

# RAZLIKE IZMEĐU SPORTSKIH PENJAČA KADETA I SENIORA U MORFOLOŠKIM KARAKTERISTIKAMA I MOTORIČKIM SPOSOBNOSTIMA

---

Ristić, Marco Francesco

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:368396>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-02-21**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
magistar kineziologije)

**Marco Francesco Ristić**

**Razlike između sportskih penjača kadeta i seniora u  
morfološkim karakteristikama i motoričkim  
sposobnostima**  
diplomski rad

**MENTOR:**

doc. dr. sc. Vlatko Vučetić

Zagreb, rujan, 2020

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

Mentor:

\_\_\_\_\_  
doc. dr. sc Vlatko Vučetić

Student:

\_\_\_\_\_  
Marco Francesco Ristić

## RAZLIKE IZMEĐU SPORTSKIH PENJAČA KADETA I SENIORA U MORFOLOŠKIM KARAKTERISTIKAMA I MOTORIČKIM SPOSOBNOSTIMA

### Sažetak:

Cilj ovog istraživanja bilo je utvrditi razlike između sportskih penjača kadetske i seniorske razine u testovima za procjenu morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti. Istraživanje je obuhvatilo 16 muških i 7 ženskih zdravih penjača koji su podijeljeni u dvije starosne grupe prema statutu Hrvatskog planinarskog saveza: kadeti (N=11, dob  $13,87 \pm 1,27$  godina, penjački staž  $66,36 \pm 30,89$  mjeseci, visina tijela  $162,43 \pm 9,40$  cm, tjelesna težina  $49,31 \pm 9,17$  kg) i seniori (N=12, dob  $29,25 \pm 4,20$  godina, penjački staž  $18,42 \pm 11,45$  mjeseci, visina tijela  $174,26 \pm 6,86$  cm, tjelesna težina  $69,65 \pm 10,04$  kg). Osim dobne granice, kriteriji za određivanje ispitanika je maksimalna popeta ocjena u rasponu 6b+ i 7a u zadnjih godinu dana i ne sudjelovanje u strukturiranom „fingerboard“ treningu posljednjih 6 mjeseci. U sljedećim antropometrijskim varijablama nije se utvrdila razlika između kadeta i seniora: APE INDEX, dužina noge (ALDN), % masti (AV%M), širina šake (ATSSA), dijametar desnog lakta (ATDILD), dijametar desnog koljena (ATDIKD) i dijametar skočnog zgloba (ATDRZ) dok se u ostalim varijablama statistički značajno razlikuju. U motoričkim testovima seniori su postigli bolje rezultate u testovima izraženi apsolutnim vrijednostima ( $p < 0,01$ ) zbog svoje veće tjelesne mase. Testovima izometrično povlačenje pod kutom od  $90^\circ$  ( $p < 0,01$ ) i izdržaj u blokadi desnom rukom pod kutom od  $90^\circ$  ( $p < 0,1$ ) seniori postižu bolje rezultate u relativnim vrijednostima. U testu izdržaj na jednoj ruci pod kutem od  $90^\circ$  na hvatu debljine 2 centimetra postoji tendencija da kadeti ostvare bolje rezultate od seniora ( $p = 0,07$  za desnu ruku i  $p = 0,08$  za lijevu ruku). Testom maksimalno višenje s kojim se procjenjuje jakost mišića fleksora prstiju sportskih penjača nije utvrđena razlika između skupina.

**Ključne riječi:** sportsko penjanje, jakost, bolder, penjačke ocjene

## **DIFFERENCES BETWEEN YOUTH (B,C CATEGORY) AND ADULT SPORT CLIMBER IN MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MOTOR ABILITIES**

### **Abstract:**

The aim of this study was to determine the differences between youth (B,C) and adult sport climbers in morphological characteristics and motor abilities. 16 male and 7 women healthy climbers were separated in two groups according to age categories by Hrvatski planinarski savez: Youth B/C (N=11, age  $13,87 \pm 1,27$  year, climbing experience  $66,36 \pm 30,89$  month, height  $162,43 \pm 9,40$  cm, weight  $49,31 \pm 9,17$  kg) and adults (N=12, age  $29,25 \pm 4,20$  year, climbing experience  $18,42 \pm 11,45$  month, height  $174,26 \pm 6,86$  cm, weight  $69,65 \pm 10,04$  kg). Climbers had to meet the requirement of climbing between 6b+ and 7a difficulty in the past one year and did not experienced any structured climbing training on fingerboard in the past six months. APE INDEKS, leg length (ALDND), % body fat (AV%M), wrist width (ATSSA), right elbow diameter (ATDILD), right knee diameter (ATDIKD) and right ankle diameter (ATDRZ) only showed no differences between the two groups. During tests for estimating motor abilities, adults were stronger if the results were indicating absolute strength ( $p < 0,1$ ) while stronger during isometric pull at  $90^\circ$  ( $p < 0,1$ ) and one arm lock off for right side ( $p < 0,01$ ) when the variables represented relative strength. Youth showed tendency of being stronger in one arm lock off on 2cm edge for right ( $p = 0,07$ ) and for left ( $p = 0,08$ ) side. Maximal dead hangs, as a test for estimating strength for finger flexor muscle didn't show differences between the groups.

**Key words:** sport climbing, strength, boulder, climbing grades

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Uspješnost u sportskom penjanju .....	2
1.2. Sportsko penjanje kod djece.....	4
1.3. Sportsko penjanje kod odraslih .....	5
2. Dosadašnja istraživanja.....	5
3. Problem istraživanja .....	6
4. Cilj rada .....	6
5. Metode rada .....	7
5.1. Uzorak ispitanika.....	7
5.2. Uzorak varijabli .....	7
5.3. Opis protokola testiranja .....	8
5.4. Mjerna oprema .....	9
5.5. Metode obrada podataka .....	9
6. Rezultati i rasprava .....	9
7. Zaključak .....	17
8. Literatura .....	17

## 1. Uvod

Sportsko penjanje je natjecateljski sport u kojem se penjač za napredovanje koristi samo svojim tijelom, a oprema služi isključivo za osiguranje. Cilj sportskih penjača je savladavanje teških detalja stijene bez obzira na visinu stijene. U fokusu su snaga, izdržljivost, fleksibilnost, kordinacija pokreta i visoka razina motoričkog znanja. Sportsko penjanje je danas svjetski priznati sport čija krovna organizacija IFSC (International Federation for Sport Climbing) obuhvaća više od 80 zemalja članica na svim kontinentima. Svojom kvalitetom i razvijenošću, sport je dosegao status olimpijskog sporta. Dana 3. kolovoza 2016. Izvršni odbor Međunarodnog Olimpijskog Odbora donio je povijesnu odluku kada je sportsko penjanje proglašeno olimpijskim sportom i uključen u program Olimpijskih Igara u Tokyo 2020. godine (HPS, 2020).

