Razlike u pokazateljima morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti sportskih penjača

Šproh, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:797615

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Tomislav Šproh

RAZLIKE U POKAZATELJIMA MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI SPORTSKIH PENJAČA

(diplomski rad)

Mentor:

doc. dr. sc. Vlatko Vučetić

Zagreb, rujan 2018.

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

Mentor: doc.dr.sc. Vlatko Vučetić

_____

Student: Tomislav Šproh

_____

RAZLIKE U POKAZATELJIMA MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA I MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI SPORTSKIH PENJAČA

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike između sportskih penjača različitih razina na temelju specifične baterije testova za procjenu motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja. Uzorak se sastojao od 25 penjača različitih razina (dob 30,77±7,39 godina), staž STŽ (7,84±5,86 godina). Tjelesna visina ispitanika iznosila je (179,12±6,13 cm), tjelesna težina (73,97±7,31 kg), postotak potkožnog masnog tkiva (13,24±3,52%). Drugu razinu (II) činili su ispitanici koji su uspješno svladali ocjenu 8a>, treću razinu (III) činili su ispitanici koji su uspješno svladali smjer ocjene 7a-7c+, četvrtu (IV) činili su ispitanici koji su uspješno svladali smjer ocjene 6a-6c+.

Varijable koji su statistički bile značajne povezane s obzirom na razinu penjanja u pokazateljima morfoloških karakteristika: opseg natkoljenice AVONAT ($p<0,05$) dijametar ručnog zgloba ATDRZ ($p<0,05$). U pokazateljima motoričkih sposobnosti varijable koje su najbolje razdijelile penjače različitih razina su: maksimalan doseg desnom rukom MESMAXDDR ($p<0,05$); maksimalan doseg s obje ruke MESMAXDOR ($p<0,05$); maksimalno višenje MJAKMV-aps, ($p<0,05$); izometričko povlačenje s kutom u zglobu lakta od 90° MIJIP90-aps; ($p<0,05$), MJAKIDR2-aps); MJAKIP902-ap ($p<0,05$); MRSZ2 ($p<0,05$). Fleksibilnost nije bila statistički značajna ($p<0.05$), iako u nekim situacijama značajno može utjecati na uspjeh. Repetitivna snaga trupa (MRSPN) korelirala je s ispunjanom ocjenom u obje discipline, s većom korelacijom u *težinskoj* disciplini Razlike između grupa postojale su samo između penjača II i IV razine za (MRSPN)($p<0,05$).

Utvrđena je vrlo visoka korelacija između MJAKMV i MJAKIP902 ($p<0,05$), što znači da se test MJAKIP902 može koristiti u svrhu procjenjivanja jakosti prstiju. Krajnji zaključak ovog istraživanja je da penjači veće razine posjeduju veću jakost i snagu ruku, a osobito prstiju. Razlike između morfoloških karakteristika su u manjoj mjeri utjecale na uspješnost.

Ključne riječi: sportsko penjanje, dijagnostika, snaga, jakost, uspješnost

DIFFERENCES BETWEEN INDICATORS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MOTOR ABILITIES OF SPORT CLIMBERS

SUMMARY

The aim of this study was to determine the differences between different levels of sports climbers based on the specific tests of motor abilities and morphological characteristics. The sample was consisted of 25 climbers of different levels AGE (30,77±7,39 years), training years (STŽ) (7,84±5,86 years). Body height of examinees was (179,12±6,13 cm), body weight (73,97±7,31 kg), percentage of subcutaneous fat tissue (13,21±3,52%). Variables that were statistically significantly related to the level in the indicators of morphological characteristics: the circumference of the thigh AVONAT ($p<0,05$), diameter of the wrist ATDRZ ($p<0,05$). The second level (II) consisted of examinees who successfully climbed 8a, third level (III) was the examinees who successfully climbed 7a-7c +, fourth (IV) were the examinees who successfully climbed 6a-6c+ .

In the indicators of the motor abilities, the variables that best separated climbers of different levels are: maximum reach with the right hand MESMAXDDR, ($p<0,05$), maximum reach with both hands MESMAXDOR, ($p<0,05$); maximum hang MJAKMV-aps, ($p<0,05$); isometric pull with elbow angle of 90° MIJIP90-aps; ($p<0,05$), MJAKIDR2-aps; MJAKIP902-aps; ($p<0,05$, MRSZ2 ($p<0,05$). Fleksibility did not correlate with level of climbing, but in some situations it can be crucial. Repetitive strength (MRSPN) correlates with the climbing level in both disciplines, with grater correlation in lead climbing. Difference in levels of climbing were between II i IV group for (MRSPN)($p<0,05$).

There was a very high correlators between MJAKMV and MJAKIP902 ($r=0.93$), which means that the test can be used to evaluate finger strength. Final conclusion is that climbers of higher level have more strength and power of arms and especially finger strenght. Differences between morphological characteristics had smaller correlation with performance.

Key words: sport climbing, diagnostic, strength, power, performance

SADRŽAJ

SAŽETAK 3

1. UVOD 6

1.1. Sportsko penjanje 7

1.2. Bouldering 8

1.3. Težinsko 8

1.4. Brzinsko 9

1.5. Uspješnost u sportskom penjanju 9

1.6. Morfološke karakteristike sportskih penjača 11

1.7. Energetski sustavi 12

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA 14

3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA 15

4. CILJ RADA 15

5. METODE RADA 16

5.1. Uzorak ispitanika 16

5.2. Uzorak varijabli 16

5.3. Opis protokola testiranja 17

5.3.1. Testovi za određivanje jakosti gornjih ekstremiteta 17

5.3.2. Testovi za određivanje jakosti prstiju 19

5.3.3. Testovi za određivanje specifične eksplozivne snage 20

5.3.4. Test za procjenu repetitivne snage 21

5.3.5. Test za određivanje snažne izdržljivosti fleksora podlaktice 22

5.4. Mjerna oprema 22

5.5. Metode obrade podataka 22

6. REZULTATI I RASPRAVA 23

6.1. Deskriptivna analiza 23

6.2. Antropometrijske karakteristike 26
6.3. Fleksibilnost 30
6.4. Jakost 32
6.5. Eksplozivnost 39
6.6. Repetitivna snaga 41
6.7. Korelacija 44
7. ZAKLJUČAK 66
8. LITERATURA 68

1. UVOD

Porastom broja dvorana u gradovima koji su udaljeniji od prirodnih stijena ovaj sport je postao pristupačan većoj populaciji. Sportsko penjanje kao sport može se provoditi u unutarnjim, dvoranskim stijenama, kao i vanjskim, prirodnim stijenama. Samim time popularnost sportskog penjanja raste iz godine u godinu, što s rekreacijskog, što s natjecateljskog aspekta. U svrhu unapređenja sporta važno je slijediti metodičke korake u dizajniranju trenažnog procesa. Tako dijagnostika u sportu predstavlja važan dio procesa sportske pripreme, gdje praćenjem različitih morfoloških, funkcionalnih, biokemijskih, biomehaničkih, bazičnih i specifičnih motoričkih pokazatelja sportske pripremljenosti, te određivanje sportaševog inicijalnog, tranzitivnog, i finalnog stanja treniranosti omogućuje nam učinkovito upravljanje procesa sportske pripreme i postizanje vrhunskih rezultata. Testiranjem, mjerenjem, vrednovanjem i subjektivnom procjenom određuje se uspješnost određenog ciklusa sportske pripreme i ostvarenost zadanih ciljeva trenažnih postupaka. (Milanović, Šalaj, & Gregov, 2011).

Tako (Draper, Brent, Hodgson, & Blackwell, 2009) identificiraju četiri ključna faktora uspješnosti u sportskom penjanju, a to su: jakost, snaga, snažna izdržljivost i fleksibilnost.

Iz navoda i istraživanja prethodno navedenih autora, sastavljen je skup testova koji bi trebali razdijeliti različite razine sportskih penjača kako bi se stvorio model sposobnosti i karakteristika koje opisuju svaku razinu sportskih penjača.

Kako bi se odredile sve ključne sposobnosti za uspjeh u sportskom penjanju cilj ovog rada bio je kreirati skup testova za procjenu specifičnih motoričkih sposobnosti koji bi omogućili kvalitetnije provođenje i upravljanje procesom sportskog treninga. Osim kreiranja baterije testova cilj se također odnosio na određivanje razlika i koeficijenta korelacije između postignutih rezultata u testovima za procjenu razvijenosti motoričkih sposobnosti i morfološkim karakteristikama sa ljestvicom težina smjerova kod penjača različitih razina.

1.1. Sportsko penjanje

Penjanje po svojoj strukturi spada u biotičko motoričko znanje, te (Findak, 1998) svrstava penjanje u grupaciju motoričkih znanja za djelotvorno svladavanje prepreka. Prema strukturnoj složenosti sporta sportsko penjanje spada u skupinu polistrukturalnih aciklički sport iz razloga jer zahtjeva velik broj kretnih struktura koje se ne ponavljaju zbog velike varijabilnosti strukture stijene. Prema (Seifert, Dogvalecs, Boulanger, Orth, Herault, & David, 2014) penjanje obuhvaća posturalne korekcije gornjih i donjih udova u svrhu dosezanja, hvatanja i istraživanja hvatišta. U sportskom penjanju nužna je interakcija između donjih i gornjih udova u svrhu postizanja idealne pozicije tijela, odnosno centra težišta tijela u odnosu na strukturu stijene, određeni periodi kretanja odnose na istraživanje stijene, kako bi se primijenile određene korekcije u svrhu efikasnije tranzicije tijela do sljedećeg hvatišta. Vrijeme provedeno u istraživanju strukture stijenje i njezinu interpretaciju u obliku velikog broja tehničkih rješenja (Cordier, Mendès, Pailhous, & Bolon, 1994) nazivaju „vještina pronalaska smjera“ (eng. route finding skill). Iz tog razloga penjane također zahtjeva veliku razvijenost kinestetičkih i vizualnih sposobnosti u svrhu anticipiranja pokreta u trenutku penjanja smjera ili prije početka penjanja tijekom opservacije s tla.. Osim visoko razvijenih tehničko-taktičkih i situacijskih sposobnosti uspjeh u sportskom penjanju ovisi i o razvijenosti određenih motoričkih sposobnosti.

Oduvijek je postojala težnja ljudi za osvajanjem vrhova, te su se tako ljudi odvaživali na osvajanje do tada neosvojenih vrhova što iz osobnih, političkih ili društvenih razloga(npr.Mt. Everest). Osvajanje nepristupačnih i izrazito opasnih ruta i vrhova zahtijevalo je od alpinista izuzetnu vještinu, tehničku i taktičku pripremljenost. Najčešće svoje pripreme za „velike stijene“ alpinisti bi odrađivali u sigurnijim i pristupačnijim uvjetima. Tako primjerice počeci boulderinga sežu u 1900. godinu kada francuski alpinisti organiziraju skup u danas svjetski poznatom boulder penjalištu Fontainbleau. U prvoj polovici 20. stoljeća bouldering je smatran samo kao dio pripreme za ekspedicije u visokom gorju (Wikipedia, 2018). Napretkom sportske opreme i pojavom ekspanzivnih klinova postepeno se počelo odvajati alpinizam od sportskog penjanja. Uređuju se sportska penjališta koja su pristupačnija i sigurnija od alpinističkog stila uspona. Podizanjem sigurnosti prilikom penjanja fokus se prebacuje na težinu pojedinačnih pokreta i u konačnici cijelog smjera.

Glavna odrednica sportskog penjanja je svladavanje smjera bez pomoći opreme koristeći samo vlastito tijelo i vještine za svladavanje smjera. Svladavanje težinskih smjerova Frankenjure , boulder problema legendarnog Fontainebleaua ili pak brzinski uspon El Capitana bili su izazovi prvih sportskih penjača, te dvoransko penjanje, odnosno penjanje na umjetnoj stijeni u samim počecima bio je samo oblik pripreme za uspone na prirodnoj stijeni, da bi danas sportsko penjanje bilo priznato kao natjecateljski sport na svjetskoj razini i uvršteno u program Olimpijskih igara u Tokyu 2020.

Razvojem penjanja kao natjecateljskog sporta postepeno se počinje razdvajati penjanje u prirodi i penjanje u dvorani. Promjena stila postavljanja smjerova i pojava novih oblika hvatišta znatno su promijenili načine treninga i postizanje uspjeha. Iz tog razloga za određivanje uspješnosti u natjecateljskom/dvoranskom i penjanju u prirodi potencijalno je potreban različit skup sposobnost.

Sportsko penjanje sastoji se od tri discipline: boulder, težinsko i brzinsko. Svaka disciplina zahtjeva određenu razinu i omjer karakteristika i sposobnosti.

1.2. Bouldering

Tako u disciplini boulder u kojoj je cilj svladavanje 4-12 pokreta koji po svojoj strukturi mogu varirati po stilu ili težini. Natjecanja su koncipirana tako da testiraju više različitih stilova/sposobnosti (skokovi, ravnoteža, jakost...). U disciplini „boulder“ do izražaja dolazi maksimala snaga, jakost i snažna izdržljivost, pošto je potrebno svladati manji broj pokreta raste intenzitet (HPS, 2018).

1.3. Težinsko

Disciplina „težinsko“ podrazumijeva svladavanje smjera u vodstvu, što bi značilo da penjač u svojemu napredovanju osigurava određene sigurnosne točke na stijeni užetom kojim je vezan. Uže niti u jednom trenutku ne bi smjelo biti opterećeno penjačevom težinom, odnosno pomoći mu pri usponu jer u suprotnom se to računa kao neuspjeli pokušaj. Uže predstavlja dio sigurnosne opreme, a ne kao pomoć pri svladavanju smjera. Disciplina težinsko podrazumijeva svladavanje smjera od 15 – 25 i više metara (u prirodi sportski smjer može doseći visinu do 70 metara), te samim time do izražaja dolazi komponenta izdržljivosti (HPS, 2018).

1.4. Brzinsko

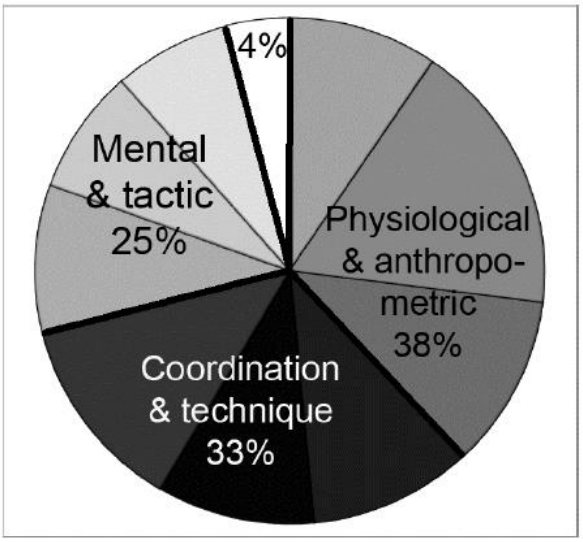
Disciplina „brzinsko“ koncipirana je na načina da se dva penjača utrkuju na dvije paralelna smjera koji su postavljeni po standardiziranim pravilima, što bi značilo da su uvjeti uvijek isti i postoji svjetski rekord. Disciplina brzinsko zahtjeva veliku razvijenost eksplozivne snage (HPS, 2018).

1.5. Uspješnost u sportskom penjanju

Kako bi se odredile sposobnosti o kojima ovisi uspjeh u sportskom penjanju mnogi autori su dizajnirali posebne testove i testirali različite sposobnosti kako bi se došlo do konačnog odgovora (Draper, i dr., 2011; Magiera, Roczniok, Maszczyk, Czuba, Kantyka, & Kurek, 2013; Laffaye, Levernier, & Collin, 2015; Baláš, Pecha, Martin, & Cochrane, 2012). Penjanje spada u skupinu kompleksnih aktivnosti te zahtjeva široki spektar sposobnosti, karakteristika i vještina.

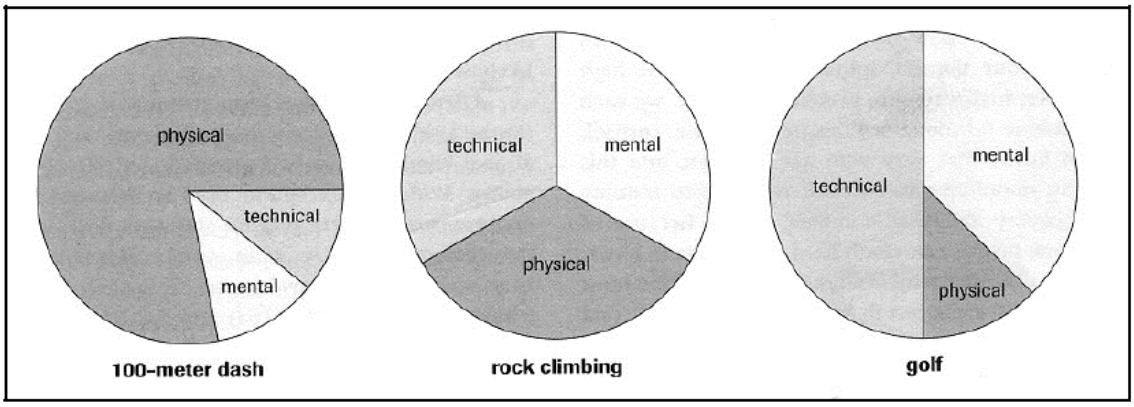
Koliko je penjanje može biti varijabilno kada se fokusiramo na antropometriju svjedoči podatak da visina penjača u finalu svjetskog kupa može varirati i do 20 cm. Svaki taj penjač koristeći različit skup sposobnosti i karakteristika dolazi do rješenja, odnosno svladava smjer koristeći prednosti svojeg skupa kako bi ishod natjecanja okrenuli u svoju korist.

Razvojem penjanja kao natjecateljskog sporta postepeno se počinje razdvajati penjanje u prirodi i penjanje u dvorani. Promjena stila smjerova i pojava novih oblika hvatišta znatno su promijenili načine treninga, te skup sposobnosti i karakteristika potrebnih za uspjeh. Iz tog razloga za određivanje uspješnosti u natjecateljskom/dvoranskom i penjanju u prirodi potencijalno je potreban različit skup sposobnost.



Slika 1. Udio karakteristika i sposobnosti koje opisuju uspješnost u sportskom penjanju prema varijablama MaxNP i MAX RP (Magiera, Roczniok, Maszczyk, Czuba, Kantyka, & Kurek, 2013)

Prema radu (Magiera, Roczniok, Maszczyk, Czuba, Kantyka, & Kurek, 2013) predstavili su skup karakteristika koje su značajne za uspjeh u sportskom penjanju. Tako je u radu objašnjeno 96 % varijance uspjeha, gdje 25 % otpada na mentalne karakteristike i taktiku, 33 % na koordinaciju i tehniku i 38 % na fiziološke sposobnosti i antropometrijske karakteristike. No, gledajući zasebno svaki skup sposobnosti, osobina i karakteristika daje drugačiji zaključak u odnosu na situaciju kada se promatra cijeli skup. Tako autori ovog rada, kao i (Hörst, 2003) zaključuju da uspjeh u sportskom penjanju zahtjeva harmoničan razvoj fizičkih sposobnosti, tehnike i taktike, kao i mentalne pripreme.



