *rectus abdominis* u plugu pa do 283% MVC za *biceps femoris* u veleslalomu (GS). Vrhove amplitude veće od 150% MVC ostvarili su mišići: obe glave *quadricepsa*, *biceps femoris*, *gluteus maximus* i aduktori u svim uslovima, a *gastrocnemius medial*, *rectus femoris*, i *erector spinae* u GS.

Poređenjem rezultata mišićne aktivnosti koje je ostvarila ova grupa ispitanika i rezultata vrhunskih alpskih skijaša, dobijaju se nejednaki rezultati. Sličnu mišićnu aktivnost grupa ispitanika i vrhunskih takmičara imala je za *mišiće external obliques*, *mišići zatezači (semimembranosus i semitendinosus)*, *rectus abdominis*, i *rectus femoris*. Slabiju mišićnu aktivnost takmičari su ostvarili za mišiće *biceps femoris*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius medial* i *vastus lateralis*, a veću za mišiće *anterior tibialis* i *erector spinae*. Ne postoji jasno objašnjenje za ovakve rezultate, ali neki od uzroka mogli bi biti nejednak teren, dužina zaokreta i kvalitet snega.

Dinamika svakog od ovih zaokreta (plužnog, kratkog paralelnog zaokreta i veleslaloma) utiče na dužinu trajanja samog zaokreta. Plužni zaokret je najduži i karakteriše ga najviše statičnih položaja, dok je kratki paralelni zaokret najkraći ali ujedno i najdinamičniji. Iako brzina nije bila predmet istraživanja, očigledno je da je plužni zaokret bio najsporiji, a veleslalomski najbrži. Odnos brzine i samog radiusa zaokreta, možda najbolje oslikava porast mišićne aktivacije od plužnog, preko kratkog paralelnog do veleslalomskog zaokreta. Centrifugalna sila koje deluje u zaokretu direktno je proporcionalna sa masom skijaša i kvadratom brzine, a obrnuto proporcionalna radiusu zaokreta. Stoga, ako se brzina povećava ili radius smanjuje, centrifugalna sila raste. To bi značilo, da mali radius zaokreta može da pomogne u objašnjenju zašto nije postojala značajna razlika između paralelnog i veleslalomskog zaokreta u aktivnosti za 5 od 12 mišića.

Rezultati ispitivanja ukazuju da je najviši nivo mišićne aktivnosti tokom veleslalomskog zaokreta, zatim kratkog paralelnog zaokreta i na kraju plužnog zaokreta (Grafikoni 9 i 10.). Uzimajući u obzir ove rezultate, trenazni proces trebalo bi, posebno, da bude usmeren ka razvoju jačine i snage mišića *quadriceps vastus lateralis-a i medialis-a*, *mišića zatezača (semimembranosus i semitendinosus)*, mišića glutealne regije. Takođe, smatra se da je veoma bitno jačati mišiće koji imaju stabilizatora kolena.



Grafikoni 9 i 10. Poređenje prosečnih amplituda (% MVC) u plugu, paralelnom zaokretu i veleslalomu (GS) za mišiće: m.biceps femoris (BF), m.semimembranosus i m.semitendinosus (MH), m.vastus lateralis (VL), m.vastus medialis (VM), m.anterior tibialis (AT), m.gastrocnemius (MG), adductors (AD), m.gluteus maximus (GM), m.rectus femoris (RF), m.erector spinae (ES), m.external obliques (EO), m.rectus abdominis (RA) *Hintermaister i sar. 1997.*

3.4 Povezanost jačine i snage sa uzrastom skijaša

Sa navršenih 7 godina života deca mogu da započnu sa takmičarskim skijanjem. Postoji nekoliko uzrasnih kategorija u kojima se deca takmiče. Najmlađa uzrasna kategorija je mlađih cicibana. Sa 9 godina deca prelaze u kategoriju starijih cicibana. Pionirski uzrast takođe ima mlađu i stariju kategoriju. Sa 11 godina takmičenje počinje u mlađem pionirskom, a sa 13 godina u starijem pionirskom uzrastu. Sa 15 godina deca prelaze u kategoriju kadeta do 17 kada postaju juniori, a sa 19 postaju seniori.