U proteklih nekoliko desetljeća, aktivan broj sudionika sportskog penjanja raste (Woollings, McKay i Emery, 2015). Sve je više djece i odraslih koji se uključuju u programe treninga i sudjeluju na natjecanjima ili se rekreativno bave tim sportom. Kako bi se pratio trend razvoja sporta i njegovom uključivanju u program Olimpijskih Igara, počele su se graditi sportsko penjačke dvorane i edukacije novih trenera (Helt, 2017). Razvojem penjanja kao natjecateljskog sporta postepeno se počinje razdvajati penjanje u prirodi i penjanje u dvorani. Različitost svakog smjera znatno su promijenile načine treninga i postizanje uspjeha (Šproh, 2018).

Sportsko penjanje sastoji se od 3 discipline: boulder, težinsko i brzinsko (HPS, 2020). Svaka disciplina nudi drugačije zahtjeve i oblike treninga. Boulder disciplinu karakterizira manji broj pokreta na stijeni visine do 4 metara gdje se penjač osigura postavljanjem vlastitih strunjača ukoliko se radi o boulderu u prirodi ili su one već postavljene ako se boulder penje u dvoranama. Eksplozivna snaga i jakost gornjih ekstremiteta su prevladajuće motoričke sposobnosti. U težinskoj disciplini potrebne su veće funkcionalne sposobnosti kako bi sportaš popeo smjer dužine od 8 do 35 metara. Za vrijeme penjanja na stijeni jedna osoba provede 10 % vremena u nepokretnoj poziciji, 65 % vremena istražuju hvatišta, 1 % vremena otpada na kretnje u području zdjelice (korekcije u posturi) i 24 % vremena otpada na globalne kretnje (tranzicije između hvatišta) (Dovgalecs i sur., 2014).

Ovisno o dužini smjera sportaš provodi od 1 do 6 minuta u aktivnosti dok za vrijeme penjanja bouldera sportaš najčešće provodi na stijeni do 30 sekundi. Za vrijeme težinskog načina penjanja sportaš se osigura svakih dva metara te se uspon vrijedi onda kada se smjer popeo do vrha isključivo vlastitim tijelom. U brzinskoj disciplini postavljen je smjer koji se ponavlja na svakom natjecanju dok se u ostalim disciplinama stvaraju novi smjerovi koji se razlikuju od drugih. Sportaš u što kraćem vremenskom periodu treba popeti smjer od 15 metara (Hörst, 2016). Trenutni svjetski rekord u disciplini brzinsko za muškarce iznosi 5,48 sekundi, a za žene 6,99 sekundi.

Smjerovi u prirodi zabušeni su od određenog penjača koji je zatražio dopuštenje za njeno bušenje. U dvoranama su zaposleni postavljajući smjerova koji pomoću hvatišta stvaraju smjerove koje su oni zamislili ili pokušaju replicirati pojedini smjer iz prirode. Smjerovi na natjecanju su različiti od bilo kojeg drugog natjecanja i natjecatelju nije poznata težina smjera. Svaki smjer ima svoju težinu, a ona je predložena subjektivnom procjenom od strane prvog penjača koji bilježi uspon u tom smjeru. Sljedeći ponavljači potvrđuju ocjenu ili predlažu njenu izmjenu. Procjena i kvalifikacija ocjene slijedi nakon uvida različitih segmenata smjera: dužina i nagib smjera, veličina hvatišta, kompleksnost pokreta, postoje li pozicije u kojoj bi se sportaš mogao odmoriti ili penje bez zadržavanja, klimatskim uvjetima gdje se smjer nalazi. Tim pristupom ocjene imaju pouzdaniju vrijednost, ali još uvijek se ne može odrediti točna težina za svakog penjača koji ima drugačiju antropometriju i stil penjanja te se najčešće različiti penjači ne slažu sa utvrđenom ocjenom. Osoba sa manjom visinom tijela, rasponom ruku, tjelesne mase ili neke druge antropometrijske mjere će tražiti drugačiji način za popeti smjer od osobe sa većim vrijednostima zbog čega će subjektivna procjena težine smjera biti drugačija. Penjači znaju svoju težinu koju su popeli u prošlosti te se pomoću tih ocjena orijentiraju za odabir novog smjera. (Draper i sur., 2015).

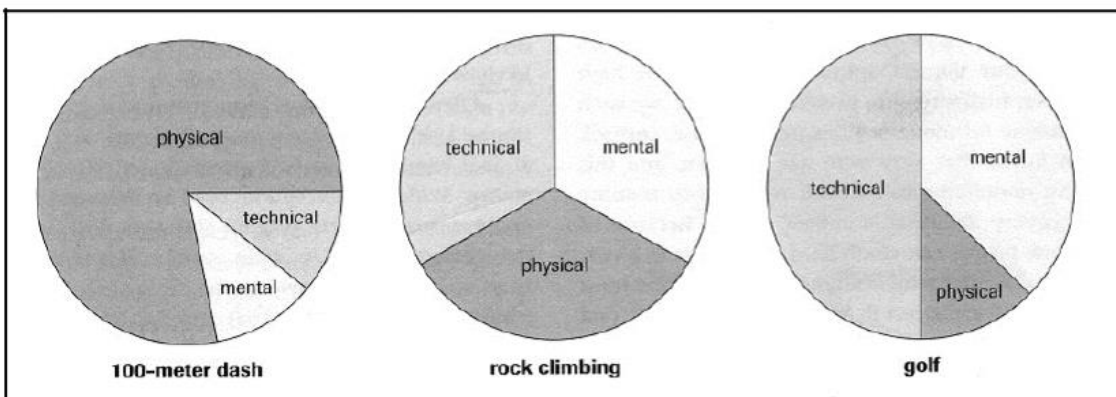
Kako bi se težina smjera mogla usporediti između različitih studija, predložen je Francuski sistem ocjenjivanja od 1 do 9c kao najteža ocjena popeta u prirodi (Wikipedia, 2020). Također, treba napomenuti kako se ocjene između discipline bolder i težinsko razlikuju i drugačiji je kriteriji davanje ocjene. U Bolder disciplini karakteristični su mali broj, ali teži pokreti dok u Težinskoj disciplini su zastupniji više pokreta sa lakšim i srednje teškim pokretima.

### **1.1. Uspješnost u sportskom penjanju**

Prema Hörst (2016), sposobnosti potrebni za uspjeh u sportskom penjanju jednako su raspoređene između fizičkog, mentalnog i tehničkog aspekta treninga. Fizički trening se odnosi na



kondicijski aspekt treninga, mentalni trening na razvoj kognitivnih sposobnosti i konativnih osobina te posljedni na aspekt trening koji se odnosi na tehničko - taktičke komponente.



*Slika 1. Udio sposobnosti potrebnih za uspjeh u sportskom penjanju (Hörst, 2016).*

Novije istraživanje provedeno od strane Saul, Steinmetz, Lechmann i Schilling (2019) pokazalo je kako su uspješniji penjači imali manji postotak masnog tkiva i veći opseg podlaktice. Uspoređujući elitne s rekreativnim penjačima, oni su imali bolje rezultate u testovima za stisak ruke mjerem dinamometrom te u testovima jakosti i mišićne izdržljivosti mišića fleksora podlaktice mjerem fingerboardom (drvena sprava na kojoj su napravljena hvatišta različitih dubina, položaja ruku i količina prstiju koji će biti u kontaktu sa spravom). Penjači koji u prosjeku penju najteže smjerove imaju bolju posturalnu stabilizaciju i manje otkucaja srca za vrijeme penjanja. Ti rezultati se pripisuju tome što elitniji sportaši imaju manje straha za vrijeme penjanja i mogu više iskoristiti svoje sposobnosti i znanja.