Slika 2. Udio sposobnosti potrebinh za uspjeh u sportskom penjanju (Hörst, 2003)

Prema radu (Magiera & Ryguła,2007) uspješnost u težinskom penjanju penjanjem na pogled *(penjanje na pogled podrazumjeva penjanje smjera bez prethodno dobivenih informacijama o smjeru kao što je: mjesto detaljnih pokreta, raspored hvatišta, sekvenci pokreta... Dodatne informacije o smjeru jedino se dobivaju opservacijom s tla. Također, da bi se smjer smatrao ispenjanjim na pogled penjač ne smije vidjeti drugog penjača kako penje isti smjer ili neki drugi način gdje bi dobio neku informaciju o smjeru)* objašnjeno je skupom varijabli: Tehnika, VO2AP, Fmax, vrijeme reakcije u kompleksnim uvijetima, mentalna čvrstoća, ape index, fleksibilnost.Obilježja kao što su Fmax- jakost prstiju, mentalna čvrstoća, godine, tehnika, VO2AP, motorička adaptacija, izdržljivost fleksora podlaktice FM70%, raspon ruku, CDI najbolje opisuju uspješnost u sportskom penjanju. Kao što je već ranije navedeno, zaključak mnogih autora da uspješnost u sportskom penjanju ne ovisi samo o razvijenosti sposobnosti i osobina, jednog skupa, već više o razvijenosti različitih skupova koji su detektirani kao glavni čimbenici uspjeha.

1.6. Morfološke karakteristike sportskih penjača

Brojni autori penjačku populaciju opisuju s relativno nižom tjelesnom visinom i masom. Gledajući somatotip, sportskih penjači su prema istraživanju (Puletić & Stanković, 2014) pretežito ekto – mezomorfnog tipa tijela. Također, u radu je prikazana i negativna korelacija kod penjača endomorfnog tipa tijela s rezultatom na natjecanju. Autori zaključuju da niže vrijednosti postotka masnog tkiva u tijelu imaju pozitivan utjecaj na uspješnost u sportskom penjanju. Kao što su zaključili i drugi (Baláš, Pecha, Martin, & Cochrane, 2012). Potkožno

masno tkivo predstavlja „balastnu masu“ i samim time utječe na povećanje apsolutne mase penjača što uvelike može smanjiti maksimalnu jakost prstiju s obzirom na to da mišići pregibači prstiju (flexor digitorum profundus i flexor digitorum superficialis) manjeg su volumena sukladno tome i apsolutne jakosti. Penjači koji su specijalizirali disciplinu „bouldering“ prema radu (Laffaye, Levernier, & Collin, 2015) istražujuću antropometrijske karakteristike sportskih penjača jedina statistički značajnu varijabla bio je odnos između visine tijela i raspon ruku (eng. Ape index). Praktički gledano, veći raspon ruku i veća dužina ruke olakšat će dosezanje hvatišta. Ostale varijable nisu pokazale statistički značajne vrijednosti. U radu (Michailov & Schöffl, 2009) istraživali su razliku između antropometrijskih karakteristika vrhunskih penjača. Uzorak ispitanika je činilo 18 muških i 7 ženskih natjecatelja na Svjetskom kupu u boulderingu u Sofiji 2007. Rezultati tog rada pokazali su da je prosječna visina žena 162,6 ± 11,6 cm, prosječna masa 54,0 ± 6,8 kg, prosječni indeks tjelesne težine 20,4 ± 1,1, postotak potkožnog masnog tkiva 16,6 ± 3,6 %, postotak mišićne mase 41,6 ± 4,3 %, stisak 28,0 ± 8,7 kg; dok za muškarce rezultati su bili sljedeći: visina 174,6 ± 5,6 cm, tjelesna masa 67,3 ± 6,0 kg, indeks tjelesne mase 22,0 ± 1,4 %, potkožno masno tkivo 5,8 ± 1,8 %, mišićna masa 47,4 ± 1,8 %. Iz ovih radova može se zaključiti da sportski penjači su niži rastom, s nižom tjelesnom masom, većim omjerom raspona ruku u odnosu na visinu tijela, veći opseg podlaktice, te niskim vrijednostima masnog tkiva u tijelu.

1.7. Energetski sustavi

Danas, najteži smjerovi na svijetu većinom se penju u nagibima većim od 45° (Goddard & Neumann , 1993). Tako (Baláš, i dr., 2014) utvrđuju korelaciju između nagiba stijene i porasta fizioloških parametara kao što su FS, Ve, VO2 i RER (r =−0.82, p < 0,05; r = −0,84, p < 0,05) i FS (r = −0,43, p <0,05; r = −0,78, p < 0,05). Što bi značilo da porastom nagiba stijene raste i fiziološki zahtjev. Također, glavni pronalazak ovog rada bio je negativna korelacija između penjačke razine i primitka kisika na stijeni nagiba 90° i 105° što autor pripisuje većoj ekonomičnosti i tehničkim sposobnostima kod penjača više razine. Sportski penjači koji su specijalizirani u disciplini težinsko zbog karakteristika te discipline (trajanje 6min na natjecanju, u prirodi i do 15 min) pretežito ovise o aerobnim izvorima energije, dok penjači koji su specijalizirani u disciplini bouldering više ovise o anaerobnim izvorima

energije (15- 40 sekundi) (Fryer , i dr., 2017). Penjači u disciplini težinsko sposobni su duže vrijeme proizvoditi silu koja je na 40 % od njihovog maksimuma u odnosu na penjače specijalizirane u disciplini „bouldering“. Također, Jedna zanimljivost koja je vezana u fiziološki odgovor u sportskom penjanju vezana je disproporcionalan odnos između FS i VO_2. Uzrok takvog fiziološkog odgovora (De Geus, Villanueva O'Driscoll, & Meeusen, 2006) pripisuju metaborefleksu. Do pojave metaborefleksa dolazi zbog izometričnih kontrakcija koje dominiraju u sportskom penjanju i time blokiraju protok krvi što dovodi do ishemije aktivnih mišićnih skupina. Naravno, to uzrokuje snažan fiziološki odgovor koji se očituje u povećanju frekvencije srca, minutnog i udarnog volumena, kao i krvnog tlaka (De Geus, Villanueva O'Driscoll, & Meeusen, 2006). Osim metaborefleksa, na disproporcionalan odnos između FS i VO2 može utjecati stres, ruke koje se u većini pokreta nalaze iznad glave i samim time srce mora obavljat još veći rad. Rezultati u vrijednostima maksimalnog primitka kisika i koncentraciji laktata u krvi razlikovali su se od autora do autora. Djelomično iz razloga jer protokoli koji su testirali maksimalan primitak kisika nisu bili isti, no vrijednosti primitka kisika koje su dobivene testom na pokretnom sagu razlikovale su se od vrijednosti dobivenih u nekom od testova u specifičnim uvjetima. Tako promatrane su vrijednosti primitka kisika prilikom penjanja u dvorani i na prirodnoj stijeni, gdje zapažena značajna razlika u fiziološkim parametrima između različitih uvjeta penjanja. Tako prosječna vrijednost VO2max prilikom penjanja u prirodi iznosila je 43,8 ml/kg/min, dok prilikom penjanja u dvorani 32,8 ml/kg/min. Vrijednosti laktata u krvi isto su bila različita, priroda 10,2 mmol/L, dvorana 4,51 mmol/L. Prosječna maksimalna frekvencija srca iznosila je 190 o/min kod penjanja u prirodi, dok prilikom penjanja u dvorani 157 o/min (Booth, Marino, Hill, & Gwinn, 1999).Ovakve vrijednosti su vjerojatno uzrok veće kompleksnosti penjanja u prirod gdje hvatišta i oslonci za noge nisu toliko očiti i veće vrijeme se provodi u izometričkim položajima dok se istražuje stijena i donosi odluka za sljedeći pokret, korak. Situacija u penjanju dvoranskih smjerova je drugačija jer sva hvatišta i oslonci su vidljivi, u boji, kao i očitost sekvence pokreta, te samo mjesto i položaj na kojem se držimo za hvat. Takva situacija omogućuje penjaču kontinuiranje penjanja u kojoj se smanjuje postotak vremena proveden u izometričnom položaju. Na kraju, autori zaključuju da proporcije određenih energetskih sustava mogu varirati, posebice ako se promatra samo penjanje u prirodi, gdje smjerovi mogu varirati svojom dužinom, brojem detalja (najtežih pokreta u smjeru), raspored detalja u smjeru, dužina detalja, itd. Svaki od tih parametara utjecat će na različitu aktivaciju određenih energetskih sustava. Novija istraživanja

(Bertuzzi, Franchini, Kokubun, & Kiss, 2007) zaključuju da se sportsko penjanje u dvorani prvenstveno oslanja na aerobne i anaerobne-alaktatne izvore energije. Periferne adaptacije u smislu povećanja broja kapilara u mišićima podlaktice omogućiti će penjaču bržu regeneraciju, odnosno odstranjivanje nakupljenih metabolita i ponovnu obnovu zaliha ATP-a u mišićima u situacijama/položajima gdje penjač može odmoriti i smanjiti tenziju u mišićima što dovodi do povećanja protoka krvi pregibačima prstiju.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U znanstvenoj literaturi penjačka konstitucija se opisuje kao manja građa, mali postotak potkožnog masnog tkiva, te velik omjer jakosti prstiju i tjelesne mase. Kako tvrde autori (Michailov & Schöffl, 2009:235*;vlastiti prijevod) „mali postotak potkožnog masnog tkiva smatrao se prediktorom uspješnosti u sportskom penjanju, jer višak istog uzrokovao bi dodatan mišićni napor. U testu izdržljivosti hvata, vremena su bila slična, no statistički značajan rezultat bio je u oporavku između ponavljanja, kao što su dokazali (Fryer, i dr., 2014) da elitni penjači imaju sposobnost brže re-oksigenacije aktivnih pregibača mišića podlaktice nego nepenjači. Također, u radu je prikazano da ne postoji razlika između grupa u protoku krvi tijekom kontrakcije, ukazujući na to da okluzija nije limitirajući faktor jer u sportskom penjanju dominiraju izometrične mišićne kontrakcije. Važnost izometričnih kontrakcija demonstriran je u radu (Dovgalecs, i dr., 2014) gdje je promatrano kretanje penjača prilikom uspona. Rezultati tog istraživanja ukazali su na to da penjači prilikom uspona 10 % vremena provode 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). Vrijeme provedeno u istraživanju reljefa stijene ili samog hvata penjač se nalazi u izometričnoj kontrakciji, tako da prilikom odabira i kreiranja testova za ovaj rad posebno se obratila pažnja na ovu vrstu kontrakcije.

Od svih sposobnosti, najvažnija sposobnost koja utječe na uspješnost u sportskom penjanju je jakost prstiju. Maksimalna jakost fleksora prstiju predstavlja prema mnogim autorima (Stanković, Ignjatović, Raković, Puletić, & Hodžić, 2014; Bourne, Halaki, Vanwanseele, & Clarke, 2011; Balaš, Mrskoč, Panačkova, & Draper, 2014) najznačajnija sposobnost za uspjeh u sportskom penjanju..Velika jakost fleksora prstiju omogućit će penjaču hvatanje i držanje na malim rubovima što omogućuje održavanje vlastitog tijela na stijeni i predstavlja prvi korak u procesu uspona. Ako ne možemo stvoriti dovoljno sile da držimo svoju tjelesnu masu i radimo pokrete s istih jednostavno ne postoji način koji ćemo

moći proći tu sekciju i uspješno svladati smjer. Zato mnogi autori jakost prstiju stavljaju na vrh faktora uspješnosti u sportskom penjanju. Istraživanje (Baláš, Pecha, Martin, & Cochrane, 2012) demonstrira razliku između različitih razina sportskih penjača u jakosti fleksora prstiju u kojem ta varijabla objašnjava 70 % varijance u težini ispenjanog smjera. Rezultat u jačini stiska mjeren ručnim dinamometrom nije pokazao statistički značajnu razliku, što kasnija istraživanja pripisuju nespecifičnosti mjernog instrumenta. Tako prema (Stanković, Ignjatović, Raković, Puletić, & Hodžić, 2014) područje jakosti primjenom različitih testova specifične jakosti uspješno je objašnjeno 85,83 % varijance.

Snaga gornjih udova također je jedan od ključnih faktora uspješnosti u sportskom penjanju. U radu (Draper, i dr., 2011) prikazana je važnost specifične eksplozivne snage provođenjem istraživanja s različitim razinama sportski penjača. Testom „power slap“ uspješno je razlučio različite razine sportskih penjača što ukazuje na važnost specifične snage. Specifična eksplozivna snaga omogućuje dosezanje udaljenijih hvatišta i tranziciju između njih.

3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Za napredak sport, a i sportskih rezultat važnu ulogu ima sportska dijagnostika. Sportsko penjanje je sport koji je ozbiljni razvoj doživjelo unazad nekoliko godina, prvenstveno iz razloga jer danas penjači slijede strukturiran trenažni program i cijelom procesu sportske pripreme pristupaju profesionalnije. Ne postojanje jasno definirane baterije testova, te manji broj istraživanja koji je usmjeren na ovu temu predstavlja glavni problem ovog rada, a samog trenažnog procesa u sportskom penjanju.

4. CILJ RADA

Primarni cilj ovog rada je utvrditi razlike između sportskih penjača različitih razina penjanja na temelju specifične baterije testova za procjenu motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja.

5. METODE RADA

5.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika sastojao se od 25 penjača u dobi od 18 do 46 godina. Ispitanici su penjači različitih razina i iskustva, što natjecateljskog, što penjačkog. Godine bavljenja sportom iznosio je 7,84 ± 5,86 godina. Drugu razinu (II) činili su ispitanici koji su uspješno svladali ocjenu 8a>, treću razinu (III) činili su ispitanici koji su uspješno svladali smjer ocjene 7a-7c+, četvrtu (IV) činili su ispitanici koji su uspješno svladali smjer ocjene 6a-6c+. Ispitanicima je objašnjena svrha i cilj istraživanja, te su bili informirani o mogućim posljedicama i rizicima protokola. 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.

Testiranje je provedeno u dva dana. Prvo mjerenje je provedeno u penjačkoj dvorani „Fothia“ gdje su testirane specifične motoričke sposobnosti. Drugo mjerenje provedeno je u sportsko-dijagnostičkom centru na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

5.2. Uzorak varijabli

Tablica 1. Baterija specifičnih testova

Broj	Naziv	Mjerna jedinica	ID- testa
1	Izdržaj u blokadi na jednoj ruci (90°)	**kg**	**MJAKI**
2	Izdržaj na jednoj ruci pod kutem od 90°na hvatu debljine 2cm	**s**	**MJAKI2**
3	Maksimalan doseg	**cm**	**MESMAXD**
4	Maksimalan doseg – s obje ruke	**cm**	**MESMAXDO**
5	1-3 maksimalan doseg	**cm**	**MESMAX13**
6	1 Izometrično povlačenje 170°, 90°, 45° 2centimetra hvat	**kg**	**MIJIP2**
7	Maksimalno višenje	**kg**	**MJAKMV**

8	Podizanje nogu	**br. pon.**	**MRSPN**
9	Izometrično povlačenje 170°, 90°, 45°	**kg**	**MIJIP**
10	Zgib (1RM)	**kg**	**MJAKZ1RM**
11	Maksimalan broj zgibova na hvatu debljine 2cm	**br. pon**	**MRSZ2**
12	Izdržaj pruženim nogama	**s**	**MJAKIVPN**
13	Maksimalan broj zgibova sa 30% RM-a	**br. pon.**	**MRSZ30**
14	IMFH – 7s:3s 40RM-A	**s**	**MIZDIMFH40**

5.3. Opis protokola testiranja

Ispitanici su prvoga dana bili testirani specifičnim testovima za određivanje penjačkih sposobnosti redoslijedom navedenim u Tablici 1. Dugi dan ispitanici su bili podvrgnuti antropometrijskom mjerenju, te testovima fleksibilnosti i eksplozivne snage nogu.

5.3.1. Testovi za određivanje jakosti gornjih ekstremiteta

5.3.1.1. Izdržaj u blokadi na jednoj ruci (90°)

OPIS TESTA: ispitanik se postavi u poziciju u kojoj je kut u zglobu lakta 90°, ispitanik podiže noge od poda/klupice i pokušava održati tu poziciju 3s bez promjene kuta u zglobu lakta

KRITERIJI: Ako ispitanik izvrši zadatak u trajanju od tri sekunde, dodaje mu se opterećenje. Test završava u trenutku kada ispitanik ne može zadržati zadanu poziciju u trajanju od tri sekunde

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao vrijednost dodane ili oduzete kilaže u odnosu na masu tijela

SVRHA TESTA: Ovim testom se mjeri izometrička jakost ruku i ramenog pojasa, što je ključna sposobnost u sportskom penjanju (ili za izvođenje određenih pokreta u sportskom penjanju)

CILJ TESTA: Održati zadanu poziciju u trajanju od tri sekunde sa što većim dodatnim opterećenjem

5.3.1.2. Zgib (1RM)

OPIS TESTA: Zadatak ispitanika je napraviti jedan zgib s maksimalnim opterećenjem. U početnoj poziciji ispitanikove ruke su u potpunosti pružene, dok u krajnjoj brada mora prijeći šipku

KRITERIJI: Test završava u trenutku kada ispitanik ne može podići svoje tijelo do krajnje pozicije

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao ukupan broj pravilno izvedenih zgibova

SVRHA TESTA: Ovim testom mjerimo maksimalnu jakost ispitanika

CILJ TESTA: Izvesti jedan zgib sa što većim dodatnim opterećenjem

5.3.1.3. Maksimalan broj zgibova sa 30% RM-a

OPIS TESTA: Zadatak ispitanika je napraviti maksimalan broj ponavljanja s težinom od 30% u odnosu na ispitanikov 1 RM. U startnoj poziciji ispitanikove ruke su u potpunosti pružene, dok u krajnjoj brada mora prijeći šipku

KRITERIJI: Test završava u trenutku kada ispitanik ne može izvršiti zadatak prema ranije navedenim pravilima

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao ukupan broj pravilno izvedenih zgibova

SVRHA TESTA: Ovim testom mjerimo repetitivnu sposobnost ispitanika

CILJ TESTA: Izvesti maksimalan broj ponavljanja sa zadanim opterećenjem

5.3.1.4. Izometrično povlačenje 170°, 90°, 45°

OPIS TESTA: Zadatak ispitanika je stvoriti maksimalno voljnu silu povlačeći šipku koja je pričvršćena za viseću vagu. Ispitanik se nalazi u sjedećoj poziciji te je privezan kako mu se tijelo ne bi pomicalo u smjeru povlačenja. Testiraju se 3 kuta u zglobu lakta, svaki ispitanik je postavljen u pravilnu poziciju

KRITERIJI: Test završava nakon što je ispitanik dosegao maksimalnu silu u jednom povlačenju

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao iznos sile koju je stvorio povlačeći šipku

SVRHA TESTA: Ovim testom mjerimo maksimalnu izometričnu silu u pojedinim kutovima u zglobu lakta

CILJ TESTA: Proizvesti maksimalnu vlačnu silu povlačeći metalnu šipku

5.3.2. Testovi za određivanje jakosti prstiju

5.3.2.1. Izdržaj na jednoj ruci pod kutem od 90°na hvatu debljine 2cm

OPIS TESTA: Test se izvodi na hvatu debljine 2 centimetra. Ispitanik se postavi u početnu poziciju u kojem mu je kut u zglobu lakta 90°. Postavlja prste na hvat, te podiže noge od poda. Zadanu poziciju ispitanik zadržava 3 sekunde.