U istraživanju koje su sprovedi Emeterio i Gonzalez-Badillo (2002), testiran je 31 takmičar, (15 devojaka i 16 dečaka), starosti 13-16 godina, koji su imali takmičarsko iskustvo između 3 i 5 godina. Ispitanici su proveli oko 70 dana na snegu i dva puta nedeljno imali kondicione treninge. Antropometrijska istraživanja podrazumevala su podatke o godinama ispitanika, visini, telesnoj masi, procentu masti. BMI indeksu, i procentu mišićne mase. Mišićna snaga bila testirana skokom sa povratnim pokretom (CMJ) i uzastopnim skokovima za 30 sekundi (CMJ30). Početni položaj u testu CMJ bio je iz uspravnog položaja, zatim ispitanik vrši fleksiju u zglobu kolena do čučnja gde isteže ekstenzore potkolenice (ekscentrična faza), a potom sledi jaka ekstezija, brzi skok (koncentrična faza). Skokovi su izvođeni sa rukama na kukovima, kako bi se izbegao moment impulsa zamaha rukama. Pre testiranja ispitanici su nekoliko puta probali da izvedu te pokrete. Pri merenju izvođeno je ukupno 5 skokova, pri čemu su rezultat činila srednja vrednost 3 skoka, a najbolji i najlošiji nisu se računali. Test CMJ30 izvođen je uzastopnim skokovima za 30 sekundi u 2 serije sa 15 minuta pauze između serija.

Test čučanj. Maksimalna dinamička snaga (1RM) i maksimalna ostvarena sila merene su zadnjim čučnjem, kada ispitanici podižu teret sa šipkom na leđima, iza glave. Zadatak je bio da ispitanici sa teretom naprave fleksiju u zglobu kolena do 90°, a zatim brzu eksteziju što je brže moguće.

Wingate test. Svim ispitanicima je rečeno da okreću pedale što je brže moguće od početka testa, da bi maksimalna brzina mogla biti izmerena u intervalu od 30 sekundi. Nakon testa ispitanici su okretali pedale sa blagim opterećenjem naredna 2 minuta u svrhu oporavka. Opterećenje na testu bilo je 7.5% od telesne mase ispitanika. Varijable koje su merene: Maksimalna snaga (PPw), srednje vrednosti (MP) tokom 30 sekundi, indeks umora (FI), izražen u procentima smanjenja sile tokom testiranja.

Antropometrijske karakteristike (Tabela 4.). Dečaci su imali 9.5% veću mišićnu masu i procenat masti manji za 53% u odnosu na devojčice. Nije primećena značajna razlika u odnosu telesne visine i mase ni kod dečaka ni kod devojčica.

Tabela 4. Antropometrijske karakteristike Emeterio i Gonzalez-Badillo (2002)		
	Dečaci	Devojčice
Godine	14,6±1,1	12,9±1,0
Težina	59,2±7,6	53,0±6,4
Visina	1,67±0,1	1,59±6,4
BMI	21,3±2,3	20,8±1,5
% masti	10,2±3,5	19,2±3,4
Masti gornji deo tela (mm)	10,9±5,2	14,3±3,5
Masti donji deo tela (mm)	14,6±6,7	21,9±5,4
% mišićne mase	44,7±3,0	40,9±3,1

Wingate test (Tabela 5.). U apsolutnim i relativnim vrednostima (W/kg telesne mase), dečaci su ostvarili značajno bolje rezultate od devojčica, mada su razlike nešto manje kada se porede relativne vrednosti. Dečaci su ostvarili 25,6% bolje rezultate gledajući apsolutne vrednosti i 21% gledajući relativne vrednosti u PPw, a 27% i 11% u MP. Nije pronađena razlika u polovima kada je u pitanju FI.

Tabela 5. Rezultati Wingate testa Emeterio i Gonzalez-Badillo (2002)		
	Dečaci	Devojčice
Maksimalna snaga (W)	707±181	563±98
Srednje vrednosti snage (W/kg⁻¹)	12±2	10±1
Relativna snaga (W)	593±139	467±78
Srednje vrednosti snage (W/kg⁻¹)	10±1	9±1

Test skoka u vis- CMJ i CMJ30 (Tabela 6.). Visina i vrednosti snage značajno su veći kod dečaka iako su razlike u relativnim vrednostima nešto niže (8.5%) nego u apsolutnim (18.1%). CMJ30 pokazao je 20.8% bolje rezultate dečaka u odnosu na devojčice. Varijable koje čine test CMJ (visina, apsolutna i relativna snaga i CMJ30) u pozitivnoj uzajamnoj vezi su sa procentom mišićne mase kod dečaka ali ne i kod devojčica.