Usporedbom vrhunskih penjača sa rekreativnim penjačima i drugim sportašim pokazalo se kako su mentalno izdržljiviji i rijetko depresivni, ljuti, zbunjeni i nestabilnog raspoloženja. Spremni su ući u rizične situacije za koje se osjećaju samopouzdana. Kao problem istraživanja su naveli da je potrebno provesti istraživanja koja će usporediti muško-ženske razlike i razlike između dobnih skupina (Saul i sur., 2019).

## 1.2. Sportsko penjanje kod djece

Smjerovi u prirodi ili smjerovi postavljeni u dvorani mogu se popeti i od strane djeteta i od strane odrasle osobe. Prema *Slika 1* pojedini smjer će popeti ona osoba koja ima dovoljnu usvojenu razinu kinantropoloških obilježja i tehničko – taktičkih komponenata za taj pojedini smjer.

Treninzi namijenjeni za mlađe dobne skupine treba usmjeriti za postizanje pravilnog sportskog razvoja, a ujedno nastupiti i na najvišoj razini. Puni razvoj skeleta kao što je to primjer kod jedne odrasle osobe postiže se nakon 19-20 godina za žensku skupinu i nakon 22-23 za mušku skupinu. Prekomijerno treniranje može uzrokovati negativne posljedice za vrijeme rasta i razvoja djeteta, pogotovo za vrijeme puberteta (Georgepulos i sur., 2004). Različite studije pokazale su kako postoji 75-90% mogućnosti ozljeđivanja gornjeg dijela tijela ili pojave sindroma prenaprezanja kod sportskih penjača (Pfeiffer, Messner, Scherer, Hochlholzer, 2000; Sylvester, Christensen i Kramer, 2006). Prema Hochlholzer i Schöffl (2005) u finalu europskog prvenstva za seniore najviše se kvalificiraju juniori što pokazuje veliki pritisak prema trenerima i mladim sportašima da treniraju pod većim intenzitetom kako bi se mogli natjecati u seniorskog kategoriji. Na temelju toga, treba oprezno dozirati opterećenja i utvrđivanje odmora kako bi se svejedno ispunili zahtjevi sporta i ciljevi sportaša.

Viru i sur., (1999) preporučuju da se određeni tipovi treninga usklade sa senzibilnim fazama razdoblja za razvoj motoričkih sposobnosti djeteta između šeste i osamnaeste godine. Razvojem bazičnih i specifičnih sposobnosti omogućit će uspješnijem razvoju i rješavanju specifičnih zahtjeva za koje sportaš se upoznaje tek onda kada po prvi put pokuša popeti smjer.

*Tablica 1. Razdoblja za razvoj motoričkih sposobnosti*

Motorička sposobnost	Dječaci Dob (godine)	Djevojčice Dob (godine)
Brzina trčanja	7-8, 14-15	8-9, 12-13
Eksplozivna snaga	7-9, 13-16	6-8, 11-12
Jakost izometričnih mišića	14-16	12-13
Aeorbni kapaciteti	11-15 (PI 12-13)	11-13 (PI 12-13)
Motorički razvoj	7-9, 12-16	6-8, 10-14
Godina opadanja brzine motoričkog razvoja	16	14

Legenda: Podaci su djelomično preuzeti i prilagođeni iz „Critical Period sin the Development of Performance Capacity During Childhood and Adolescence“, Viru i sur., 1999.

PI – Najveći porast

### 1.3. Sportsko penjanje kod odraslih

Porastom broja penjačkih dvorana za rekreativno bavljenje sportom, odrasle osobe mjesečnom prijavom osiguraju svoje mjesto u dvorani. Najčešće treniraju zajedno s ostalim korisnicima bez trenera i većina svoj trening usmjerava isključivo penjanjem bez strukturiranih treninga. Što penjač postaje iskusniji, to je veća mogućnost da će uvesti bilo koji oblik strukturiranog treninga u svoj raspored treniranja kako bi savladao svoje trenutne granice. (Hörst, 2016)

U nazad dvadeset godina, u svijetu sportskog penjanja počeli su se razvijati novi oblici treninga i primjenu znanja iz ostalih sportskih grana i općenito znanja o planiranju i planiranju treninga.

Prema Medernach, Kleinöder i Lötzerich (2015), ispitanici koju su četiri tjedna uz penjanje u dvorani radili trening maksimalne jakosti i trening mišićne izdržljivosti na specifičnoj penjačkoj spravi „Fingerboard“ imali bolje rezultate od skupine ispitanika koja je samo penjala u dvorani. Višenjem na *Fingerboardu* najviše koriste penjači kao dodatak svome treningu (Lopez-Rivera i Gonzalez-Badillo, 2019) i pokazao se kao dobrim testom za pokazivanje razlike između penjača različitih kvaliteta (Šproh, 2018)

S novim informacijama o oblicima treninga u penjanju potaknule su penjače da u svoj trening uvode nove metode treninga koja nije samo penjanje postavljenih smjerova u dvoranama ili u prirodi.

## 2. Dosadašnja istraživanja

S obzirom na nedavno uključivanje znanstvenika u područje sportskog penjanja, autori nastoje pronaći skup postupaka za mjerenje, procjenjivanje i vrednovanje treniranosti sprotaša. Sportska dijagnostika nezaobilazna je aktivnost za unapređivanje sporta i sportskih rezultata (Milanović, 2013). Danas, istraživanja su usmjerena prema usporedbi penjača sa sportašima ostalih grana ili usporedbom penjača različitih kvaliteta. Prema Watts, Martin i Durtschi (1993) i Watts, Joubert, Kish, Mast i Wilkins (2003) kadeti i juniori koji se natječu na najvišoj razini imaju slične antropometrijske karakteristike kao i odrasli elitni penjači (%masti, zbroj kožnih nabora i omjer visine i težine tjela). Također, statistički se značajno razlikuju od nepenjača koji su aktivni u nekom drugom sportu.

Mnogi autori (Stanković, Ignjatović, Raković, Puletić i Hodžić, 2014; Bourne, Halaki, Vanwanseele i Clarke, 2011; Balaš, Mrskoč, Panačkova i Draper, 2014) svrstaju trening za razvoj maksimalne jakosti mišića fleksora prstiju na vrhu planiranja i programiranja. Što su smjerovi teži to će od sportaša zahtijevati da prima manja hvatišta i održava svoju ravnotežu na člancima prstiju.

Prema Šproh (2018), varijable koji su statistički bile značajne povezane s obzirom na razinu penjanja u pokazateljima morfoloških karakteristika su opseg natkoljenice i dijametar ručnog zgloba. U pokazateljima motoričkih sposobnosti varijable koje su najbolje razdijelile penjače različitih razina su: maksimalan doseg desnom rukom, maksimalan doseg s obje ruke, maksimalno višenje, izometričko povlačenje s kutom u zglobu lakta od 90° na šipci i na letvici od 2cm (rezultati bilježeni u apsolutnim vrijednostima).