KRITERIJI: Ako ispitanik uspješno izvrši zadatak dodaje mu se opterećenje. Ako ispitanik neuspješno izvrši zadatak smanjuje mu se težina sustavom kolotura

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao maksimalno opterećenje ili odterećenje, odnosno broj kila koje je bilo dodano ili oduzeto da se odredi ispitanikovo maksimalno ponavljanje.

SVRHA TESTA: Odrediti maksimalnu jakost fleksora prstiju.

CILJ TESTA: Izvesti maksimalno ponavljanje u prethodno opisanoj poziciji i vremenu.

5.3.2.2. Izometrično povlačenje 170°, 90°, 45° 2centimetra hvat

OPIS TESTA: Zadatak ispitanika je stvoriti maksimalno voljnu silu povlačeći šipku koja je pričvršćena za mjerni senzor. Ispitanik se nalazi u sjedećoj poziciji te je privezan kako mu se tijelo ne bi pomicalo u smjeru povlačenja. Testiraju se 3 kuta u zglobu lakta, svaki ispitanik je postavljen u pravilnu poziciju

KRITERIJI: Test završava nakon što je ispitanik dosegao maksimalnu silu u jednom povlačenju

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi maksimalan iznos sile koju je stvorio povlačeći šipku

SVRHA TESTA: Ovim testom mjerimo maksimalnu izometričnu silu u pojedinim kutovima u zglobu lakta

CILJ TESTA: Proizvesti maksimalnu vlačnu silu povlačeći metalnu šipku

5.3.3. Testovi za određivanje specifične eksplozivne snage

5.3.3.1. Maksimalan doseg rukom

OPIS TESTA: Test se izvodi na hvatu debljine 2 centimetra. Ispitanik se postavi u položaj u kojem prilikom držanja hvata kut u zglobu lakta je 180°, te noge u zraku. Kada je ostvarena zadana pozicija ispitanik maksimalnom voljnom kontrakcijom pokušava vodećom rukom doseći što veću visinu. Test se provodi tri puta svakom rukom.

KRITERIJI: Nisu dopuštena ljuljanja, niti korištenje ekscentrične faze pokreta

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao prosjek tri pokušaja za svaku ruku posebno

SVRHA TESTA: Mjerenje specifične eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa

CILJ TESTA: Doseći maksimalnu visinu na ploči izvodeći dinamički pokret rukom

5.3.3.2. Maksimalan dohvat rukom - objeručke

OPIS TESTA: test se izvodi na hvatu debljine 2 centimetra. Ispitanik se postavi u položaj u kojem prilikom držanja hvata kut u zglobu lakta je 180°, te noge u zraku. Kada je ostvarena zadana pozicija ispitanik maksimalnom voljnom kontrakcijom pokušava s rukama doseći što veću visinu. Test se provodi tri puta svakom rukom

OPIS MJESTA IZVOĐENJA: Test se izvodi na letvicama debljine 2cm

KRITERIJI: Nisu dopuštena ljuljanja, niti korištenje ekscentrične faze pokreta

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao prosjek tri pokušaja. Vrijednost skoka se bilježi kao udaljenost ruke koja je bila niža

SVRHA TESTA: Mjerenje specifične eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa

CILJ TESTA: Doseći maksimalnu visinu na ploči izvodeći dinamički pokret rukama

5.3.3.3. 1-3 maksimum

OPIS TESTA: test se izvodi na hvatu debljine 2 centimetra i širine . Ispitanik se postavi u položaj u kojem je jedna ruka na višoj, a druga na nižoj letvici. Udaljenost između letvica je 40-50 cm. Kada je ostvarena zadana pozicija ispitanik maksimalnom voljnom kontrakcijom pokušava vodećom rukom doseći što veću visinu. Zadatak se izvodi tri puta svakom rukom.

KRITERIJI: Nisu dopuštena ljuljanja, niti korištenje ekscentrične faze pokreta

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao prosjek tri pokušaja. Vrijednost skoka se bilježi kao udaljenost ruke koja je bila niža

SVRHA TESTA: Mjerenje specifične eksplozivne snage ruku i ramenog pojasa

CILJ TESTA: Doseći maksimalnu visinu na ploči izvodeći dinamički pokret rukama

5.3.4. Test za procjenu repetitivne snage

5.3.4.1. Maksimalan broj zgibova na hvatu debljine 2cm

OPIS TESTA: test se provodi na hvatu debljine 2 centimetra. ispitanik se postavi u početnu poziciju u kojoj prilikom višenja s hvata kut u zglobu lakta 180°. Širina hvata je u širini ramena. Krajnja pozicija je u trenutku kada brada pređe letvicu.

KRITERIJI: ponavljanje se ne broji ako ispitanik ne izvede pravilno krajnju poziciju vježbe

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao ukupan broj pravilno izvedenih ponavljanja

SVRHA TESTA određivanje specifične repetitivne sposobnosti penjača

CILJ TESTA: izvesti što veći broj pravilno izvedenih zgibova

5.3.5. Test za određivanje snažne izdržljivosti fleksora podlaktice

5.3.5.1. IMFH – 7s:3s 40RM-A

OPIS TESTA: Test se provodi na hvatu širine 2 centimetra. Ispitanik postavi ruke na hvat u širini ramena, kut u zglobu lakta je približno 180°. Ispitanikov je zadatak visiti s hvata 7 sekundi, nakon čega slijedi pauza od 3 sekunde.

KRITERIJI: Test se provodi do trenutka kada ispitanik ne može izvršiti svih 7 sekundi intervala rada/višenja

REGISTRIRANJE REZULTATA: Rezultat se bilježi kao broj uspješno izvedenih ponavljanja i sekunda ako ispitanik nije uspio zadržati zadanu poziciju cijeli interval rada

SVRHA TESTA: Svrha ovog testa je odrediti specifičnu izdržljivost mišića podlaktice

CILJ TESTA: Izvesti što veći broj ispravno izvedenih višenja

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 očitanje podataka marke Tindeq (Trondheim, Norveška). Za testove koji su testirali jakost i snažnu izdržljivost prstiju korišten je „Beastmaker 2000“ (Velika Britanija) s modificiranim hvatištima tako hvatišta od 3,2 cm budu 2 centimetra. Za testove eksplozivne snage korištene su letvice marke „Rokodromo“ (Španjolska) debljine 2 centimetra.

5.5. Metode obrade 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. Korištena je i statistička metoda za analizu varijance (ANOVA) za određivanje statistički značajnih razlika između različitih razina penjača s obzirom na određeni test, te *post hoc* analizu za utvrđivanje razlika između skupina. Korišten je i Pearsonov koeficijent korelacije kako bi se utvrdila povezanost između pojedinih varijabli.

6. REZULTATI I RASPRAVA

6.1. Deskriptivna analiza

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

Tablica 2. Osnovni deskriptivni parametri ispitanika

Varijabla (N=25)	AS±SD (min-max)	Skew	Kurt
DOB (god)	30,77±7,39 (18,00-46,02)	0,03	- 0,51
STŽ(god)	7,84±5,86 (1,00-20,00)	0,74	- 0,71
TRENINZI (br)	2,88±0,97 (1,00-5,00)	- 0,04	- 0,01

Tablica 3. Osnovni deskriptivni parametri jakosti ispitanika

Varijabla	AS±SD (min-max)	Skew	Kurt
MJAKIDR (kg)	3,04±8,69 (-17,00-17,00)	-0,17	- 0,30
MJAKIDR-aps (kg)	77,01±9,69 (57,30-96,70)	0,21	- 0,48
MJAKILR (kg)	2,96±9,14 (-17,00-17,00)	-0,09	- 0,71
MJAKILR-aps (kg)	76,93±10,07 (56,30-96,70)	0,12	- 0,43
MJAKIVPN (s)	28,16±16,75 (6,00-67,00)	1,17	0,63
MJAKMV (kg)	24,84±15,75 (-8,00-55,00)	-0,14	- 0,50
MJAKMV-aps (kg)	98,81±15,52 (72,30-132,20)	0,26	- 0,36
MIJIP180 (kg)	72,46±22,13 (35,70-131,10)	0,71	0,50
MIJIP90 (kg)	56,94±16,06 (24,90-94,00)	0,39	0,70
MIJIP45 (kg)	48,12±12,83 (16,40-74,00)	-0,42	0,70
MJAKZ1RM (kg)	31,32±10,77 (10,00-55,00)	0,22	0,70

MJAKZ1RM-aps (kg)	105,29±11,57 (74,30-130,50)	-0,28	1,37
MJAKIDR2 (kg)	-15,36±12,18 (-45,00-7,00)	-0,48	0,66
MJAKIDR2-aps (kg)	58,61±10,71 (39,30-84,20)	0,55	0,31
MJAKILR2 (kg)	-15,56±11,90 (-45,00-5,00)	-0,56	0,66
MJAKILR2-aps (kg)	58,41±10,28 (39,30-82,20)	0,58	0,15
MJAKIP1802 (kg)	36,19±17,72 (5,00-83,60)	0,83	1,18
MJAKIP902 (kg)	40,70±16,44 (10,20-76,50)	0,26	0,24
MJAKIP452 (kg)	35,85±16,32 (2,30-69,10)	0,14	0,30

Tablica 4. Osnovni deskriptivni parametri antropometrije ispitanika

Varijabla	**AS±SD (min-max)**	**Skew**	**Kurt**
ALVT (cm)	179,12±6,13 (166,60-190,10)	- 0,22	- 0,48
AVTT(kg)	73,97±7,31 (62,20-91,70)	0,66	0,32
AV%M(%)	13,24±3,52 (7,60-21,30)	0,29	- 0,41
AV%SMM(%)	47,94±4,27 (33,70-52,30)	- 2,11	5,18
AV%VT(%)	62,07±3,06 (56,60-68,10)	0,37	- 0,55
ALVS (cm)	95,01±2,88 (88,90-99,50)	- 0,55	- 0,04
ALRR (cm)	183,96±6,30 (172,20-200,00)	0,24	0,48
ALDN (cm)	98,74±4,17 (87-104,20)	- 0,85	0,95
ALDR (cm)	77,50±3,13 (70,90-82,00)	- 0,54	- 0,72
ALDSA (cm)	19,19±0,94 (17,00-20,50)	- 0,49	- 0,45
ATŠR (cm)	40,23±1,89 (36,10-44,10)	0,01	0,01
ATŠZ (cm)	28,22±1,64 (25,10-31,20)	0,06	- 0,51
ATŠŠA (cm)	8,37±0,47 (7,70-9,30)	0,27	- 0,80

ATDIL (cm)	7,23±0,46 (6,00-8,20)	- 0,45	1,08
ATDIK (cm)	9,40±0,57 (8,10-11,00)	0,46	2,12
ATDRZ (cm)	5,76±0,50 (5,00-7,00)	0,92	0,87
AVOPOD (cm)	29,05±1,64 (26,20-33,00)	0,35	- 0,07
AVONDE (cm)	30,94±1,90 (28,20-36,00)	0,99	1,31
AVONDF (cm)	33,41±1,61 (31,00-38,60)	1,18	3,33
AVOGK (cm)	94,08±12,73 (35,20-102,80)	- 4,42	21,10
AVONAT (cm)	55,00±3,14 (49,40-62,00)	0,58	0,10
AVOPOT (cm)	36,92±2,38 (32,10-42,20)	- 0,06	0,21
AVOT (cm)	82,53±4,84 (76,30-96,00)	0,95	0,81
ANNAD (mm)	8,54±2,36 (4,00-14,20)	- 0,09	0,37
ANL (mm)	10,66±2,46 (8,07-18,40)	1,54	2,92
ANP (mm)	5,59±1,22 (3,20-8,07)	0,47	0,14
ANT (mm)	13,05±3,56 (6,93-23,60)	0,84	1,98
ANSIL (mm)	7,94±2,53 (5,00-15,40)	1,22	1,63
ANNAT (mm)	10,03±2,92 (6,40-16,00)	0,67	-0,81
ANPOT (mm)	6,15±1,17 (3,20-10,60)	0,98	2,25
ANBIC (mm)	4,43±1,70 (2,60-10,60)	2,28	6,71
ANAKS (mm)	7,64±2,65 (4,20-17,00)	1,93	5,71
SUMA KN (mm)	60,49±14,55 (40,07-105,60)	1,17	2,61

Tablica 5. Osnovni deskriptivni parametri eksplozivne snage ispitanika

Varijabla (N=25)	AS±SD (min-max)	Skew	Kurt
MESSJ (cm)	42,36±5,24 (31,37-50,33)	- 0,32	- 0,50
MESCM (cm)	44,48±5,32 (32,30-52,73)	- 0,57	0,24
MESCMZR (cm)	52,04±5,57 (41,80-61,37)	- 0,01	- 0,75
MESSDM (cm)	223,96±21,22 (171,00-258,00)	- 0,55	0,07
MESMAXDDR (cm)	85,37±13,24 (41,67-102,00)	- 1,52	3,64
MESMAXDLR (cm)	85,31±13,08 (40,00-100,67)	- 1,67	4,91
MESMAXDOR (cm)	71,21±13,54 (37,00-97,67)	- 0,19	0,41
MES13DR (cm)	104,08±14,66 (57,67-125,33)	- 1,24	3,03
MES13LR (cm)	104,20±14,89 (57,67-129,00)	- 1,04	2,94

Tablica 6. Osnovni deskriptivni parametri repetitivne snage ispitanika

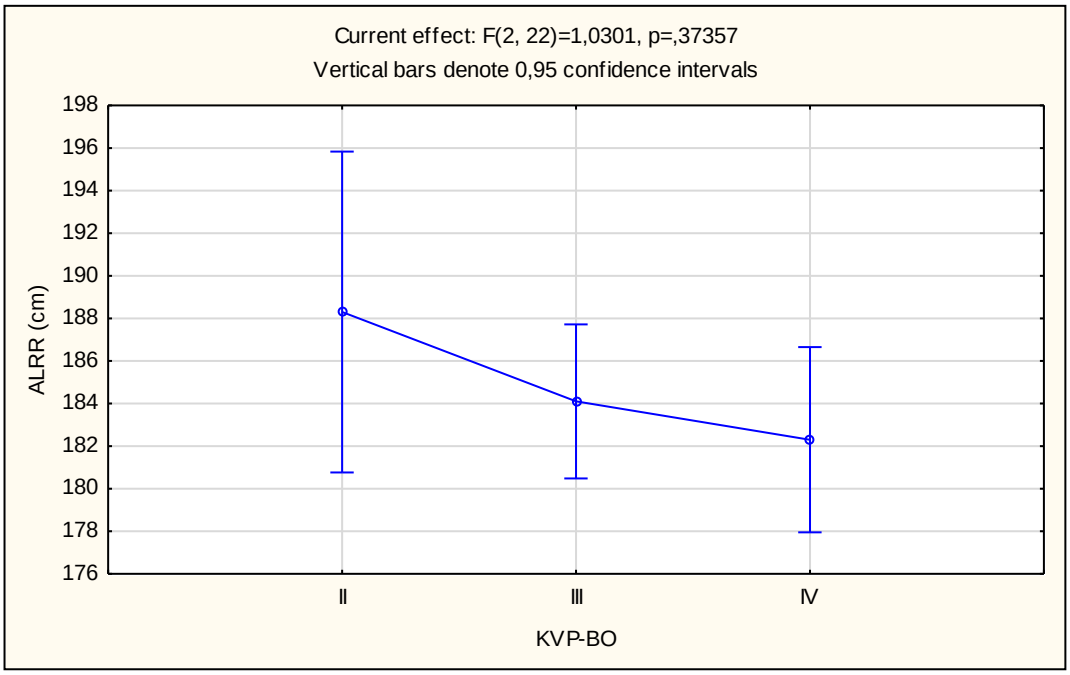
Varijabla	AS±SD (min-max)	Skew	Kurt
MRSPN (br pon)	12,46±6,26 (0,50-30,00)	0,89	1,85
MRSZ2(br pon)	7,88±4,46 (1,00-18,50)	0,59	0,15
MRSZ30 (br pon)	7,34±2,54 (2,50-12,00)	0,11	-0,32
MJAKIVPN (s)	28,16±16,75 (6,00-67,00)	1,17	0,63

6.2. Antropometrijske karakteristike

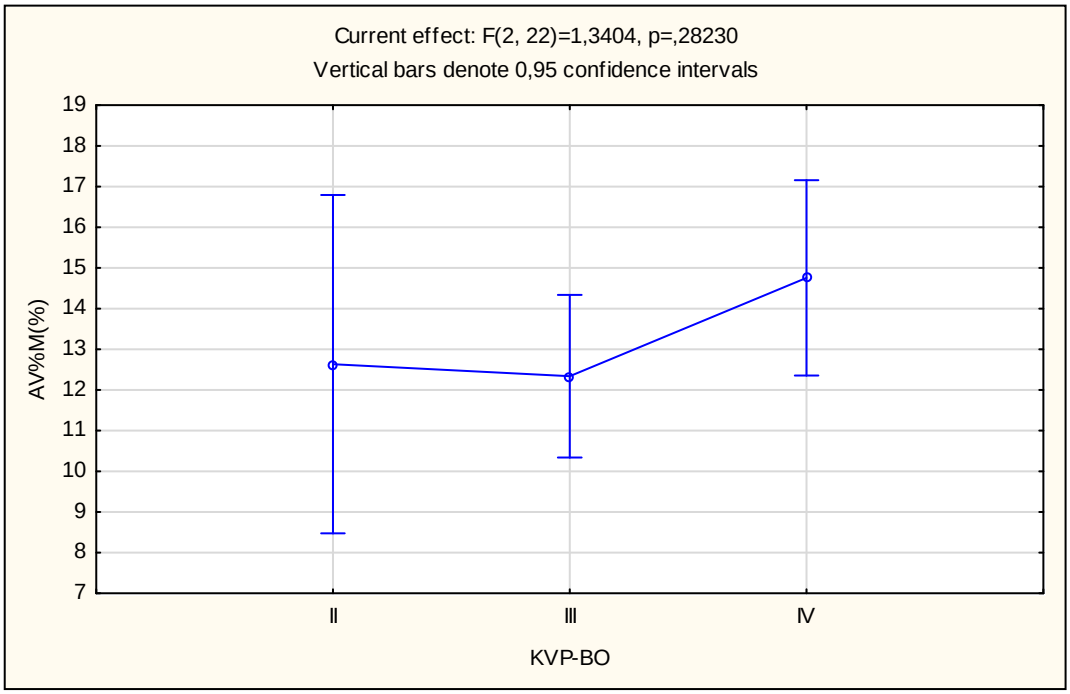
Rezultati dobiveni post hoc analizom antropometrijskih karakteristika sportskih penjača pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika između grupa ($p>0,05$) u varijablama: raspon ruku (ALRR)(slika 4), postotak potkožnog masnog tkiva (AV%M)(slika 4), omjer raspona ruku u odnosu na visinu tijela „ape index“ (APEINDEX)(slika 5). Rezultati u ovim varijablama se ne poklapaju s rezultatima (Laffaye, Levernier, & Collin, 2015; Puletić & Stanković, 2014) koji su utvrdili povezanost ovih varijabli s uspješnosti u sportskom

penjanju. Prosječna vrijednosti postotka potkožnog masnog tkiva kod ispitanika iznosila je (13,24 % ± 3,52 %) što ukazuje na to da većina ispitanika ima relativno mali postotak masnog tkiva.