Tabela 6. Rezultati CMJ testa Emeterio i Gonzalez-Badillo (2002)

	Dečaci	Devojčice
CMJ (cm)	34,4±7,7	29,8±2,6
Maksimalna snaga (W)	1,495±305	1,266±174
Relativna snaga (W/kg⁻¹)	25,5±2,9	23,5±1,69
CMJ30 (cm)	27,3±5,0	22,6±2,4
CMJ 0-15 (cm)	29,3±5,2	24,5±2,4
CMJ 15-30 (cm)	25,3±4,7	21±2,5

Čučanj test (Tabela 7.). Dečaci su ostvarili veću silu za 53,5% i veću snagu za 40,8% u odnosu na devojčice. Ova dva rezultata usko su povezana sa telesnom masom kod devojčica ali ne i kod dečaka.

Tabela 7. Rezultati Squat testa Emeterio i Gonzalez-Badillo (2002)

	Dečaci	Devojčice
Maksimalna snaga (W)	436±116	284±55
1 RM (kg)	69±13	49±10

U skladu sa rastom i razvojem osnovnih motoričkih sposobnosti smatra se da se sa treningom snage može započeti između 12 i 14. godine, a naročito je pogodno u periodu posle 18. godine (Kukolj, 2006). Prilikom treninga snage sa decom treba biti posebno obazriv i strogo voditi računa o morfološkim i funkcionalnim karakteristikama za određene uzraste. Na primer, u radu sa decom uzrasta od 10 do 11 godina preporučuje se da opterećenje ne prelazi 30% telesne mase, sa decom od 11 do 12 godina može se primeniti opterećenje do 50% od telesne mase, a u radu sa uzrastom od 12 do 13 godine 75% od telesne mase. Vežbe snage trebalo bi da obuhvate osnovne grupe mišića (mišići nogu, mišići leđa), (Kukolj, 2006). Prilikom korišćenja opterećenja u treningu snage sa različitim uzrastima, takođe, treba biti obazriv. U radu sa mlađim uzrastom primenjuju se manja opterećenja, a u radu sa starijim uzrastom opterećenje se povećava. Maksimalna opterećenja primenjuju se tek posle 18. godine.

Stoga, rezultati ostvareni u prethodnom istraživanju daju informaciju o nivou jačine i snage i mogu pomoći trenerima u samom trenažnom procesu, ali se na osnovu njih ne može predvideti eventualni uspeh.

3.5 Karakteristike jačine i snage u različitim takmičarskim disciplinama i u zavisnosti od pola

Zahtevi takmičarskog alpskog skijanja su kompleksni i zahtevaju posebne sposobnosti. U poređenju sa drugim sportovima, ovde ne postoje podaci koji govore o fizičkim i fiziološkim karakteristikama elitnih skijaša. Fiziološki gledano, skijaši specijalisti za tehničke discipline imaju drugačije trenažne zahteve u odnosu na specijaliste za brze discipline. Trend u modernom skijanju je izgraditi skijaša tako da ostvari najbolje rezultate u DH, SG, GS, što predstavlja izazov po pitanju kondicije.

U istraživanju Neumayr G. i sar. (2003.) od 1997 do 2000. godine testirane su fizičke sposobnosti kao i fiziološki kapacitet tokom rada. Dvadeset devojaka i dvadeset osam momaka članova Austrijskog World Cup ski tima bilo je testirano pre i posle takmičarskog perioda. Takmičari su bili podeljeni u 3 grupe. Tehnička grupa (SL i GS), brzinska grupa (SG i DH), i svestrana grupa (GS i SG i DH).

Razlike među polovima kao i razvoj aerobne moći prikazan je u Tabeli 8. Kod oba pola došlo je do značajnog porasta aerobne moći pri submaksimalnim i maksimalnim opterećenjima. Kod devojaka rezultati u snazi pri max opterećenju su se povećali za 16% za samo godinu dana ($W_{max}=3.7$ w/kg u 1997., $W_{max}=4.3$ w/kg u 1998. g.). Kod muškaraca zabeležen je kontinuiran rast u snazi od 12% tokom dve sezone ($W_{max}=4.2$ u 1997.g., $W_{max}=4.7$ w/kg u 1999.g.). Pri submaksimalnim naporima postignuti su slični rezultati u snazi. Kod devojaka kontinuirani porast bio je od 11% do 15%, a kod muškaraca 13%. Poredeći aerobne moći specijalista (tehnička grupa i brzinska grupa) sa grupom svestranih, nisu se dobile značajne razlike u W_{max} i VO_{2max} , iako specijalisti u oba pola imaju za nijansu bolju aerobnu moć u odnosu na grupu svestranih. Upoređivanjem parametara aerobne moći i takmičarskih rezultata, primećen je pozitivan trend kod oba pola u grupi specijalista, ali ne i za all-rounder grupu. Međutim, uska povezanost između rezultata u Svetskom kupu, W_{max} i VO_{2max} jedino je pronađena kod muške brzinske grupe.