U sportskom penjanju nije evidentirana usporedba različitih dobnih skupina koji penju slične težine smjerova. Juniori u judu su ostvarili bolje rezultate od kadeta u specifičnom judo fitness testu (Agostinho, Olivio Junior, Stankovic, Escobar-Molina i Franchini, 2018). U Veslanju, elitni seniori u usporedbi s elitnim juniorima imali su veće rezultate u maksimalnom primitku kisika, snazi zaveslaja pri anaerobnom pragu i u primitku kisika pri anaerobnom pragu (Mikulić, 2008).

### **3. Problem istraživanja**

U sportskom penjanju često je problem je li utvrđena ocjena za pojedini smjer ispravna za različite penjače. Da bi se uspješno popeo pojedini smjer potrebne su određena razina motoričkih sposobnosti, antropometrijskih karakteristika i penjačkog iskustva. Kadeti kao sportaši koji su u procesu rasta i razvoja nemaju formirane antropometrijske karakteristike poput seniora te se način penjanja i pronalaženja rješenja za popeti smjer razlikuje. Postavlja se pitanje jesu li penjači različite dobne skupine sa popetim smjerovima slične težine razlikuju u testovima motoričkih sposobnosti i antropometrijskih karakteristika ili su ocjene smjerova ispravno postavljene za skupinu penjača koji su postigli te rezultate te nema razlike radi li se o mlađem ili starijem penjaču.

### **4. Cilj rada**

Primarni cilj ovog rada je utvrditi razlike između kadeta i seniora u testovima za procjenu motoričkih sposobnosti i morfološkim karakteristikama uzimajući u obzir da ispitanici penju ocjene težine između 6b+ i 7a te imaju drugačija morfološka obilježja.

## 5. Metode rada

### 5.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je obuhvatilo 16 muških i 7 ženskih zdravih penjača koji su podijeljeni u dvije starosne grupe prema statutu Hrvatskog planinarskog saveza: Kadeti (N=11, dob  $13,87 \pm 1,27$  godina, penjački staž  $66,36 \pm 30,89$  mjeseci, visina tijela  $162,43 \pm 9,40$  cm, tjelesna težina  $49,31 \pm 9,17$  kg) i seniori (N=12, dob  $29,25 \pm 4,20$  godina, penjački staž  $18,42 \pm 11,45$  mjeseci, visina tijela  $174,26 \pm 6,86$  cm, tjelesna težina  $69,65 \pm 10,04$  kg). Osim dobne granice, kriteriji za određivanje ispitanika je maksimalna popeta ocjena u rasponu 6b+ i 7a u zadnjih godinu dana i ne sudjelovanje u strukturiranom „*fingerboard*“ treningu posljednjih 6 mjeseci kako se akutni efekti treninga ne bi odnosili na rezultate istraživanja. *Fingerboard* trening podrazumije specifičan razvoj jakosti i mišićne izdržljivosti ruku i ramenog pojasa u kojoj sportaš visi pomoću jedan, dva, tri ili četiriju prstiju ovisno o obliku treninga na hvatištima različitih dubina. Ispitanicima je objašnjena svrha i cilj istraživanja, te su bili informirani o mogućim posljedicama i rizicima protokola. Testiranje je provedeno u dva dana. Prvo mjerenje je provedeno u sportsko-dijagnostičkom centru na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje su mjerene morfološke karakteristike. Drugo mjerenje provedeno je u penjačkoj dvorani „Hive“ gdje su testirane specifične motoričke sposobnosti.

### 5.2 Uzorak varijabli

Svi testovi preuzeti su iz diplomskog rada autora Šproh (2018) gdje su odabrani testovi pokazali statističku značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) i bolje razumijevanje penjača različitih kvaliteta.

Tablica 2. Testovi za procjenu motoričkih sposobnosti

Broj	Naziv	Mjerna jedinica	ID - testa
1	Maksimalan broj zgibova na hvatu debljine 2cm	br. Pon	MRSZ2
2	Maksimalno višenje	Kg	MJAKMV
3	Izometrično povlačenje $170^\circ$ , $90^\circ$ , $45^\circ$	Kg	MIJIP
4	Izdržaj u blokadi na jednoj ruci ( $90^\circ$ )	Kg	MJAKI
5	Izdržaj na jednoj ruci pod kutem od $90^\circ$ na hvatu debljine 2 centimetra	Kg	MJAKI2

Prema uputama Međunarodnog biološkog programa (Weiner i Louire, 1969) uzete su sljedeće antropometrijske mjere: visina tijela (ALVT), masa tijela (AVTT), sjedeća visina (ALVS), raspon ruku (ALRR), ape indeks (A-indeks), dužina noge (ALDN), dužina stopala (ADST), dužina šake (ALDSA), širina ramena (ATŠR), širina zdjelice (ATŠZ), širina stopala (ATŠS), širina šake (ATSSA), dijametar lakta (ATDIL), dijametar koljena (ATDIK), dijametar skočnog zgloba (ATDISŽ), dijametar ručnog zgloba (ATDRZ), opseg nadlaktice u ekstenziji (AVONDE), opseg nadlaktice u fleksiji (AVONDF), opseg podlaktice (AVOPOD, opseg grudnog koša (AVOGK), opseg natkoljenice (AVONAT), opseg potkoljenice (AVOPOT), i opseg trbuha (AVOT). Devet kožnih nabora: nadlaktice (ANNAD), leđa (ANL), prsa (ANP), trbuh 1. (ANT), suprailijakalni (ANSIL), natkoljenica (ANNAT), potkoljenica (ANPOT), bicepsa (ANBIC), aksilarni (ANAKS). Kožni nabori uzeti su pomoću Harpender kalipera. Postotak masti (% masti TANITA) utvrđen je uređajem Tanita BC 418 – MA.

### **5.3 Opis protokola testiranja**

Svi ispitanici dobili su naputak da dan prije testiranja ne treniraju ili odrade nisko intenzivni trening te da zadrže svoje uobičajene prehrambene navike. Prije početka testiranja ispitanicima je objašnjen protokol testiranja, te prije svakog testa ispitanicima je demonstriran pravilan način izvođenja testa i objašnjen način vrednovanja kako bi testiranje bilo valjano.

U svim testovima osim u testu Povlačenja pod određenim kutom, ispitanici su započeli mjerenje sa vlastitom kilažom. Ukoliko ispitanika zadovoljava kriterij, povećavala bi se kilaža za 2,5 kg, 5 kg ili 10 kg (ovisno o tipu testa) sve dok ispitanik ne bi utvrdio vlastiti maksimalni rezultat. Ukoliko osoba na početku nije uspjela utvrditi kriteriji, osobu bi rasteretilo za 2,5 kg, 5 kg ili 10 kg (ovisno o tipu testa) sve do utvrđivanja maksimalnog rezultata ispitanika. Intervali odmora u testovima za procjenu maksimalnih vrijednosti ispitanika predstavljaju ključan faktor u njegovom oporavku za sljedeći pokušaj. Jedna minuta pokazala se kao dovoljnom za oporavak ispitanika prije sljedećeg pokušaja (Weir, Wagner i Housh, 1994), a prema Matuszak, Fry, Weiss, Ireland, McKnight (2003), 75% ispitanika uspjelo se oporaviti i uspješno izvesti sljedeći maksimalni pokušaj u dubokom čučnju nakon 1 minute pasivne pauze, za 94,1% u intervalu od 3 minute i 88,2% ispitanika u intervalu od 5 minuta.