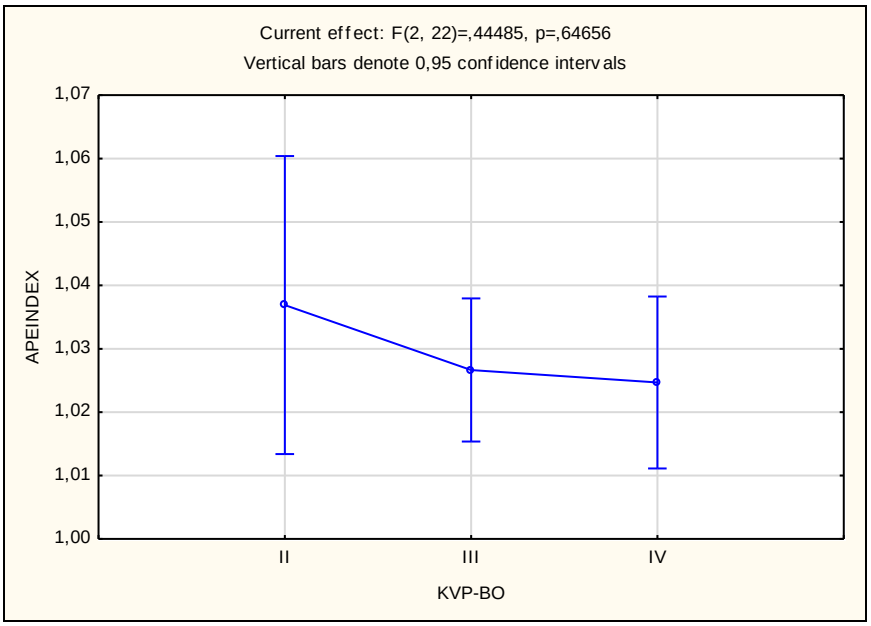
Slika 3. Razlike između vrijednostima raspona ruku i razine sportskog penjanja



Slika 4. Razlike između različitih razina sportskih penjača i postotka potkožnog masnog tkiva

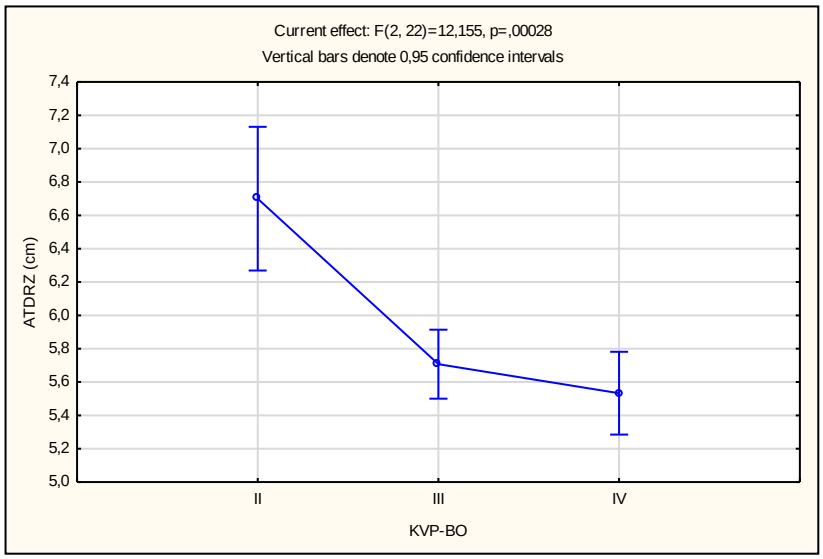


Slika 5. Razlike između različitih razina sportskih penjača i omjera raspona ruku i tjelesne visine



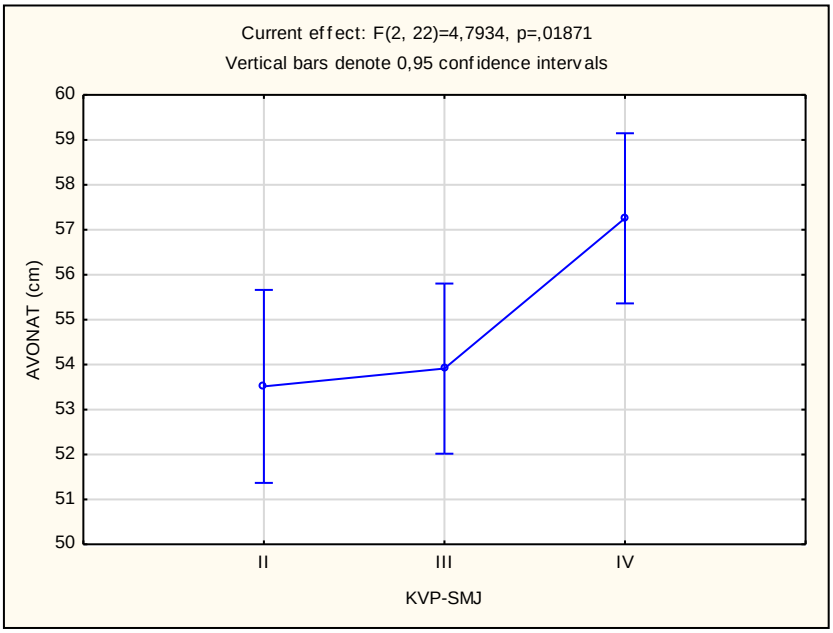
Antropometrijske karakteristike kojima je utvrđena statistički značajna povezanost na temelju post hoc analize ($p<0,05$) su: dijametar ručnog zgloba (ATDRZ) (slika 6). Gdje statistički značajne vrijednosti odnose na penjače II razine u odnosu na penjače III i IV razine. Razlog tomu su veće sile koji penjači više razine stvaraju i time proizvode veći mehanički stres, te dolazi do pojave fiziološke reakcije kostiju na stres manifestirajući se u obliku zadebljanja i povećavanja njihove gustoće na mjestima djelovanja sile. Ovakav rezultat potvrđen je i u radu (Sylvester, Christensen, & Kramer, 2006) gdje je utvrđena statistički značajna razlika između penjača različitih razina u debljini i gustoći kostiju šake.

Slika 6. Razlike između različitih razina sportskih penjača i dijametra ručnog zgloba



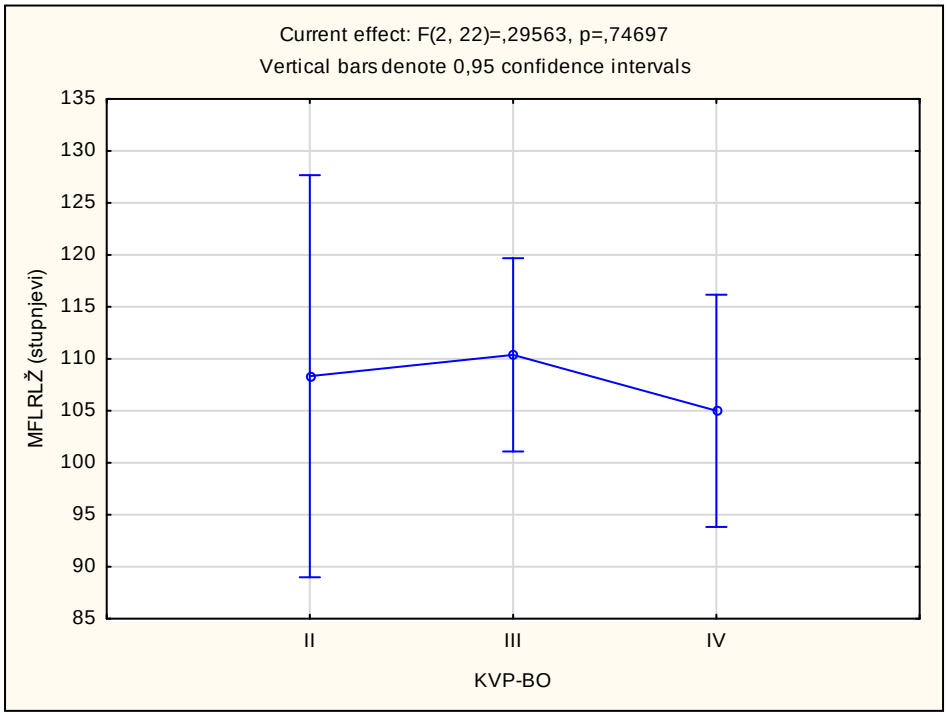
U varijabli opseg natkoljenice (AVONAT), post hoc analizom utvrđena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) u odnosu na razinu penjanja u boulder disciplini kao i težinskoj disciplini. Penjači II i III razine posjeduju vrijednosti u opsegu natkoljenice koji su statistički značajno različiti u odnosu na penjače IV razine. Razlog tome je da penjači se prvenstveno oslanjaju na snagu i jakost gornjih udova, a gdje bi im veća mišićna masa u nogama predstavljala dodatno opterećenje, masu tijela.

Slika 7. Razlike između različitih razina sportskih penjača i opsegu natkoljenice

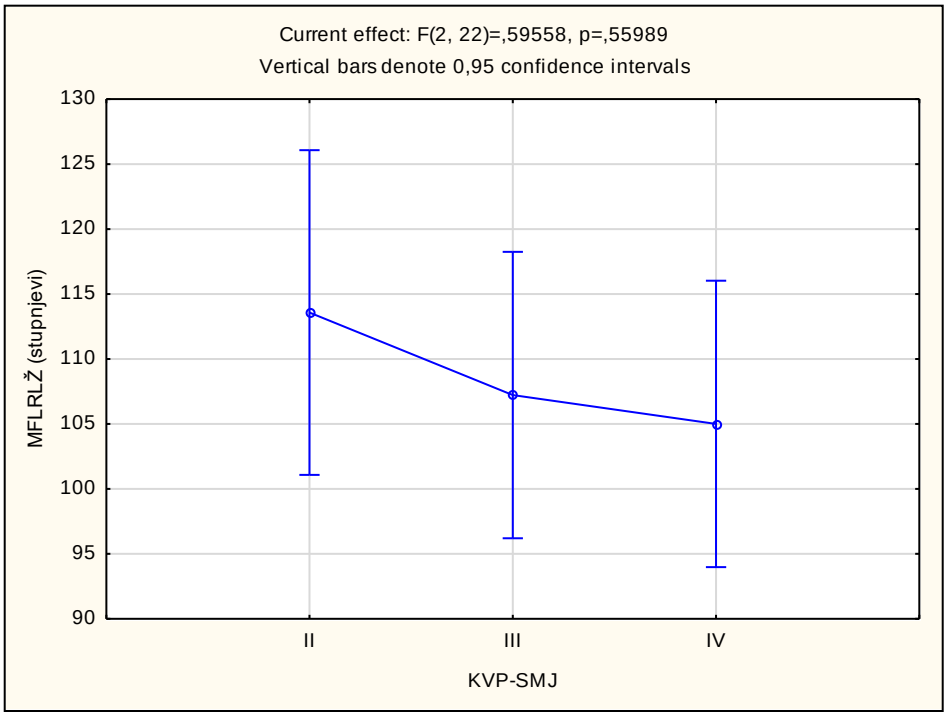


6.3. Fleksibilnost

Slika 8. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i raznoženju ležeći (MFRLŽ)



Slika 9. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i raznoženju ležeći (MFRLŽ)

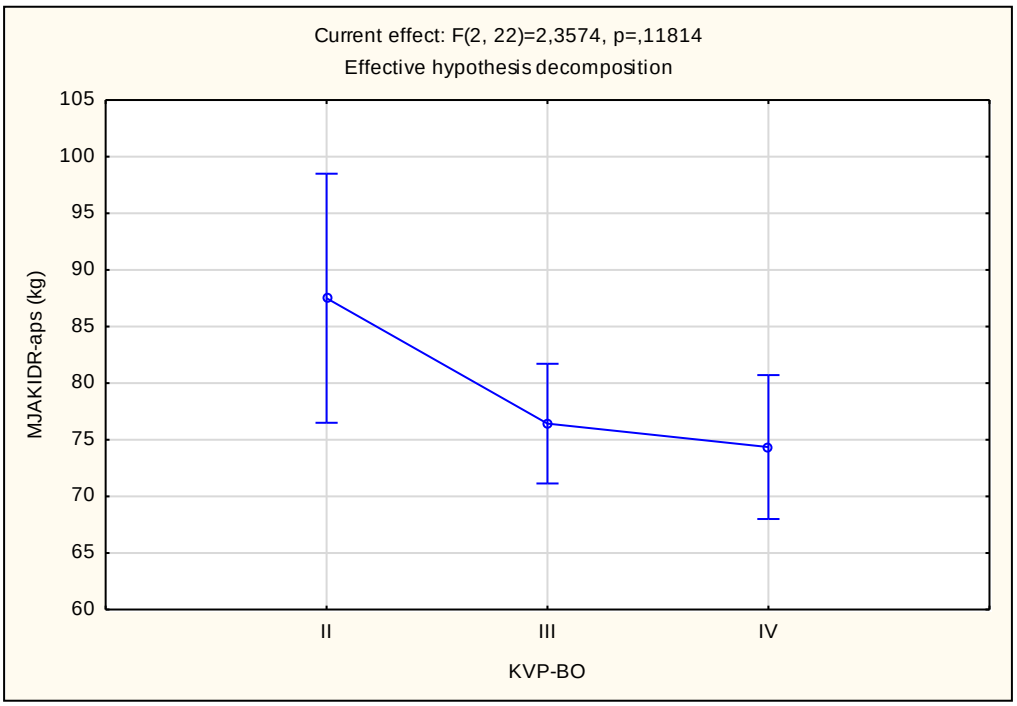


Fleksibilnost u ovom istraživanju nije pokazala statistički značajnu razliku između penjača različitih razina u obje discipline(slike 8. i 9.). Praktično gledano, veća amplituda pokreta u predjelu kukova omogućuje penjaču veći izbor kretnih struktura za ostvarivanje kontaktnih točaka i postavljanja tijela u idealniju poziciju što olakšava kretanje kroz smjer. Iako je razni autori (Magiera, Roczniok, Maszczyk, Czuba, Kantyka, & Kurek, 2013) povezuju s ispenjanom ocjenom ovim radom nije utvrđena razlika imeđu grupa s obzirom na razinu penjanja.

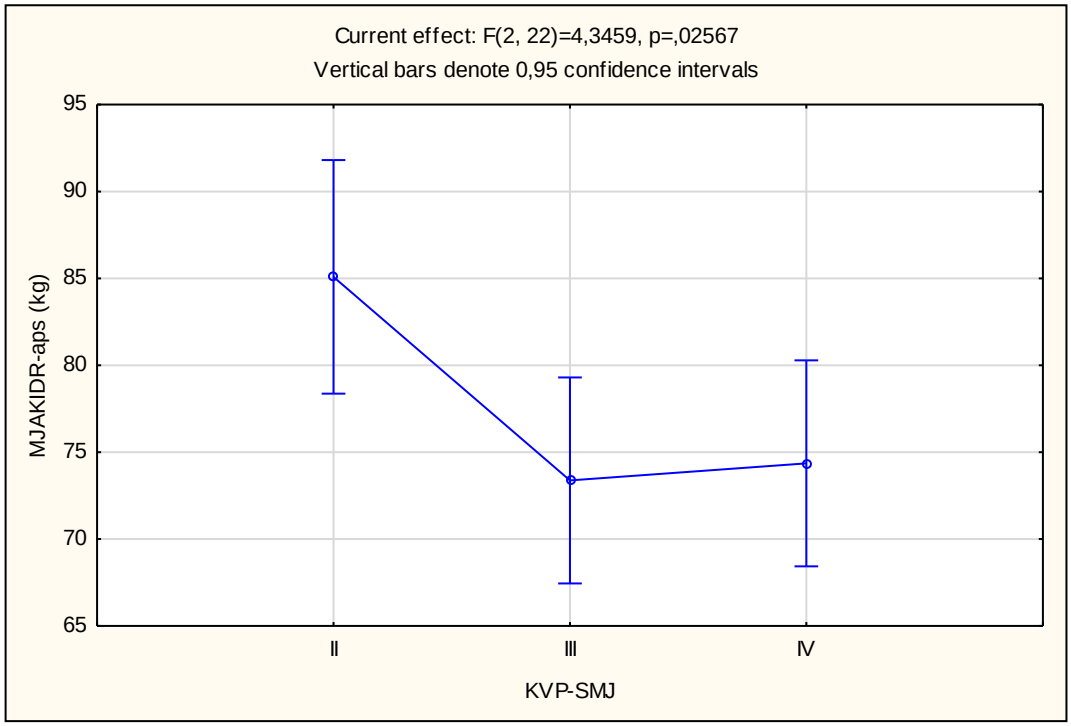
6.4. Jakost

Specifična jakost gornjih udova prema mnogim autorima predstavlja jednu od najvažnijih sposobnosti u sportskom penjanju (Stanković, Ignjatović, Raković, Puletić, & Hodžić, 2014; Bourne, Halaki, Vanwanseele, & Clarke, 2011; Laffaye, Levernier, & Collin, 2015; Baláš, Pecha, Martin, & Cochrane, 2012). Apsolutno izražene vrijednosti u testovima za procjenu jakosti gornjih ekstremiteta pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika između penjača različitih razina. Ovim testom nije procjenjivan specifičan hvat, jer je provođen na šipci za zgibove. Iz tog razloga post hoc analizom nije utvrđena statistički značajna razlika ($p>0,05$) u varijabli (MJAKIDR) između penjača različitih razina uzimajući u obzir najtežu ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* (slika 10). Kada se uzela u obzir najteža ispenjana ocjena u disciplini *težinsko* post hoc analizom utvrđena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) postoji između penjača II razine i penjača III i IV (slika 11). Ovakav rezultat ukazuje na to da za precizno određivanje razina sportskih penjača potreban je specifičniji test koji se odnosi na testiranje jakosti hvata. Također, rezultati se mogu tumačiti tako da ispitanici ovog istraživanja niže razine posjeduju zadovoljavajuću razinu bazične jakosti, no za daljnji napredak potrebno je unaprijediti neku drugu komponentu.