Tabela 8. Različiti rezultati na testiranjima snage (srednje vrednosti)						
sezona	1997/1998		1998/1999		1999/2000	
pol	♀	♂	♀	♂	♀	♂
W_{2mmol} (±SD)	1,8 (0,3)	2,3 (0,3)	1,7 (0,3)	2,4 (0,3)	2,0 (0,3)	2,6 (0,3)
W_{4mmol} (±SD)	2,6 (0,4)	3,2 (0,2)	2,9 (0,3)	3,4 (0,3)	3,0 (0,2)	3,6 (0,3)
W_{max} (±SD)	3,7 (0,5)	4,2 (0,3)	4,3 (0,3)	4,4 (0,4)	4,4 (0,4)	4,7 (0,4)
VO_{2max} (±SD)	55,8 (3,5)	57,5 (3,0)	56,9 (3,9)	59,5(4,7)	55,6 (4,9)	58,7 (3,2)
Lac_{max} (±SD)	10,6 (1,3)	11,3 (1,2)	11,4 (1,9)	11,5 (2,3)	12,0	12,0 (1,6)
RQ (±SD)	1,11 (0,01)	1,13 (0,02)	1,12 (0,02)	1,12 (0,02)	1,12 (0,02)	1,13 (0,02)
AT (±SD)	78 (7)	78 (5)	74 (5)	76 (4)	75 (6)	78 (5)
SD-standardna devijacija, W-relativna snaga (W/kg) pri različitim koncentracijama laktata, W _{max} -maksimalna snaga, VO _{2max} - maksimalna potrošnja kiseonika (ml/kg/min), Lac _{max} -maksimalna koncentracija laktata (mmol/l), RQ-respiratorni koeficijent, AT- anaerobni prag(%)						

Rezultati maksimalnog obrtnog momenta i rada pri fleksiji i ekstenziji u zglobu kolena, za oba pola, kao i ukupnog ostvarenog rada dati su u Tabeli 9. Za oba pola, nije bilo velikih razlika između leve i desne noge, ali ni značajnog napretka tokom sezona. Međutim postojale su određene razlike. Devojke su ostvarile 60% od maksimalnog obrtnog momenta muškaraca i pri fleksiji i u ekstenziji. Takođe postigle su i 55%-65% od ukupnog izvršenog rada muškaraca. Značajnije razlike u nivou ostvarene mišićne snage između specijalista i grupe svestranih nisu nadene. Takođe, povezanost između ostvarenih rezultata na takmičenjima i napretka u snazi nije pronađena.

Tabela 9.

sezona	1997/1998		1998/1999		1999/2000	
pol	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Obrtni moment ext (Nm)	200	326	197	334	206	314
(±SD)	32	45	24	43	21	44
Rad ext (J)	2438	4406	2587	4414	2690	3964
(±SD)	375	618	393	629	364	1231
Obrtni moment flex (Nm)	115	187	114	187	119	186
(±SD)	19	23	16	21	15	24
Rad flex (J)	1763	2749	1803	2813	1904	2739
(±SD)	313	376	331	463	267	458

Rezultati maksimalne snage su u proseku 4.3 W/kg (VO_{2max}=56 ml/kg/min) kod devojaka, dok kod muškaraca 4.7 W/kg(VO_{2max}=60 ml/kg/min). Ovakvi rezultati dobijeni su posle 6-7 sati treninga izdržljivosti nedeljno u toku letnjeg pripremnog perioda. Postoji uska

povezanost između aerobne moći i uspeha na takmičenju. Takođe analizom je uočena visoka povezanost aerobne moći i krajnje pozicije u Svetskom kupu kod muškaraca. Kod devojaka nije nađena slična povezanost. U poređenju dve grupe, specijalista i grupe svestranih nisu nađene velike razlike u aerobnoj moći. Međutim, kod oba pola javio se trend ka povećanim vrednostima maksimalne snage (W_{max}) i VO_{2max} kod grupe specijalista, što je možda rezultat većeg obima specifičnog treninga tehnike u odnosu na grupu svestranih.

Kod oba pola, rezultati pokazuju uravnotežen odnos kvadricepsa i zadnje lože. Nepostojanje velike razlike u mišićnoj snazi između specijalista i grupe svestranih govori o tome da su mišićna naprezanja u sve 4 discipline manje više jednake. Praktično iskustvo u alpskom skijanju govori o snazi nogu kao odlučujućem faktoru za uspeh. Bilo kako bilo, nije pronađena respektabilna varijabla između mišićne snage takmičara i njihovog ranga u svetskom kupu. Najjednostavnije objašnjenje za ovu pojavu jeste da posle određenog dostignutog nivoa snage ne može se naći povezanost između mišićne snage i plasmana u svetskom kupu.