U ovom radu primijenio se interval odmora od 5 minuta između ponavljanja i različitih testova iz razloga što je ispitanik podvrgnut većem broju testova. U testu MIJIP, MJAKI ispitanik

koristi nathvat za primanje šipke, a u ostalim testovima prsti zauzimaju „half crimp“ poziciju gdje sva 4 prsta tvore kut od 90° gdje palac ne dodiruje spravu.

Ispitanici su započeli mjerenje razgibavanjem s vježbama koje inače izvode prije treninga te su im nakon toga bile zadane tri dodatne vježbe (Retrakcija lopatica za vrijeme višenja na šipci, suručno s ispruženim rukama kružni pokret iz predručenja kroz uzručenje do zaručenja s elastičnom gumom te dodirivanjem dlanom suprotno rame u poziciji skleka) koje su radili po deset ponavljanja u 3 serije s intervalom odmora između ponavljanja 30 sekundi i između serija 1 minuta. Zatim su ispitanici imali 15 minuta zagrijavanje na lakšim i srednje teškim smjerovima koje mogu popeti iz prve (ocjena 3-6a) na način da nakon što popnu smjer imaju 30 sekundi odmora prije nego li krenu u novi smjer. Nakon toga, slijedila je dodatna aktivacija fleksora prstiju gdje su ispitanici na hvatu dubine 3,5 centimetra visili 7 sekundi pa 3 sekundi odmarali i ponovili ukupno 3 puta. Istu vježbu su ponovili još jednom, ali na hvatu 2 cm koji će se koristiti za mjerenje motoričkih sposobnosti.

#### **5.4 Mjerna oprema**

Za testiranja su korišteni: za određivanje maksimalne izometričke sile u različitim kutevima u zglobu lakta mjerni senzor „Progressor“ s pripadajućom aplikacijom za očitavanje podataka marke Tindeq (Trondheim, Norveška). Za testove koji su testirali jakost i snažnu izdržljivost prstiju korišten je „Beastmaker 2000“ (Velika Britanija).

#### **5.5 Metode obrada podataka**

Po završetku testiranja svi dobiveni podaci uneseni su u Microsoft Excel 2010. (Microsoft, Redmond, Washington, SAD), nakon čega su obrađeni i analizirani u programu Statistica 13 (Palo Alto, Kalifornija, SAD). Provedena je statistička analiza za dobivanje deskriptivnih parametara : aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrijednost, te mjere asimetrije i zakrivljenosti. Studentovim t – testom za nezavisne uzorke utvrdila se statistička značajna razlika između dviju skupinu ispitanika.

### **6. Rezultati i rasprava**

Obradom podataka i njihovom analizom dobiveni su statistički parametri: aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD), kao i minimalne (min) i maksimalne (max) vrijednosti rezultata.

Tablica 3. Osnovni deskriptivni pokazatelji kadeta i seniora

Variable	Kadeti AS±SD (min-max)	Seniori AS±SD (min-max)
Penjački staž (mjeseci)	66,36±30,89 (26,00-120,00)	18,42±11,45 (6,00-48,00)
DOB (god)	13,87±1,27 (12,1-15,3)	29,25±4,20 (21,8-35)

Tablica 4. Deskriptivni pokazatelji kadeta i seniora za varijable antropometrijskih karakteristika

Varijable	Kadeti AS±SD (min-max)	Seniori AS±SD (min-max)
ALVT (cm)	162,43±9,40 (150,10-179,40)	174,26±6,86 (164-183,50)
AVTT (kg)	49,31±9,17 (33,20-64,90)	69,65±10,04 (56,20-90,70)
ALVS (cm)	83,36±4,50 (77,70-91,60)	90,58±3,38 (86,50-96,60)
ALRR (cm)	165,51±12,09 (142,50-184,50)	177,07±7,22 (166,10-187,90)
APE INDEX	3,08±5,18 (-8,50-9,30)	2,80±3,73 (-3,30-11,70)
ALDND (cm)	84,75±4,79 (79,80-93,70)	88,83±3,63 (79,60-91,30)
ALDNL (cm)	84,45±4,76 (77,70-94,00)	88,09±3,89 (81,60-95,30)
ALDRD (cm)	72,58±4,90 (62,50-79,50)	77,77±3,59 (72,10-83,20)
ALDRL (cm)	72,32±5,03 (62,80-79,70)	77,73±3,49 (72,10-83,40)
ALDSTD (cm)	23,89±1,74 (20,10-26,50)	25,46±1,70 (22,30-28,20)
ALDSTL (cm)	23,71±1,75 (19,80-26,40)	25,48±1,73 (22,10-28,10)
ALDSAD (cm)	17,19±0,91 (15,80-18,70)	18,21±0,86 (17,00-19,40)
ALDSAL (cm)	17,29±1,24 (15,20-19,10)	18,14±0,89 (16,30-19,30)
AV%M (%)	12,92±4,82 (6,00-18,60)	13,87±4,92 (8,00-22,40)
ATŠR (cm)	30,48±3,08 (24,20-35,00)	33,07±1,73 (29,80-35,40)
ATŠZ (cm)	21,71±1,33 (19,40-23,40)	24,37±1,88 (22,00-29,20)
ATŠSD (cm)	9,12±0,62 (7,90-9,70)	9,89±0,54 (9,20-10,90)
ATŠSL (cm)	9,07±0,60 (8,10-9,90)	9,77±0,55 (9,00-11,00)



Varijable	Kadeti AS±SD (min-max)	Seniori AS±SD (min-max)
ATSSAD (cm)	6,84±1,11 (5,00-8,30)	7,18±1,39 (5,50-8,90)
ATSSAL (cm)	6,83±0,91 (5,30-7,80)	7,08±1,41 (5,30-8,80)
ATDILD (cm)	6,90±0,66 (5,60-8,00)	7,28±0,48 (6,30-8,20)
ATDILL (cm)	6,55±0,79 (5,00-7,60)	7,27±0,42 (6,30-7,70)
ATDIKD (cm)	9,06±0,92 (7,90-10,50)	9,42±0,57 (8,30-7,70)
ATDIKL (cm)	8,75±0,98 (7,20-10,40)	9,40±0,67 (8,40-11,00)
ATDSIZD (cm)	7,24±0,52 (6,50-8,00)	7,60±0,36 (7,00-8,20)
ATDRZL (cm)	5,55±0,48 (4,70-6,20)	6,05±0,33 (5,40-6,50)
AVONDED (cm)	25,04±1,64 (21,00-26,70)	32,32±2,69 (29,00-38,00)
AVONDEL (cm)	24,42±1,55 (21,00-26,30)	32,27±2,50 (27,50-36,50)
AVONDFD (cm)	26,49±2,73 (21,50-30,30)	33,78±2,97 (28,50-39,10)
AVONDFL (cm)	26,19±2,61 (21,60-30)	33,40±2,77 (28,00-38,90)
AVOPODD (cm)	24,08±1,84 (21,40-27,50)	29,03±1,82 (25,10-32,10)
AVOPODL (cm)	23,85±1,61 (21,10-26,50)	28,80±1,94 (24,80-32,00)
AVOGK (cm)	77,42±9,00 (68,00-89,60)	94,98±7,18 (85,60-111,70)
AVONATD (cm)	47,60±4,12 (40,00-55,00)	56,70±4,11 (49,60-64,50)
AVONATL (cm)	48,26±5,13 (39,50-57,00)	56,86±4,11 (50,80-66,00)
AVOPOTD (cm)	31,48±2,28 (27,50-34,80)	36,86±2,39 (33,60-41,50)
AVOPOTL (cm)	31,65±2,27 (28,00-34,80)	35,89±3,69 (26,70-40,80)
AVOT (cm)	63,46±10,11 (36,20-72,80)	79,55±7,08 (73,50-99,70)
ANNAD-AS (mm)	9,72±2,39 (6,30-13,30)	8,08±2,81 (5,10-14,10)
ANL-AS (mm)	6,56±1,03 (4,70-8,80)	9,45±3,69 (6,10-20,00)
ANP-AS (mm)	3,82±0,63 (2,70-4,50)	3,44±0,46 (2,80-4,30)
ANT-AS (mm)	8,00±1,38 (5,60-10,10)	10,22±4,08 (5,60-19,30)
ANSIL-AS (mm)	5,69±0,95 (4,40-8,10)	7,92±2,42 (4,90-11,50)
ANNAT-AS (mm)	11,65±3,55 (7,10-16,80)	10,87±4,98 (5,80-21,50)