Slika 10. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i relativnim vrijednostima u izdržaju na desnu ruku MJAKIDR

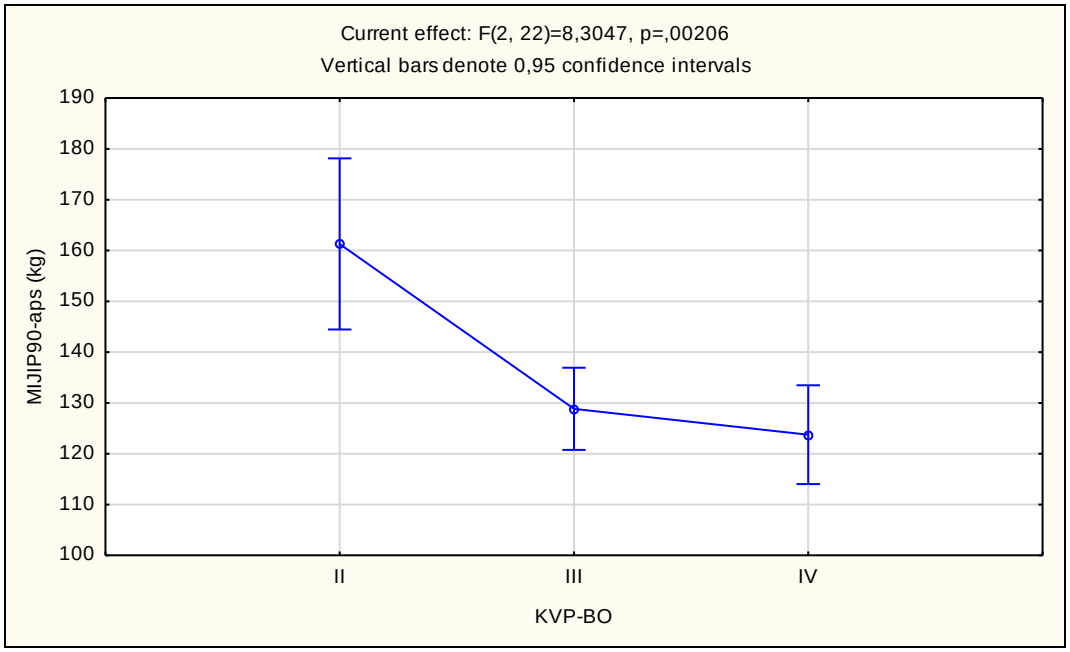


Slika 11. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i relativnim vrijednostima u izdržaju na desnu ruku MJAKIDR

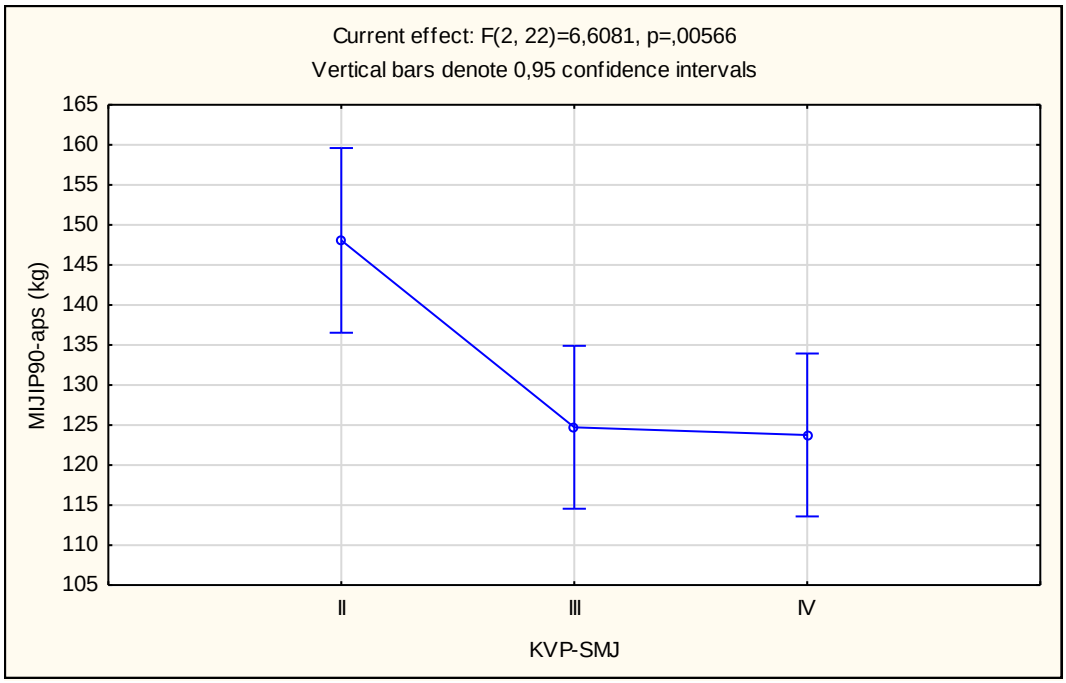


Rezultati u testovima za procjenu izometrične jakosti bez specifičnog hvata nakon provedene post hoc analize pokazali su da postoji statistički značajna razlika ($p<0,05$) između penjača II u odnosu na penjače III i IV razine (slika 12.). Kada se u obzir uzela najteža ocjena ispenjanja u disciplini *težinsko* post hoc analizom utvrđena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) između penjača II u odnosu na penjače III i IV razine (slika 13). Penjači više razine sposobniji su stvarati više sile što im omogućava svladavanje težih pokreta, te istodobno i smjerove veće ocjene.

Slika 12. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i apsolutnim vrijednostima u izometričnom povlačenju s 90° u zglobu lakta MIJIP90-aps



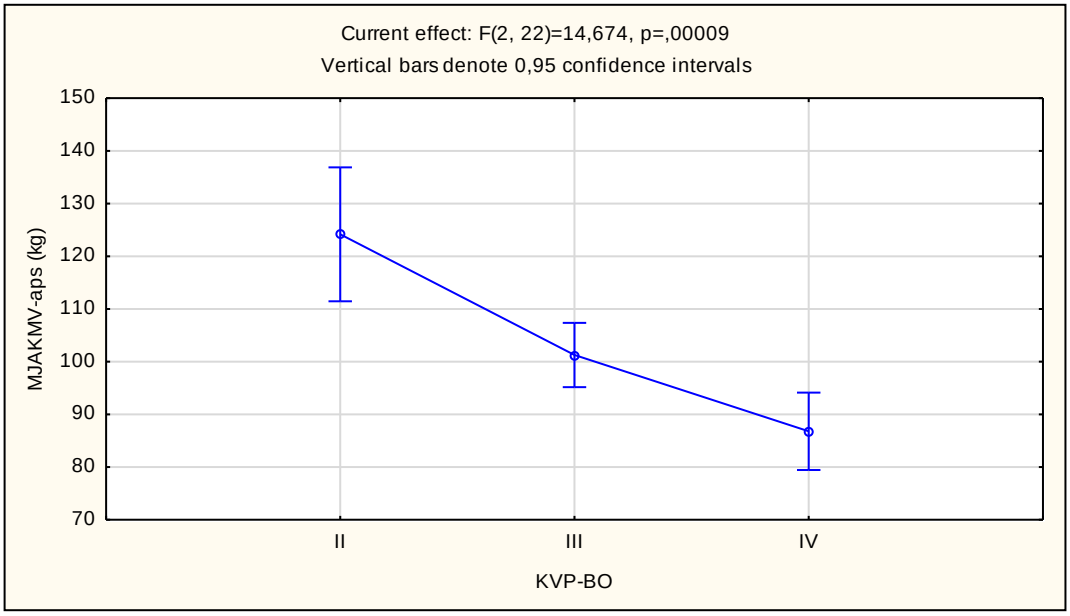
Slika 13. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i apsolutnim vrijednostima u izometričnom povlačenju s 90° u zglobu lakta MIJIP90-aps



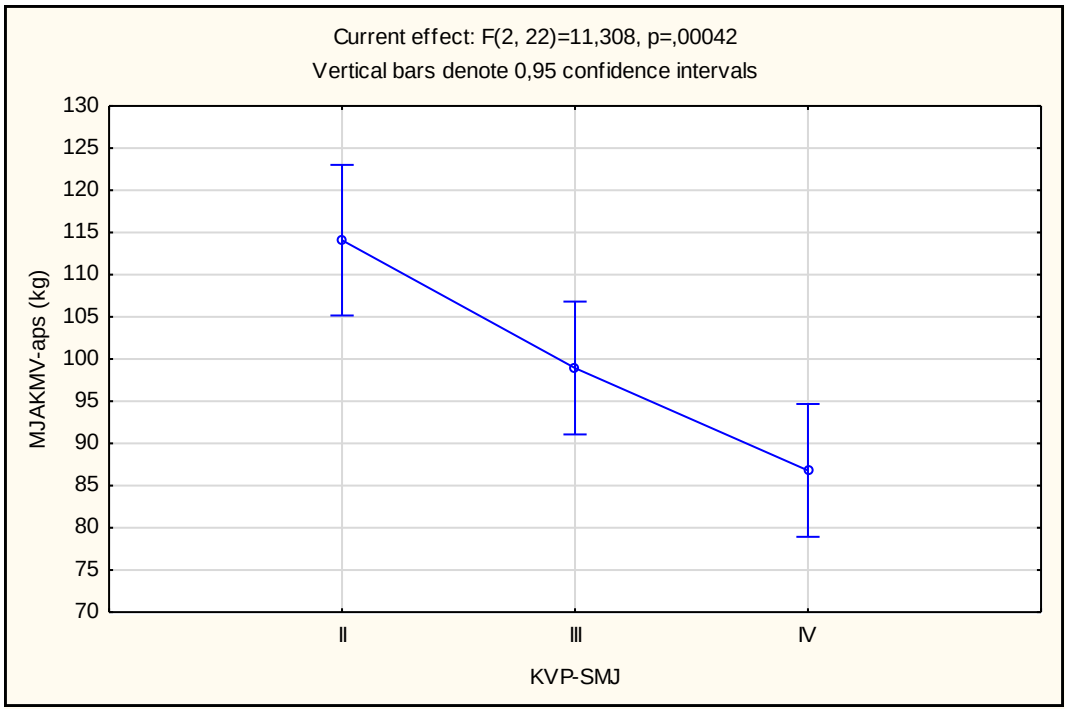
Testiranjem penjača u testu maksimalnog višenja (MJAKKMV-aps) post hoc analizom utvrđena je statistički značajna ($p<0,05$) razlika između penjača II, III i IV razine u odnosu na najtežu ocjenu ispenjanu u disciplini *boulder* (slika 14.). Ovaj test je procjenjivao maksimalnu jakost fleksora prstiju i sukladno tome predstavlja specifičan test za određivanje penjačke razine. Kada bi pokušalo objasniti kriterij ocjenjivanja u sportskom penjanju težina smjera ovisi o veličini hvatišta, udaljenosti između njih i poziciji tijela . Prema tome, veće vrijednosti u ovom testu, odnosno veća jakost fleksora prstiju omogućit će penjaču svladavanje težih smjerova. Kada se uzme u obzir najteža ocjena u *težinskoj* post hoc analizom disciplini statistički značajne razlike ($p<0,05$) odnose se samo na penjače II i III razine, dok između penjača III i IV razine ne postoji statistički značajna razlika ($p>0,05$) (slika 15.). Test koji je također bio usmjeren na procjenu maksimalne jakosti fleksora podlaktice je MJAKIDR2-aps. Rezultati ovog testa izraženi su u apsolutnim vrijednostima te je post hoc analizom utvrđena statički značajna razlika ($p<0,05$) između penjača II razine u maksimalnoj ocjeni ispenjanoj u disciplini *boulder* u odnosu na penjače III i IV razine (slika 16.), gdje iz prikaza se može zaključiti da za napredak na ljestvici ocjena odnosno napredak u razini penjanja, jakost prstiju predstavlja važnu ulogu, što je u skladu s rezultatima (Magiera, i dr., 2013; Laffaye, Levernier, & Collin, 2015) u kojima uspješnost u penjanju značajno je objašnjena varijablom jakosti prstiju. Apsolutne vrijednosti izražene u testu MJAKIDR2-aps u odnosu na ocjenu ispenjanu u disciplini *težinsko* post hoc analizom utvrđena je da statički značajna razlika ($p<0,05$) postoji između penjača II razine i IV razine, dok između penjača II i III razine ne postoji statistički značajna razlika ($p>0,05$) ukazujući da za uspješnost u ovoj disciplini više ovisi komponenta izdržljivosti (slika 16.).

Razlike između penjača različitih razina u varijabli MJAKIP902-aps u odnosu na *težinsku* ocjenu post hoc analizom, također su utvrđene statistički značajne razlike ($p<0,05$). Statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene su između penjača II razine u odnosu na penjače III i IV (slika 18.). Kada se u obzir uzela ocjena ispenjanja u disciplini *težinsko* statistički značajne razlike ($p<0,05$) post hoc analizom utvrđene su između penjača II razine u odnosu na penjače III i IV (slika 19.). Penjači više razine bili su sposobni stvoriti više sile što kad gledamo kroz težinu smjerova znači i veću vjerojatnost za svladavanje određenih pokreta, te samog smjera.

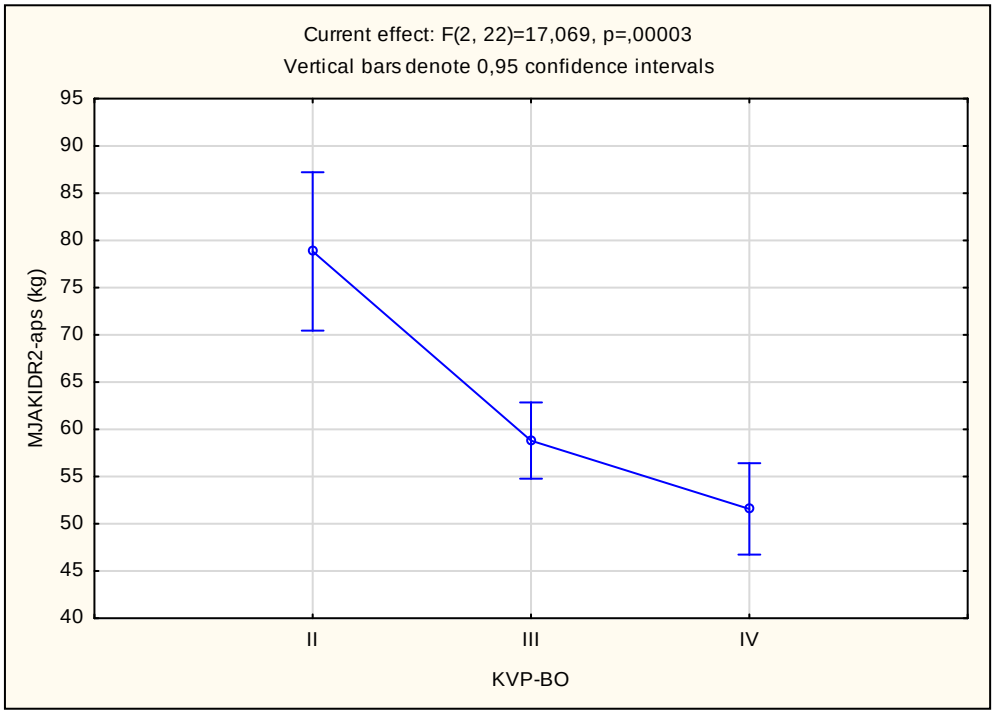
Slika 14. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i apsolutnim vrijednostima u maksimalnom višenju MJAKKMV-aps



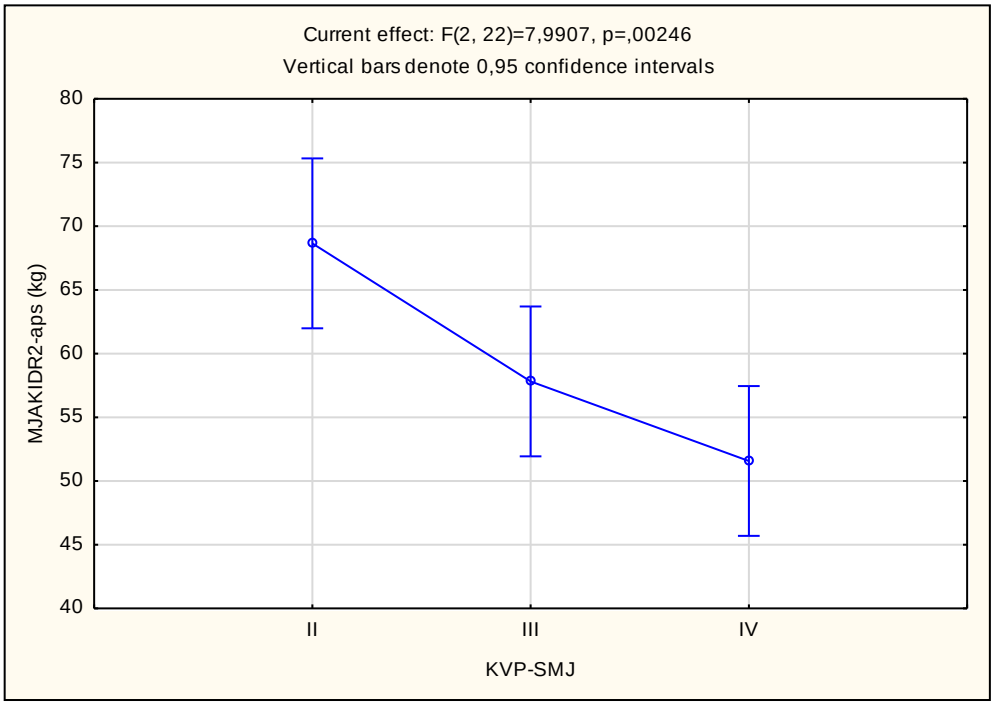
Slika 15. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i apsolutnim vrijednostima u maksimalnom višenju MJAKKMV-aps