4. ZAKLJUČAK

Procena fizičkih karakteristika sportista, kao i predviđanje uspeha u odnosu na trenažni program i dalje je predmet istraživanja u mnogim sportovima kao što su biciklizam, brzo hodanje, nordijsko skijanje, alpsko skijanje, trijatlona, itd. U sportovima izdržljivosti kao što su maraton ili biciklizam, ključne odrednice mogu biti specifična testiranja koja se izvode u laboratoriji. Varijable, kao što su maksimalna potrošnja kiseonika (VO_{2max}), brzina kretanja pri različitim laktatnim pragovima, itd., služe kao parametri za određivanje uspeha na takmičenju. U sportovima kompleksnije strukture treninga i takmičenja ovakve odrednice i načini testiranja manje su bitne. Alpsko skijanje, zahteva više raznovrsnih sposobnosti. Osim faktora koji se tiču kvaliteta materijala (skije i ostala oprema), skijanje zahteva raznovrsne specifične (tehniku) i opšte sposobnosti (fizičke i fiziološke karakteristike). Upotreba specifičnih trenažnih sredstava veoma je bitna u sezonskim sportovima kakav je alpsko skijanje. Specifična trenažna sredstva moraju biti sprovedena na snegu. Specifične sposobnosti se stiču treningom, krajem leta ili početkom jeseni kada se otvaraju prve staze na glečerima. U toku proleća i preko leta sportisti treniraju na razvoju opštih sposobnosti (snaga, izdržljivost, itd.). Aerobna moć i mišićna snaga stoga mogu biti proučene u laboratoriji pred početak pripremnog perioda.

5. LITERATURA

- Alvarez-San Emeterio, C., Jose Gonzalez-Badillo, J. (2010). The Physical and Anthropometric Profiles of Adolescent Alpine Skiers and Their Relationship with Sport Rank. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1007-1012.
- Andersen, R. E., Montgomery, D. L. (1988). Physiology of Alpine skiing. *Sports Med.*, 6(4), 210-221.
- Bacharach, W. D., Duvillard, von S. (1995). Intermediate and long term anaerobic performance of elite alpine skiers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27(3), 305-309.
- Berg, E. H., Eiken, O. (1999). Muscle control in elite alpine skiing. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31(7), 1065-1067.
- Berg, E. H., Eiken, O., Tesch, A.P. (1995). Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27(3), 1666-1670.
- Ferguson, A. R. (2009). Limitations to performance during alpine skiing. *School of Sport, Exercise and Health Sciences, Loughborough University*.
- Gross, M., Luthy, F., Kroell, J., Muller, E., Hoppeler, H., Vogt, M. (2010). Effects of Eccentric Cycle Ergometry in Alpine Skiers. *Int. J Sports Med.*, 31(8), 572-576.
- Haymes, E.M., Dickinson, A. (1980). Characteristics of elite male and female ski racers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 12(3), 153-158.
- Hintermeister, A. R., Dennis, O'Connor, D., Gregory Lange, W., Charles, J. D., Richard, S. (1997). Muscle activity in wedge, parallel, and giant slalom skiing. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29(4), 548-553
- Julich, U. (1998). School of Physiotherapy. *Fitness testing Assignment: Alpine Skiing*.
- Kukolj, M. (2006). Antropomotorika. *FSFV, Beograd*.
- Muller, E., Urlike, B., Raschner, C., and Schwameder, H. (2000). *Specific fitness training and testing in competitive sports*, *Sci. Sports Exerc.*, 32(1), 216–220.
- Neumayr, G., Hoertangl, H., Pfister, R., Koller, A., Eibl, G., Raas, E (2003). Physical and Physiological Factors Associated with Success in Professional Alpine Skiing. *Int. J Sports Med.*, 24, 571-575.
- Patterson, C., Raschner, C., Puhlinger, R., Platzer H. (2004). Power characteristics and lower limbs force imbalances during loaded squat jumps in elite Austrian ski racers. *Institute of Sport Science, University of Innsbruck, Innsbruck Austria*.

- Per, A. T. (1995). Aspects of muscle properties and use in competitive Alpine skiing. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27(3), 310-331.
- Turnbull, J.R., Kilding, A.E., Keogh, J.W.L (2009). Physiology of Alpine skiing. *Scand J Med. Sci. Sports*, 19, 146-155