Varijable	Kadeti AS±SD (min-max)	Seniori AS±SD (min-max)
ANPOT-AS (mm)	8,83±2,47 (5,40-12,70)	5,26±2,74 (2,90-12,90)
ANBIC-AS (mm)	4,10±0,81 (3,20-6,10)	3,26±0,79 (2,10-5,30)
ANAKS-AS (mm)	5,85±1,39 (4,10-8,00)	7,66±5,18 (4,50-22,50)

Tablica 5. Rezultati razlika između ispitanika za varijable (utvrđenim t-testom) antropometrijskih karakteristika

Varijable	t-vrijednost	p
ALVT (cm)	3,47	*0,00
AVTT (kg)	5,06	*0,00
ALVS (cm)	4,37	*0,00
ALRR (cm)	2,81	*0,01
APE INDEKS	-0,15	0,89
ALDND (cm)	1,18	0,25
ALDNL (cm)	2,01	0,06
ALDRD (cm)	2,91	*0,01
ALDRL (cm)	3,02	*0,01
ALDSTD (cm)	2,18	*0,04
ALDSTL (cm)	2,44	*0,02
ALDSAD (cm)	2,74	*0,01
ALDSAL (cm)	1,90	0,07
AV%M (%)	0,47	0,65
ATŠR (cm)	2,51	*0,02
ATŠZ (cm)	3,88	*0,00
ATŠSD (cm)	3,22	*0,00
ATŠSL (cm)	2,89	*0,01
ATSSAD (cm)	0,64	0,53
ATSSAL (cm)	0,50	0,62

Varijable	t-vrijednost	p
ATDILD (cm)	1,56	0,13
ATDILL (cm)	2,73	*0,01
ATDIKD (cm)	1,11	0,28
ATDIKL (cm)	1,86	0,08
ATDSIZD (cm)	1,96	0,06
ATDRZL (cm)	2,95	*0,01
AVONDED (cm)	7,75	*0,00
AVONDEL (cm)	8,94	*0,00
AVONDFD (cm)	6,11	*0,00
AVONDFL (cm)	6,40	*0,00
AVOPODD (cm)	6,49	*0,00
AVOPODL (cm)	6,64	*0,00
AVOGK (cm)	4,20	*0,00
AVONATD (cm)	5,30	*0,00
AVONATL (cm)	4,45	*0,00
AVOPOTD (cm)	5,52	*0,00
AVOPOTL (cm)	3,29	*0,00
AVOT (cm)	4,45	*0,00
ANNAD-AS (mm)	-1,50	0,15
ANL-AS (mm)	2,50	*0,02
ANP-AS (mm)	-1,68	0,11
ANT-AS (mm)	1,72	0,10
ANSIL-AS (mm)	2,85	*0,01
ANNAT-AS (mm)	-0,43	0,67
ANPOT-AS (mm)	-3,27	*0,00
ANBIC-AS (mm)	-2,53	0,02
ANAKS-AS (mm)	0,83	0,42

Legenda: \* -  $p < 0,05$  – statistička značajna razlika

Tablica 6. Deskriptivni pokazatelji kadeta i seniora za varijable motoričkih sposobnosti

Varijable	Kadeti AS±SD (min-max)	Seniori AS±SD (min-max)
MRSZ2 (br)	9,27±5,21 (3,00-19,00)	9,08±5,35 (0,00-18,00)
MJAKMV-aps (kg)	62,60±12,27 (41,20-79,90)	83,32±13,22 (66,20-111,30)
MJAKMV-rel	1,27±0,12 (1,11-1,51)	1,20±0,17 (0,89-1,49)
MIJIP170-aps (kg)	32,33±13,27 (14,70-51,10)	64,22±21,26 (28,00-98,90)
MIJIP170-rel	0,64±0,21 (0,41-1,06)	0,91±0,26 (0,41-1,26)
MIJIP90-aps (kg)	30,87±9,60 (16,80-42,80)	53,53±17,08 (26,00-87,70)
MIJIP90-rel	0,62±0,13 (0,41-0,85)	0,77±0,21 (0,38-1,05)
MIJIP40-aps (kg)	25,95±9,50 (14,50-38,60)	41,82±13,94 (19,70-72,60)
MIJIP40-rel	0,52±0,15 (0,32-0,77)	0,60±0,16 (0,29-0,87)
MJAKID-aps (kg)	41,77±13,05 (23,20-60,00)	69,19±13,39 (41,20-95,50)
MJAKID-rel	0,84±0,18 (0,64-1,26)	0,99±0,14 (0,72-1,15)
MJAKIL-aps (kg)	43,41±9,44 (25,20-62,90)	69,36±13,84 (41,20-95,50)
MJAKIL-rel	0,87±0,11 (0,68-1,26)	0,99±0,14 (0,73-1,16)
MJAKI2D-aps (kg)	37,35±9,44 (21,20-49,90)	47,65±8,65 (36,20-61,30)
MJAKI2D-rel	0,75±0,11 (0,57-0,90)	0,68±0,06 (0,56-0,80)
MJAKI2L-aps (kg)	37,35±9,44 (21,20-49,90)	47,73±8,58 (36,20-61,30)
MJAKI2L-rel	0,75±0,11 (0,57-0,90)	0,68±0,07 (0,56-0,80)

Tablica 7. Rezultati razlika između ispitanika za varijable (utvrđenim t-testom) motoričkih sposobnosti

Varijable	t-vrijednost	p
MRSZ2 (br)	-0,09	0,93
MJAKMV-aps (kg)	3,88	*0,00
MJAKMV-rel	-1,12	0,27
MIJIP170-aps (kg)	4,27	*0,00
MIJIP170-rel	2,74	*0,01

Varijable	t-vrijednost	p
MIJIP90-aps (kg)	3,87	*0,00
MIJIP90-rel	2,00	0,06
MIJIP40-aps (kg)	3,16	*0,00
MIJIP40-rel	1,21	0,24
MJAKID-aps (kg)	4,97	*0,00
MJAKID-rel	2,27	*0,03
MJAKIL-aps (kg)	4,68	*0,00
MJAKIL-rel	1,88	0,07
MJAKI2D-aps (kg)	2,73	*0,01
MJAKI2D-rel	-1,93	*0,07
MJAKI2L-aps (kg)	2,76	*0,01
MJAKI2L-rel	-1,82	0,08

Legenda: \* -  $p < 0,05$  – statistička značajna razlika

Prikupljene antropometrijske mjere pokazane su u Tablica 4. i Tablica 5. U sljedećim antropometrijskim varijablama nije se utvrdila razlika između kadeta i seniora: APE INDEX, dužina noge (ALDN), % masti (AV%M), širina šake (ATSSA), dijametar desnog lakta (ATDILD), dijametar desnog koljena (ATDIKD) i dijametar skočnog zgloba (ATDRZ).