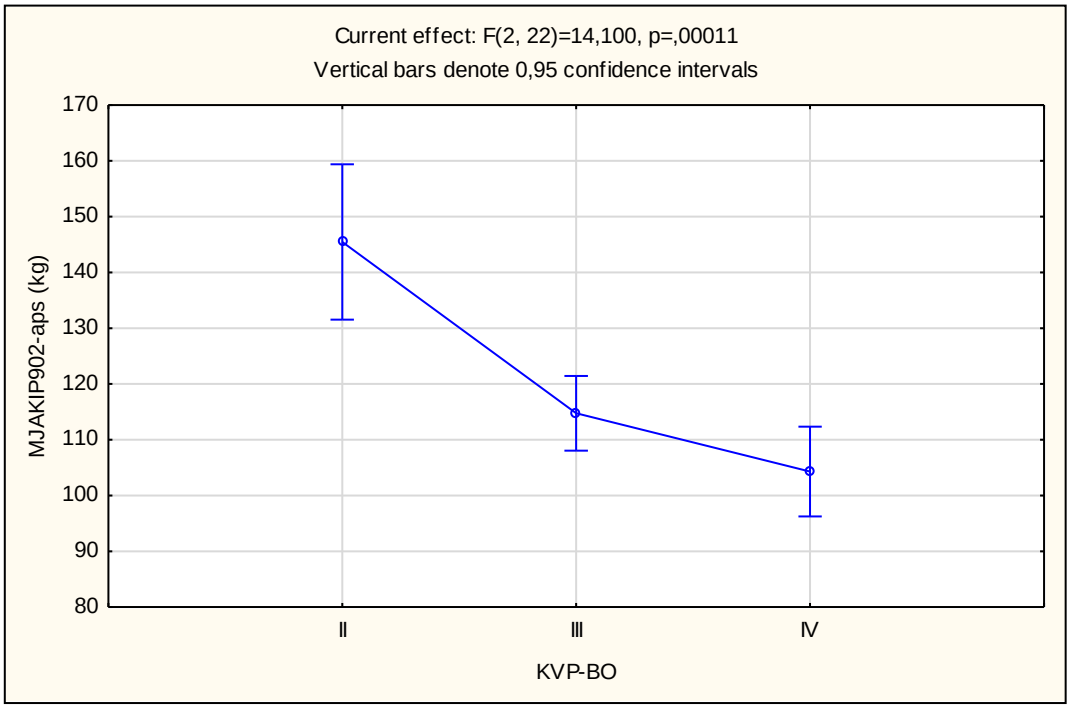
Slika 16. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i apsolutnim vrijednostima u izdržaju na desnu ruku na hvatu debljine 2 cm MJAKIDR2-aps



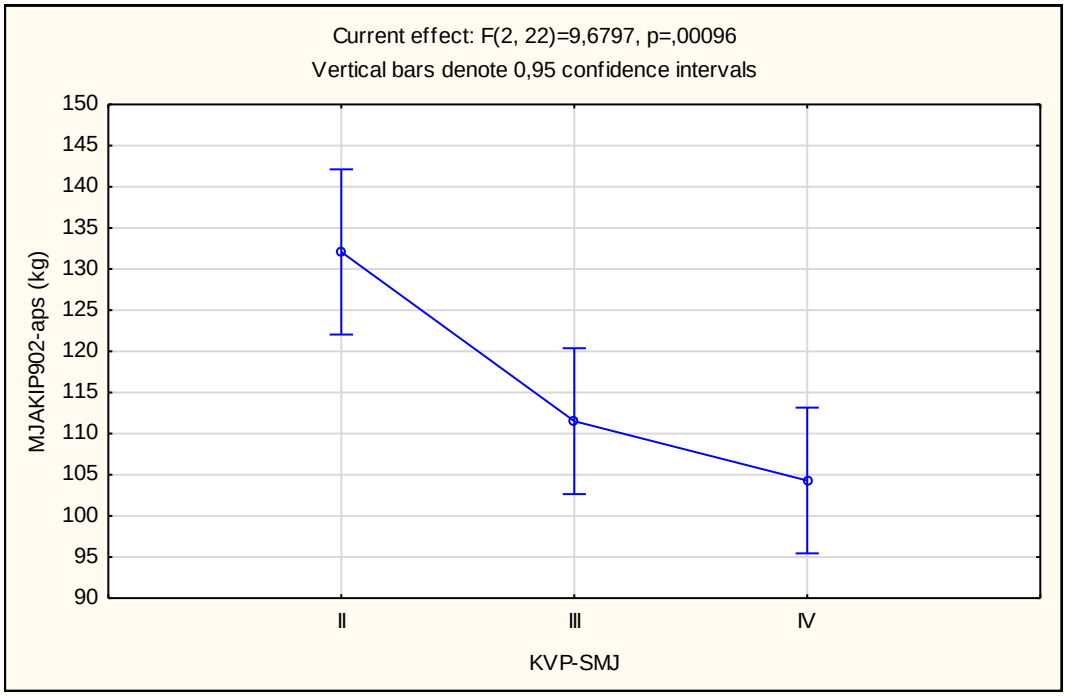
Slika 17. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i apsolutnim vrijednostima u izometričkom povlačenju s 90°u zglobu lakta na hvatu debljine 2 cm MJAKIP902-aps



Slika 18. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i apsolutnim vrijednostima u izometričkom povlačenju s 90°u zglobu lakta na hvatu debljine 2 cm MJAKIP902-aps



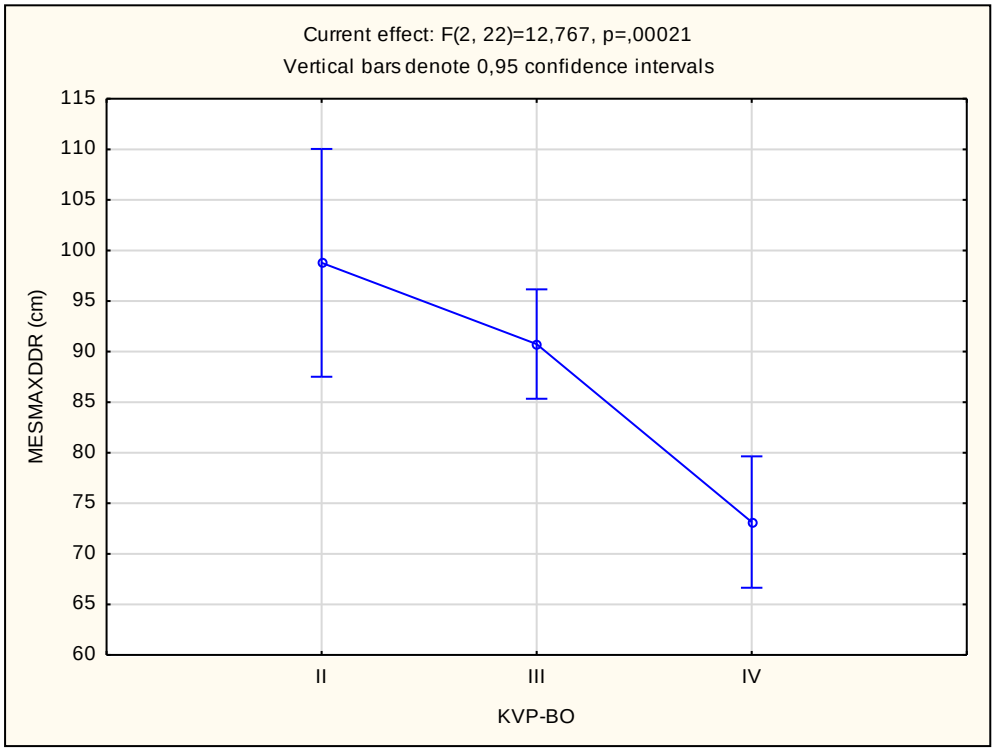
Slika 19. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i apsolutnim vrijednostima u izometričkom povlačenju s 90°u zglobu lakta na hvatu debljine 2 cm MJAKIP902-aps



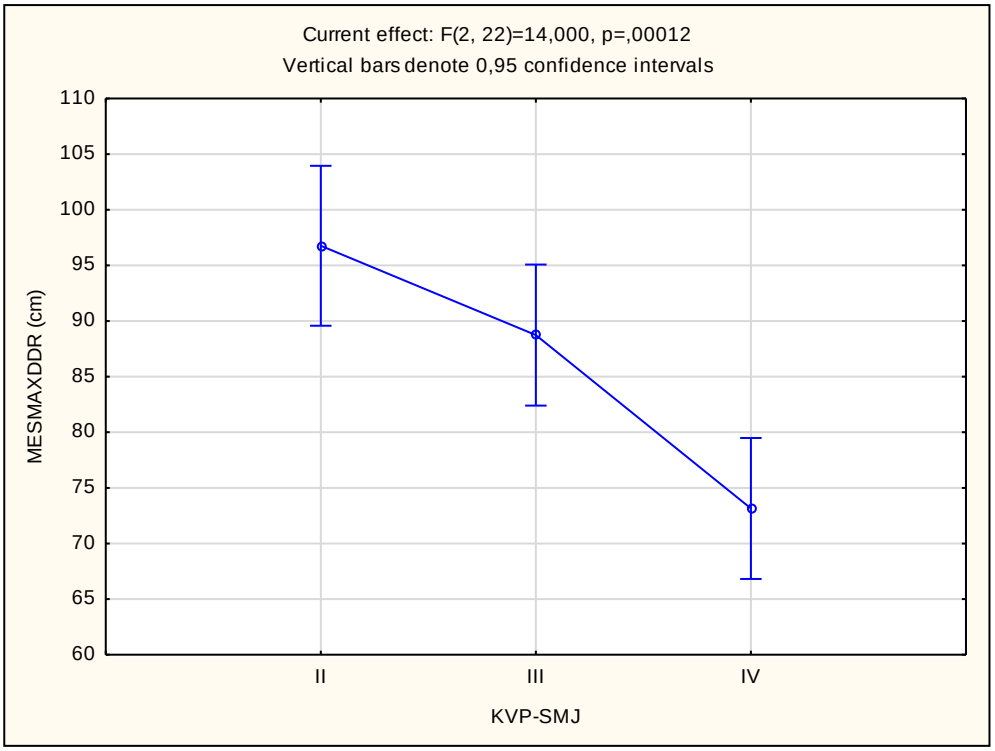
6.5. Eksplozivnost

Rezultat u testu za procjenu specifične eksplozivne snage u varijabli MESMAXDDR gledajući ispenjanu ocjenu u disciplini *boulder* post hoc analizom utvrdio je statistički značajnu razliku ($p<0,05$) između penjača II i III razine u odnosu na penjače IV razine (slika 20.). Kada se u obzir uzela ocjena ispenjanja u disciplini *težinsko* razlike su bile identične kao i u disciplini *boulder*(slika 21). Dok test maksimalnog dohvata s obje ruke MESMAXDOR statistički značajna razlika ($p<0,05$) u disciplini *boulder* post hoc analizom utvrđena je između penjača II i III razine u odnosu na penjače IV razine (slika 22.). Gledajući ispenjanu ocjenu u disciplini *težinsko* post hoc analizom statistički značajna ($p<0,05$) razlika postojala između svih grupa (slika 23.). Rezultati ovog rada u skladu su sa rezultatima dobiveni istraživanjem kojeg su proveli (Draper, i dr., 2011). Sličan dizajn protokola, odnosno mjernog instrumenta također su pokazali razliku između različitih grupa penjača s obzirom na njihovu razinu penjanja. Veći rezultat u testu značio je i veću razinu penjanja. Praktično gledajući veće vrijednosti u ovom testu omogućit će penjaču veći dohvat i dosezanje udaljenih hvatišta.

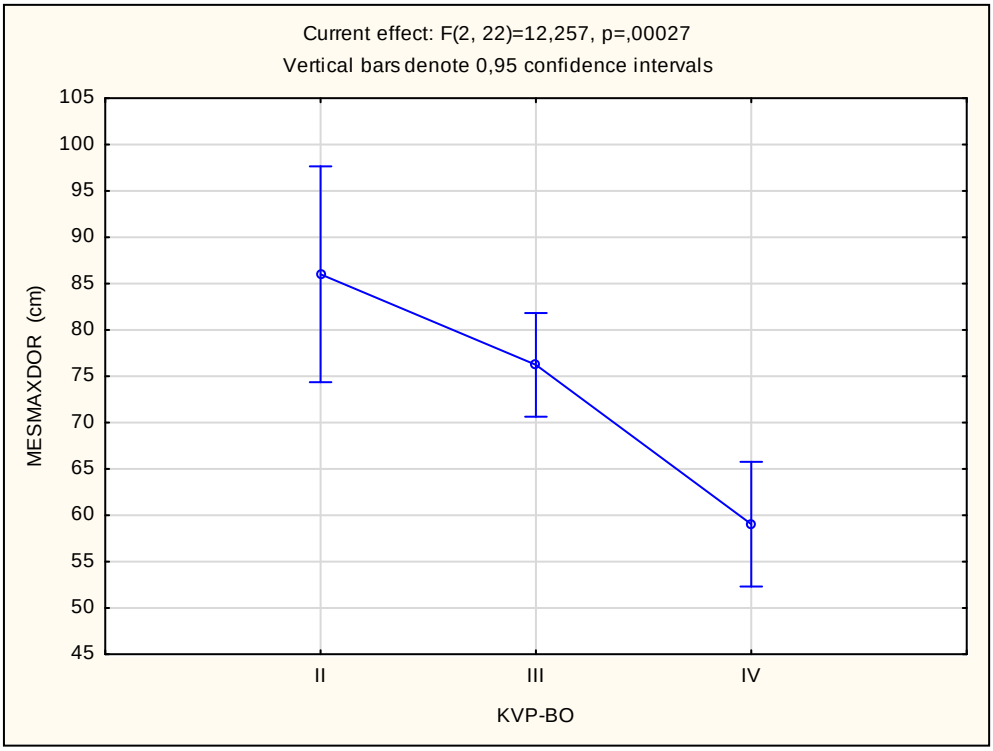
Slika 20. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i vrijednostima maksimalnog doseg desnom rukom MESMAXDDR



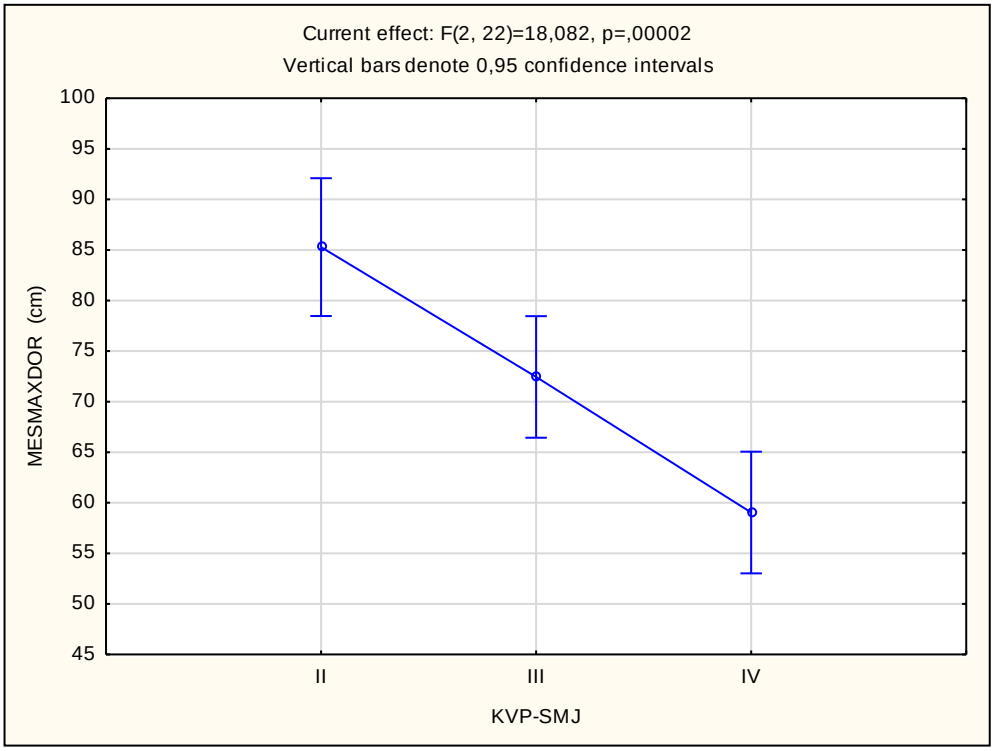
Slika 21. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i vrijednostima maksimalnog doseg desnom rukom MESMAXDDR



Slika 22. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i vrijednostima maksimalnog dosega objema rukama MESMAXDOR



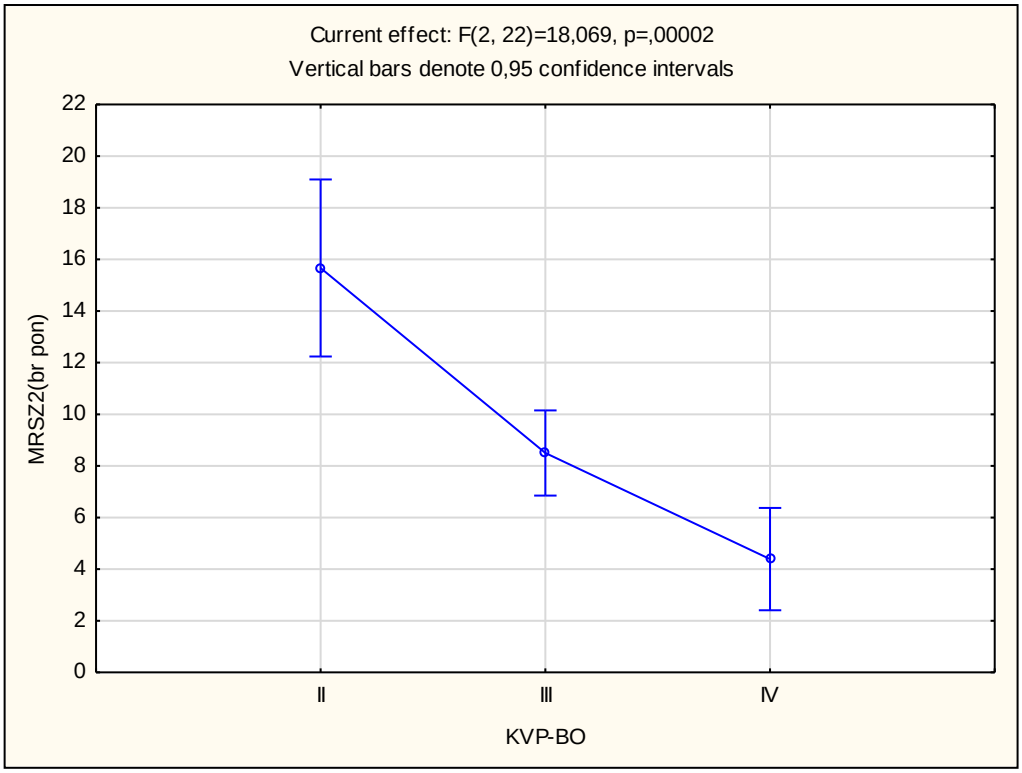
Slika 23. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i vrijednostima maksimalnog dosega objema rukama MESMAXDOR



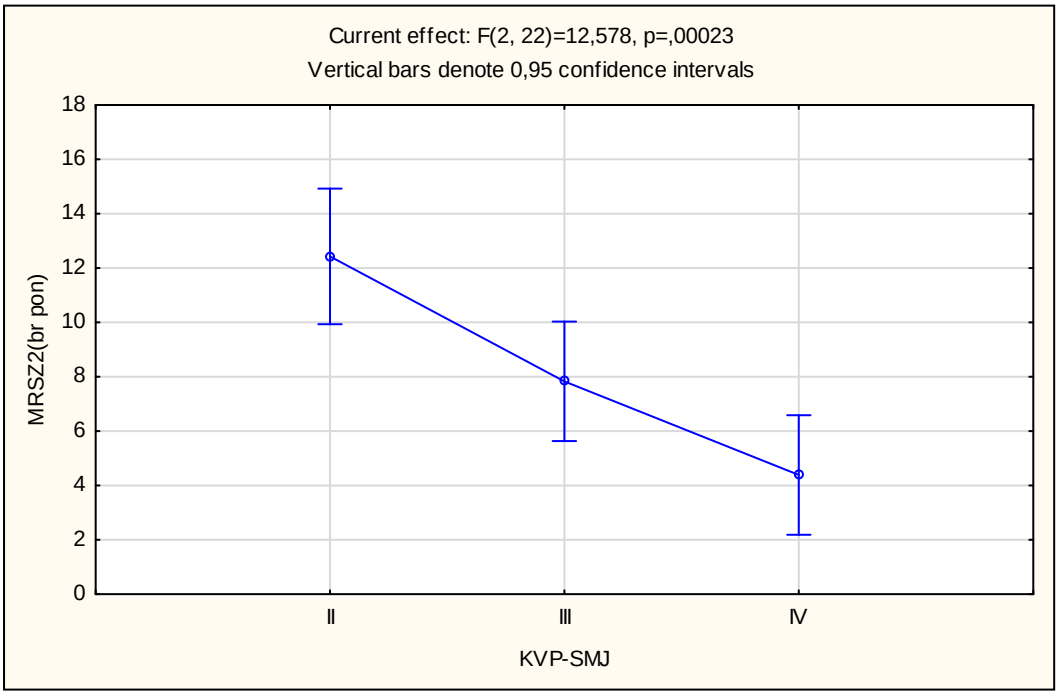
6.6. Repetitivna snaga

U testovima za procjenu repetitivne snage penjača u varijabli MRSZ2 gledajući najtežu ocjenu ispenjanu u disciplini *boulder* post hoc analizom statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene su između svih razina (slika 24.), dok gledajući najtežu ocjenu ispenjanu u disciplini *težinsko* statistički značajne razlike ($p<0,05$) utvrđene su između penjača II razine u odnosu na penjače III i IV (slika 25.). Rezultati ovog rada u skladu s rezultatima dobivenim u radu (Stanković, Ignjatović, Raković, Puletić, & Hodžić, 2014) gdje u testu maksimalnog broja zgibova na dva prsta (ZG2P) utvrđena je visoka korelacija s razinom penjanja $r=0,71$ uz $p<0,05$. Penjanje zahtjeva ponavljanje pokreta tijekom uspona gdje dominiraju pokreti povlačenja kako bi vlastito tijelo primakli sljedećem, višem hvatu. Zbog toga penjači više razine sposobniji su ponavljati pokrete više puta bez stanke.

Slika 24. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *boulder* KVP-BO i vrijednostima maksimalnog broja zgibova na hvatu od 2 cm MRSZ2

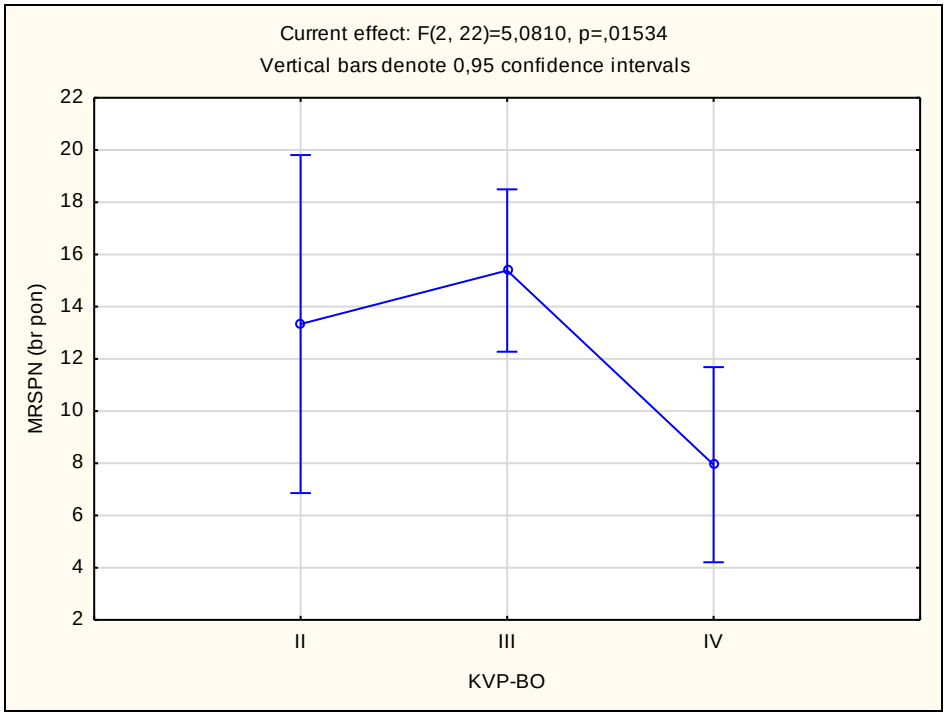


Slika 25. Razlike između različitih razina sportskih penjača u odnosu na ispenjanju ocjenu u disciplini *težinsko* KVP-SMJ i vrijednostima maksimalnog broja zgibova na hvatu od 2 cm MRSZ2

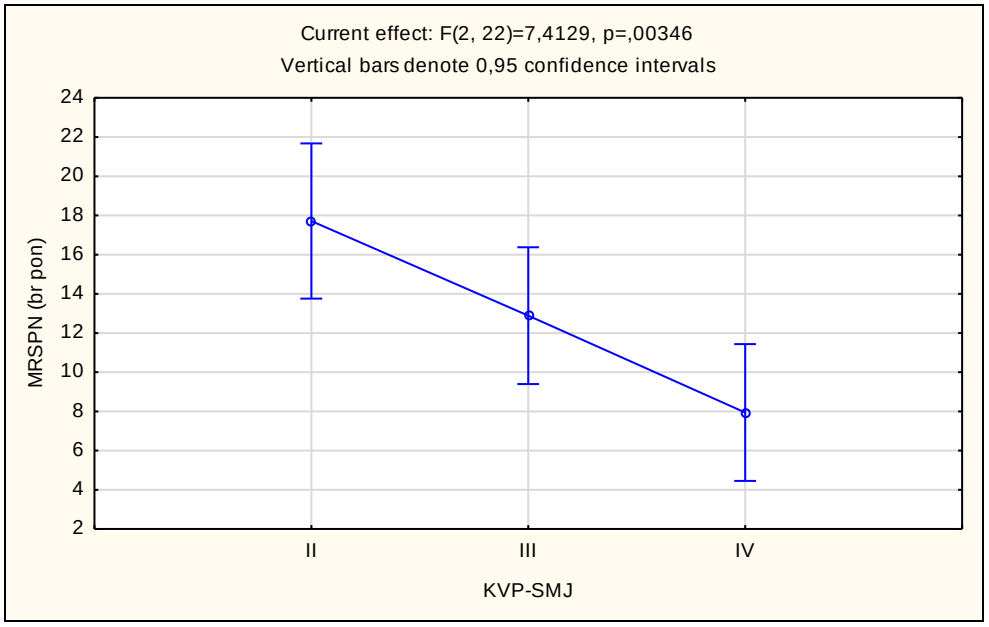


Razlike u repetitivnoj snazi u testu podizanja nogu statistički značajna razlika ($p<0.05$) postojala je samo između penjača II i IV razine u disciplini boulder (slika 26.). Razlike u disciplini težinsko nisu postojale (slika 27.).

Slika 26. Razlike između penjača različitih disciplina disciplini *boulder* (KVP-BO) u testu za procjenu repetitivne snage trupa



Slika 27. Razlike između penjača različitih disciplina disciplini *težinsko* (KVP-SMJ) u testu za procjenu repetitivne snage trupa



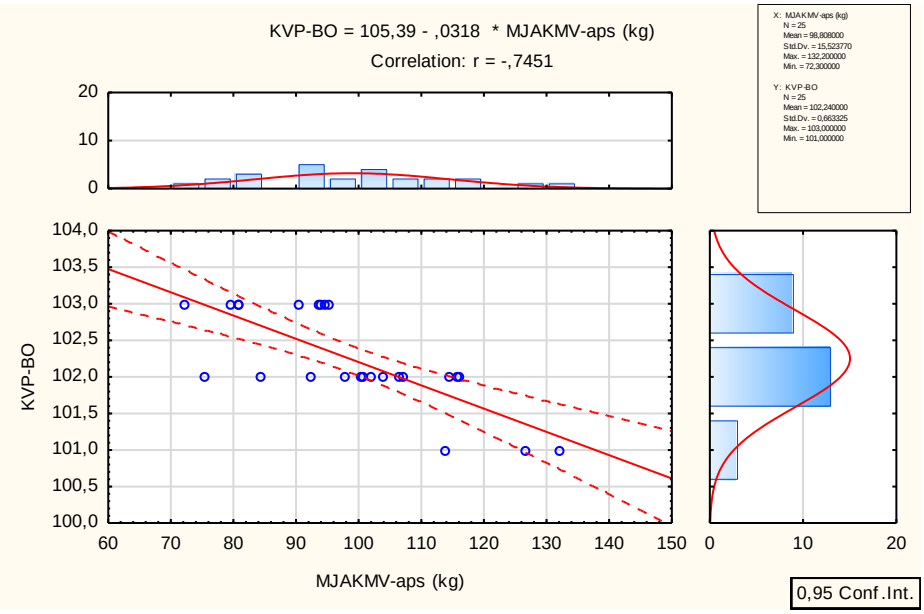
6.7. Korelacija

Rezultati u testovima MJAKMV-aps (slike 28.i 29.) i MJAKIDR2 (slike 30 i 31.) predstavljaju značajnu korelaciju s ispenjanom ocjenom u obje discipline s malo većim značajem u *boulder* disciplini KVP-BO (r= -0,75; p<0,05) dok u *težinskoj* KVP-SMJ (za bolder r= -0,71 a za *težinsko* r= -0,67; p<0,05) (tablica 7.). Razlog ovih razlika jest da u *boulderingu* dominiraju intenzivni pokreti gdje penjači za napredovanje na ljestvici ocjena moraju razvijati više komponentu jakosti i snage, pa su ovakvi rezultati posljedica bavljenja ovom disciplinom, kao i treninga usmjerenog na napredak u njoj. Varijable MJAKIP902-aps (slike 32. i 33.) i MIJIP90-aps (kg) (slike 34. i 35.) prikazuju malo manju korelaciju s ocjenom, no dalje predstavljaju značajnu povezanost s najvišom ocjenom penjanja (tablica 7.).

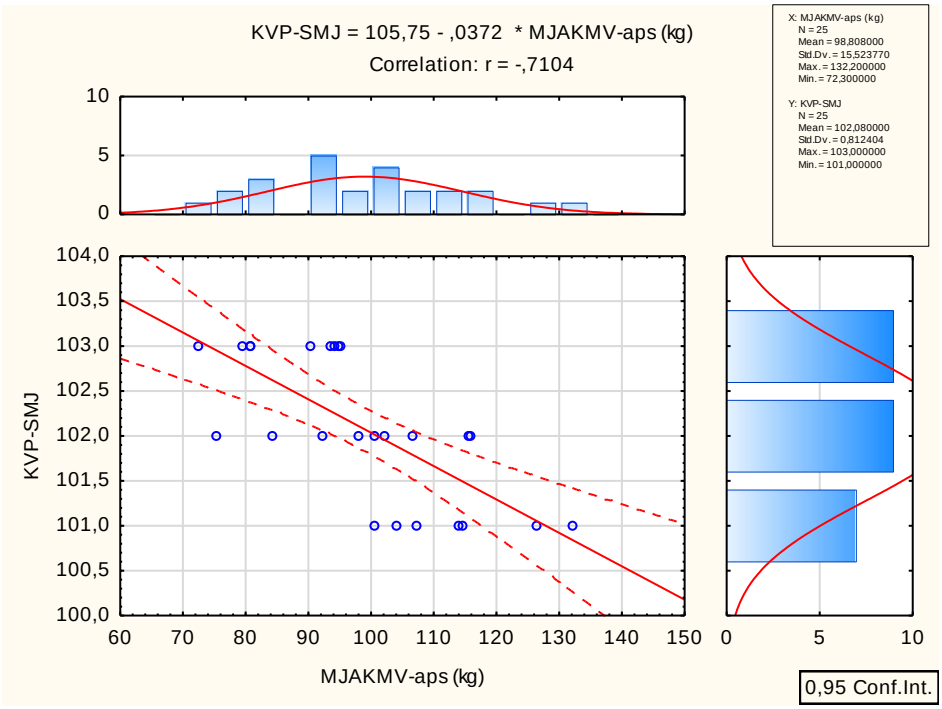
Tablica 7. Koeficijent korelacije između testova za procjenu jakosti gornjih ekstremiteta i penjačkoj razini u disciplinama *boulder (*KVP-BO) *i težinsko* (KVP-SMJ)

Varijable	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
	KVP-BO	KVP-SMJ
MJAKMV-aps (kg)	**-0,75**	**-0,71**
MIJIP90-aps (kg)	**-0,55**	**-0,53**
MJAKIP902-aps (kg)	**-0,69**	**-0,66**
MJAKIDR2 (kg)	**-0,75**	**-0,67**

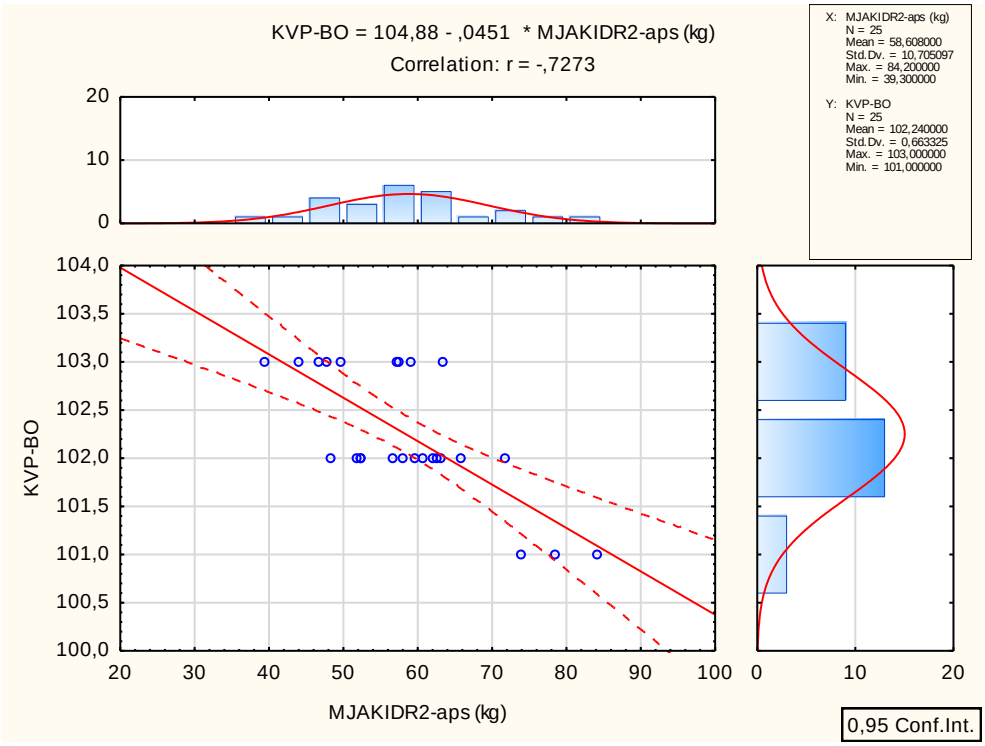
Slika 28. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu maksimalnog višenja (MJAKMV-aps) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



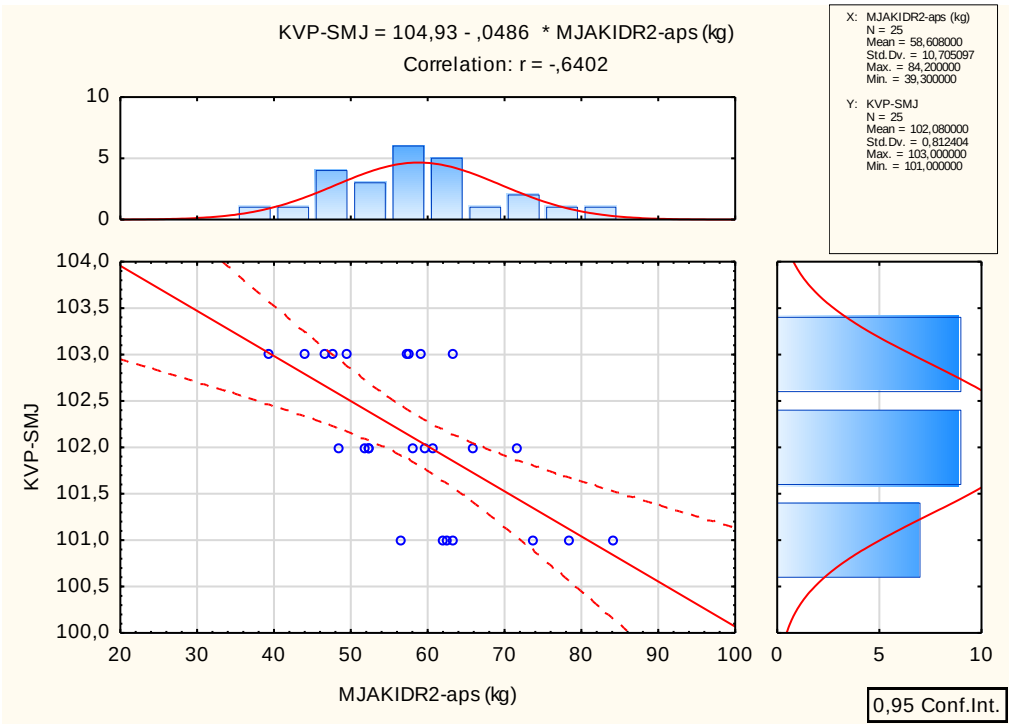
Slika 29. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu maksimalnog višenja (MJAKMV-aps) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