Usporedbom s elitnim penjačima iz rada Watts i sur., 1993, oni imaju manje vrijednosti % masti ( $4,7 \pm 1,3$  polufinalisti i  $4,8 \pm 2,3$  finalisti svjetskih kupova) izmjeren jednadžbom Brozek, Grande, Anderson i Keys (1963), no slične vrijednosti tjelesne mase ( $66.6 \pm 5.5$ kg) i tjelesne visine ( $177.8 \pm 6.5$  polufinalisti i  $179.3 \pm 53$  finalisti).

U motoričkim testovima seniori su postigli bolje rezultate u testovima izraženi apsolutnim vrijednostima ( $p < 0,01$ ) zbog svoje veće tjelesne mase. Testovima izometrično povlačenje pod kutom od  $90^\circ$  ( $p < 0,01$ ) i izdržaj u blokadi desnom rukom pod kutom od  $90^\circ$  ( $p < 0,1$ ) seniori postižu bolje rezultate u relativnim vrijednostima. U testu MJAKI2 gdje su za izdržaj dominantni mišići fleksori prstiju, postoji tendencija da kadeti ostvare bolje rezultate od seniora ( $p = 0,07$  za desnu ruku i  $p = 0,08$  za lijevu ruku).

Bitan je pokazatelj većeg penjačkog iskustva kod kadeta ( $p < 0,01$ ). Sa jedne strane, rezultati istraživanja bi se mogli protumačiti kako je za penjanje ocjena u rasponu 6b+ do 7a, seniorima potrebno manje vremena. Samo dva senior treniraju više godina od minimalno zabilježenog u kadetima. Često zainteresirane i motiviranije osobe se prijave na istraživanje i te iste osobe brže napreduju u sportu. Seniori ovog rada su relativno novi u penjačkom svijetu i nastoje naučiti nove metode treniranja. Prema Nappo, Iafrate i Sanchez (2013), osobe se volonterski prijavljuju kao ispitanici istraživanja radi osobnih dobrobiti. Srčani bolesnici bi se u istraživanjima prijavili zbog sakupljanja znanja, altruističnih motiva i unaprjeđenje zdravlja (Soule i sur., 2016). U budućim istraživanjima trebalo bi usporediti iste skupine sa sličnim penjačkim stažom ili skupinu seniora sa različitim penjačkim stažom.

Sa druge strane, kadeti su se kroz nekoliko godina treniranja susreli sa puno različitih smjerova i time naučili bolje snalaženje i pronalaženje efikasnijeg načina za popeti smjer. Sportsko penjački treneri upoznati su s različitim studijama koji pokazuju opreznost u planiranju i programiranju dječjih trening u svrhu očuvanja zdravlja i pravilnog razvoja skeleta s naglaskom na prste kao najučestalija ozljeda u penjača (Grønhaug, 2018; Lum i Park (2019); Mayers, Potter, Hobbs i Provance (2019); Schöffl, Lutter, Woolings i Schöffl (2018), Pfeiffer i sur., (2000); Sylvester i sur., (2006)).

Dugogodišnjem treniranjem kadetskih ispitanika potaknule se kronične adaptacije mišićnog, koštanog i vezivnog tkiva u području prstiju, podlaktice, nadlaktice i ramenog pojasa zbog čega postoji tendencija da se međusobno razlikuju u varijabli MJAKI2.

Unutar skupine nema razlike između lijeve i desne strane tijela u motoričkim testovima MJAKI i MJAKI2.

U budućim radovima potrebno je usporediti dvije homogenizirane skupine (prema spolu i penjačkom stažu) kako bi se dobili precizniji uvid u rezultate za utvrđivanje maksimalne jakosti. Iste skupine valja usporediti u ostalim motoričkim sposobnostima poput eksplozivne snage kao jedan od glavnih sposobnosti u modernom penjanju gdje za popeti smjer su potrebne vještine slične parkouru ili dinamični pokreti sa jednog hvatišta na drugi. Mišićna izdržljivost je manje zastupana u bolder disciplini gdje je karakterističan manji broj pokreta i trajanje aktivnosti do 30 sekundi. Pokušaj penjača u jednom ravnotežnom smjeru traje i duže od 30 sekundi, no takvi smjerovi

zahtijevaju od sportaša stabilizaciju nogama i dobru poziciju tijela dok su hvatišta za ruke manje važna.

## 7. Zaključak

U svijetu penjanja gdje pojedini smjer neke težine mogu popeti osobe različite morfologije i razine motoričkih sposobnosti ne znači i jednaki uloženi napor. Često nižim ili težim penjačima je potrebno više vremena popeti smjer određene težine, dok će za isti smjer jedan veći ili lakši penjač utrošiti manje vremena i energije. Trenutno nema zabilježenih radova u kojem se uspoređuju motorički testovi između kadeta i seniora sličnih kvaliteta.

Dobiveni rezultati pokazali su statističku značajnu razliku kadeta i seniora u antropometrijskim mjerama gdje kadeti bilježe manje vrijednosti s obzirom da su još uvijek u fazi rasta i razvoja. Nije utvrđena razlika u varijablama % masti i APEINDEXU. U motoričkim testovima seniori su ostvarili bolje rezultate u varijablama izraženi u apsolutnim vrijednostima što se pripisuje njihovom većom tjelesnom masom. Isti testovi izraženi u relativnim vrijednostima pokazali su kako seniori imaju veće mogućnosti generiranja sile u izometričnim uvjetima s položajem ruku pod kutem od  $170^\circ$  te mogu podnositi veću dodanu kilažu za vrijeme blokade pod kutem od  $90^\circ$  kod desne ruke. MJAKI2 je jedini test u kojem su kadeti pokazali tendenciju ostvarivanja statističko značajno boljih rezultata za desnu i lijevu ruku. U obzir se treba uzeti poteškoća pronalaženja homogenih skupina (prema spolu i penjačkom stažu) u zemljama gdje se boulder disciplina i sportsko penjanje općenito tek počelo razvijati. U ovom istraživanju bilo je više muških ispitanika u seniorskoj skupini, nego u kadetskoj što je moglo utjecati na rezultate kao i podatak o većem penjačkom stažu kod kadeta. Buduća istraživanja bi se trebali dotaknuti ovih nedostataka i utvrdili postoje li razlike između muških i ženskih penjača sličnog penjačkog staža i najteže popete ocjene.

## 8. Literatura

Agostinho, M. F., Junior, J., Stankovic, N., Escobar-Molina, R. i Franchini, E. (2018).

Comparison of special judo fitness test and dynamic and isometric judo chin-up tests' performance and classificatory tables' development for cadet and junior athletes. *Journal of exercise rehabilitation*, 14(2), 244–252.

- Balaš, J., Mrskoč, J., Panačkova, M. i Draper, N. (2014). Sport-specific finger flexor strength assessment using electronic scales. *Sports Technology*, 7(4), 151-158.
- Bourne, R., Halaki, M., Vanwanseele, B. i Clarke, J. (2011). Measuring lifting forces in rock climbing: effect of hold size and fingertip structure. *Journal of applied biomechanics*, 27(1), 40-46.
- BROZEK, J., GRANDE, F., ANDERSON, J. T. i KEYS, A. (1963). DENSITOMETRIC ANALYSIS OF BODY COMPOSITION: REVISION OF SOME QUANTITATIVE ASSUMPTIONS. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110, 113-140.
- Dovgalecs, V., Boulanger, J., Orth, D., Herault, R., Ceur Jolly, J. F., ... Seifert, L. (2014). Movement phase detection in climbing. *Sports Technology*, 7(4), 74-182.
- Draper, N., Giles, D., Schöffl, V., Fuss, F.K., Watts, P., Wolf, P., ... Abreu, E. (2015). Comparative grading scales, statistical analyses climber descriptors and ability grouping: International Rock Climbing Research Association position statement. *Sports Technology*, 8(3-4), 88-94.
- Georgopoulos, N. A., Markou, K. B., Theodoropoulou, A., Vagenakis, G. A., Mylonas, P. i Vagenakis, A. G. (2004). Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. *Hormones (Athens, Greece)*, 3(4), 233-243.
- Grønhaug G. (2018). Self-reported chronic injuries in climbing: who gets injured when?. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), e000406.
- Helt M. (2017). GYMS AND TRENDS OF 2017. Dostupno na: <https://www.climbingbusinessjournal.com/gyms-and-trends-of-2017/> .
- Hochholzer, T. i Schöffl, V. R. (2005). Epiphyseal fractures of the finger middle joints in young sport climbers. *Wilderness & environmental medicine*, 16(3), 139-142.
- Hörst, E.J. (2016). Training for climbing: the definitive guide to improving your performance. Guilford, Falcon guides.



- HPS. (2020). PRAVILNIK O NATJECANJIMA U SPORTSKOM PENJANJU. Dostupno na: <https://www.hps.hr/files/data/21/Pravilnik%20o%20natjecanjima%20u%20sportskom%20openjanju%20u%20HPS-u.pdf> .
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M. i Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 89(1), 81–88.
- López-Rivera, E. i González-Badillo, J. J. (2019). Comparison of the Effects of Three Hangboard Strength and Endurance Training Programs on Grip Endurance in Sport Climbers. *Journal of human kinetics*, 66, 183–195.
- Lum, Z. C. i Park, L. (2019). Rock climbing injuries and time to return to sport in the recreational climber. *Journal of orthopaedics*, 16(4), 361–363.
- Matuszak, M. E., Fry, A. C., Weiss, L. W., Ireland, T. R. i McKnight, M. M. (2003). Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats. *Journal of strength and conditioning research*, 17(4), 634–637.
- Meyers, R. N., Potter, M. N., Hobbs, S. i Provance, A. (2019). FINGER STRESS FRACTURES IN YOUTH ELITE ROCK CLIMBERS. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(3 Suppl), 2325967119S00065.
- Medernach, J. P., Kleinöder, H. i Lötzerich, H. H. (2015). Fingerboard in Competitive Bouldering: Training Effects on Grip Strength and Endurance. *Journal of strength and conditioning research*, 29(8), 2286–2295.
- Mikulić, P. (2008). Anthropometric and physiological profiles of rowers of varying ages and ranks. *Kinesiology*, 40. (1.), 80-88. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/24837>.
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Nappo, S. A., Iafrate, G. B. i Sanchez, Z. M. (2013). Motives for participating in a clinical research trial: a pilot study in Brazil. *BMC public health*, 13, 19.

- Pfeifer, C., Messner, K., Scherer, R. i Hochholzer, T. (2000). Verletzungsmuster und Überlastungssyndrome bei jugendlichen Sportkletterern [Injury pattern and overuse stress syndrome in young sport climbers]. *Wiener klinische Wochenschrift*, 112(22), 965–972.
- Saul, D., Steinmetz, G., Lehmann, W. i Schilling, A. F. (2019). Determinants for success in climbing: A systematic review. *Journal of exercise science and fitness*, 17(3), 91–100.
- Stanković, D., Ignjatović, M., Raković, A., Puletić, M. i Hodžić, S. (2014). The strength structure of sport climbers. *Physical Education and Sport*, 12(1), 11-18.
- Soule, M. C., Beale, E. E., Suarez, L., Beach, S. R., Mastromauro, C. A., ... Huffman, J. C. (2016). Understanding motivations to participate in an observational research study: Why do patients enroll?. *Social work in health care*, 55(3), 231–246.
- Sylvester, A. D., Christensen, A. M. i Kramer, P. A. (2006). Factors influencing osteological changes in the hands and fingers of rock climbers. *Journal of anatomy*, 209(5), 597–609.
- Schöffl, V., Lutter C., Woollings, K. i Isabelle Schöffl (2018) Pediatric and adolescent injury in rock climbing. *Research in Sports Medicine*, 26(1), 91-113.
- Šiljeg, K., Leko, G. i Zoretić, D. (2009). RAZLIKE IZMEĐU PLIVAČA KADETA I MLADIH JUNIORA U NEKIM ANTROPOMETRIJSKIM KARAKTERISTIKAMA I MOTORIČKIM SPOSOBNOSTIMA. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 24 (2), 113-118. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/47836>.
- Šproh, T. (2018). Razlike u pokazateljima morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti sportskih penjača (diplomski rad). Kineziološki fakultet, Zagreb.
- Wikipedia. (2020). Grade (climbing). Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Grade\\_\(climbing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Grade_(climbing))
- Viru A., Loko, J., Harro, M., Volver, A., Laaneots, L. i Viru M. (1999). Critical Periods in the Development of Performance Capacity During Childhood and Adolescence, *European Journal of Physical Education*, 4(1), 75-119.
- Watts, P. B., Martin, D. T. i Durtschi, S. (1993). Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers. *Journal of sports sciences*, 11(2), 113–117.

- Watts, P. B., Joubert, L. M., Lish, A. K., Mast, J. D. i Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *British journal of sports medicine*, 37(5), 420–424.
- Weiner, J.S. i Lourie, J.A. (1969). Human biology - a guide to field methods (Handbook n. 9). Oxford: Blackwell.
- Weir J.P., Wagner L.L. i Housh T.J. (1994). The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *Journal of Strength and Conditioning Research* 8, 58-60.
- Woollings, K. Y., McKay, C. D. i Emery, C. A. (2015). Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1094–1099.