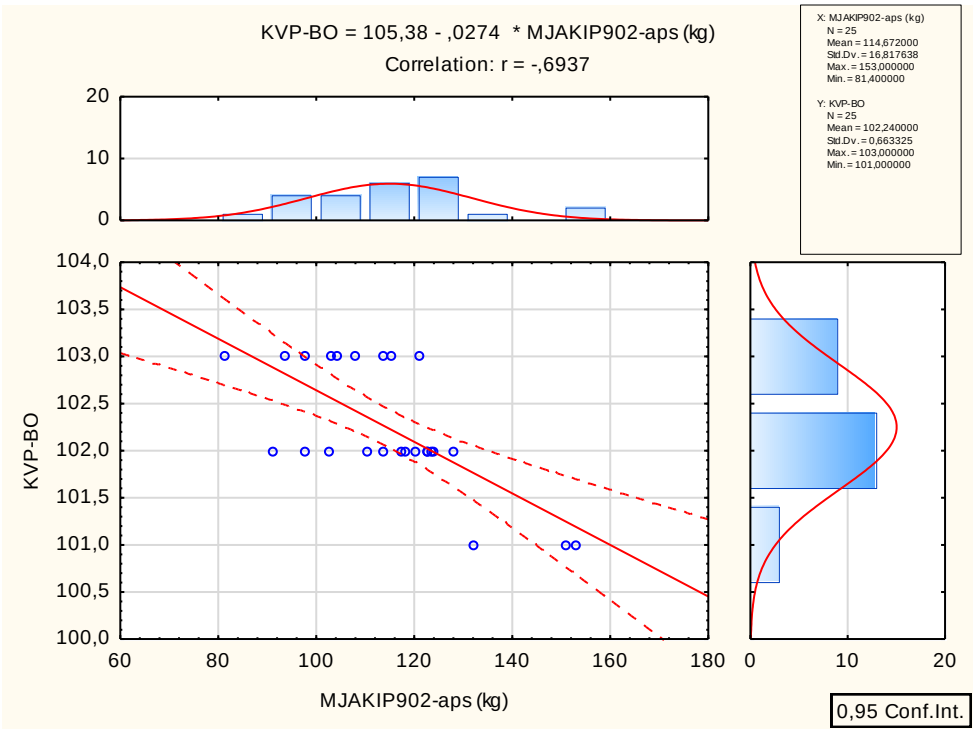
Slika 30. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu izdržaj desnom rukom na hvatu od 2 cm (MJAKIDR2-aps) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



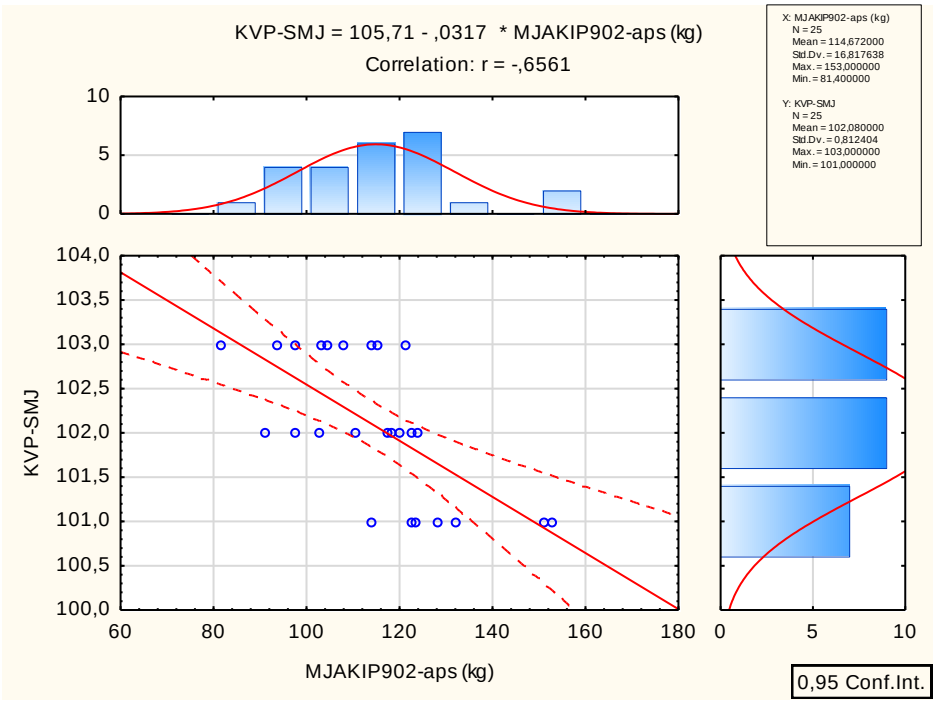
Slika 31. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu izdržaj desnom rukom na hvatu od 2 cm (MJAKIDR2-aps) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



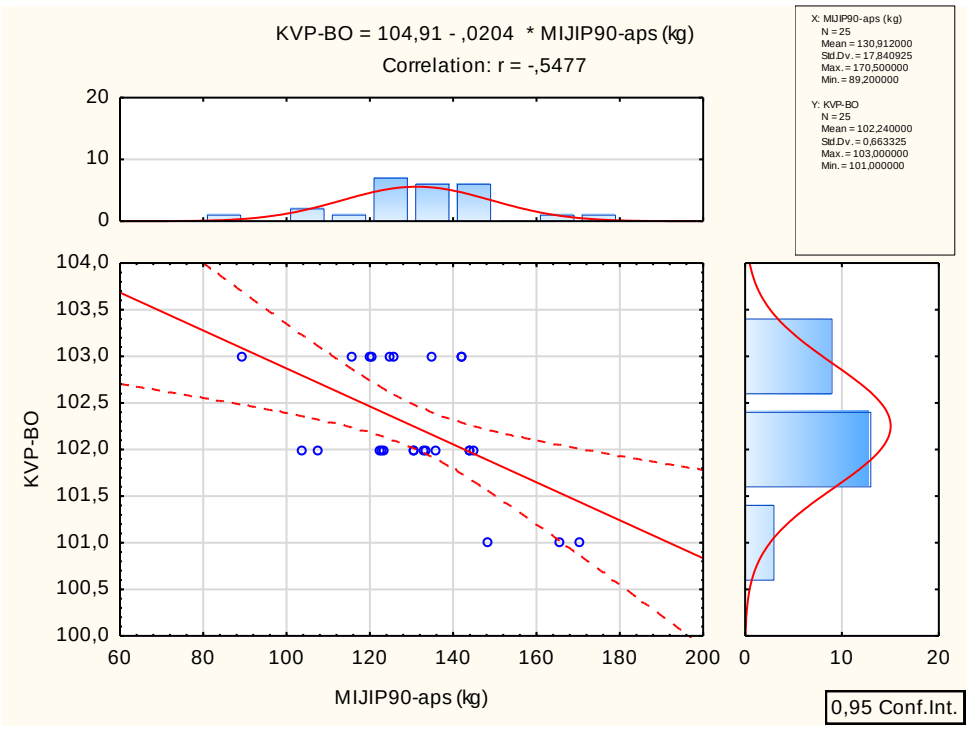
Slika 32. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu izometričko povlačenja u kutu od 90°na hvatu od 2 cm (MJAKIP902-aps) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



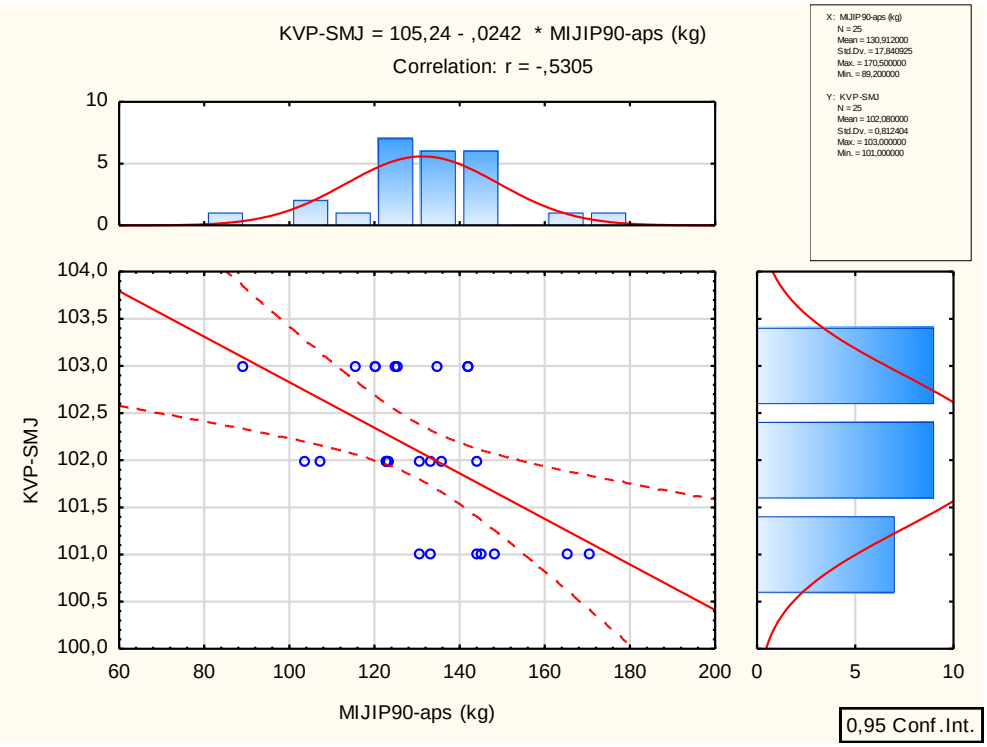
Slika 33. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu izometričko povlačenja u kutu od 90°na hvatu od 2 cm (MJAKIP902-aps) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



Slika 34. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu izometričko povlačenja u kutu od 90°(MJAKIP902-aps) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



Slika 35. Koeficijent korelacije između apsolutnih vrijednosti postignutih u testu izometričko povlačenja u kutu od 90°(MJAKIP902-aps) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*

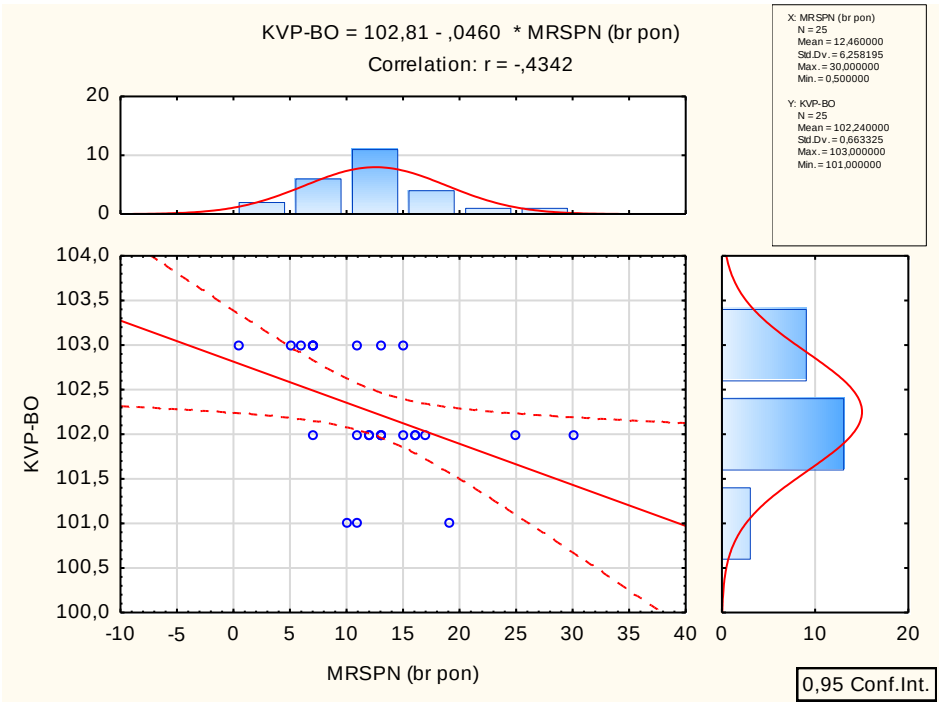


Tablica 8. Koeficijent korelacije između izdržaja pruženim nogama (MJAKIVPN) i podizanju nogu (MRSPN) u disciplinama *boulder i težinsko*

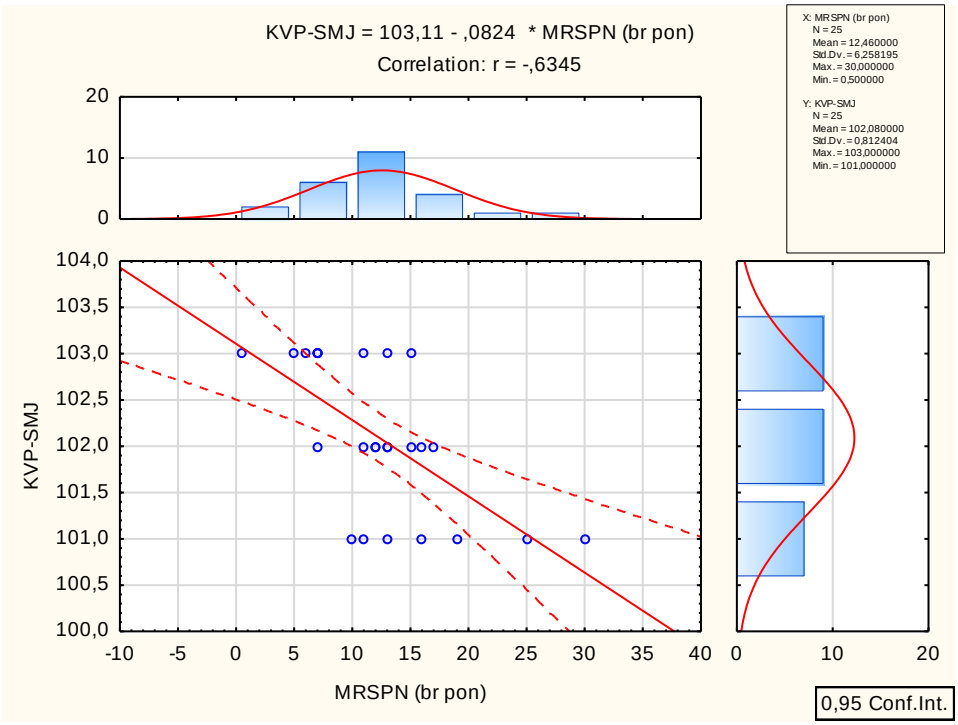
	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
Varijable	KVP-BO	KVP-SMJ
MJAKIVPN (s)	-0,33	-0,32
MRSPN (br pon)	**-0,43**	**-0,63**

Značajna povezanost postoji samo u testu podizanju nogu (MRSPN) (slika 37.) (slika 38.) s ocjenama u *težinskoj* i *boulder* ocjeni (tablica 8.) s većom korelacijom u disciplini *težinsko* iz razloga jer je test procjenjivao repetitivnu snagu što penjači *težinske* discipline više zahtijevaju. Izdržaj u visu pruženim nogama (MJAKIVPN) nije pokazao statistički značajnu povezanost.

Slika 36. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu podizanju nogu (MRSPN) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



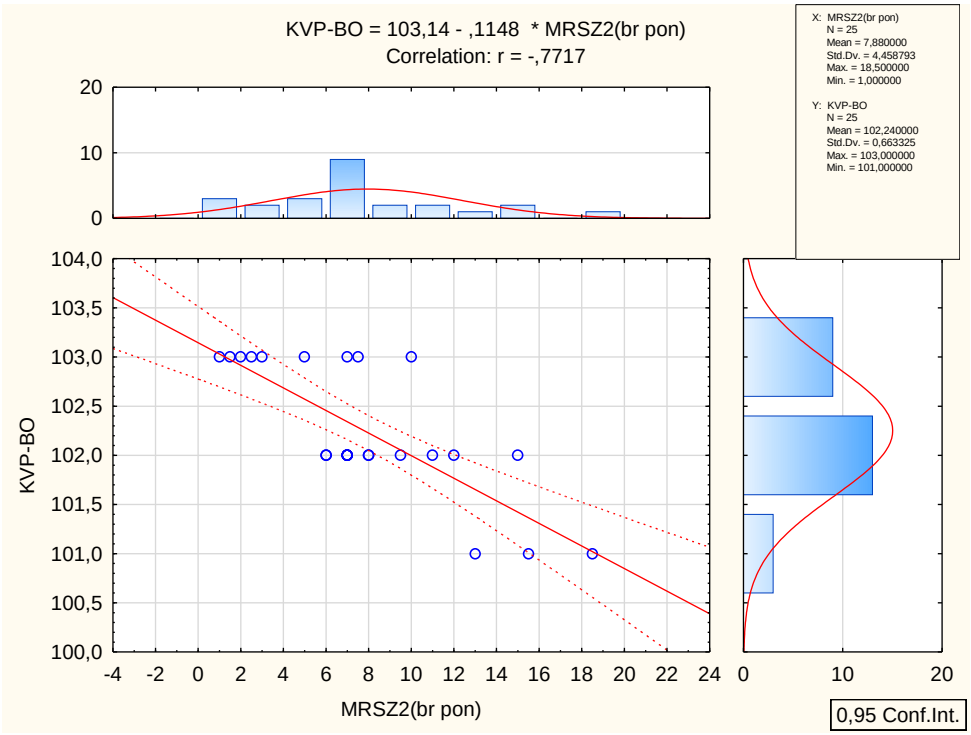
Slika 37. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu podizanju nogu (MRSPN) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



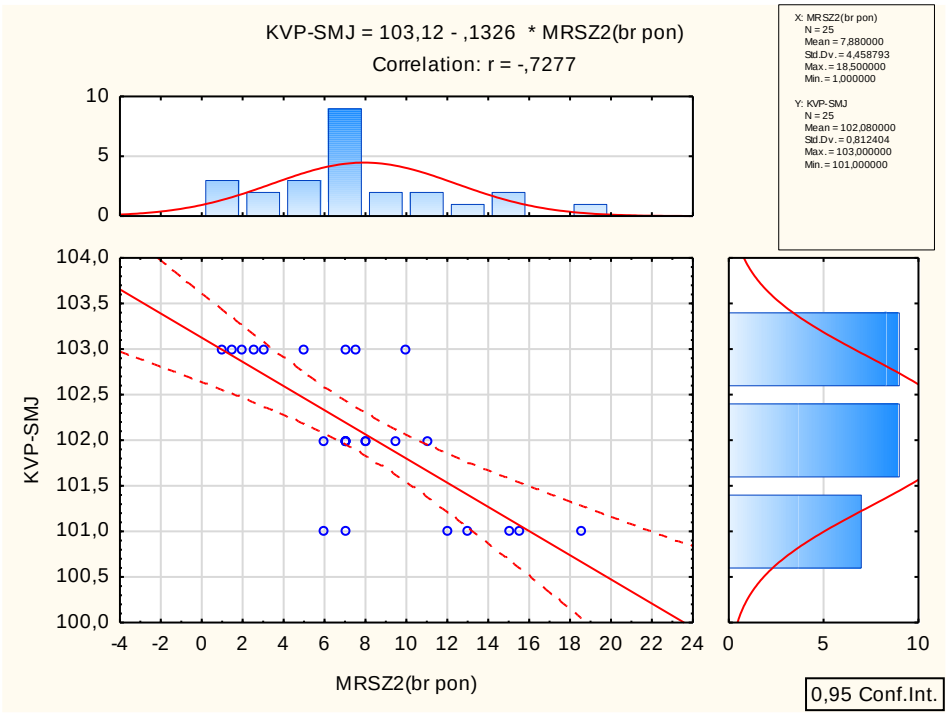
Tablica 9. Koeficijent korelacije između testa za procjenu repetitivne snage i penjačkoj razini u disciplinama *boulder i težinsko*

Varijable	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
	KVP-BO	KVP-SMJ
MRSZ30 (br. pon.)	**-0,41**	**-0,43**
MRSZ2(br. pon.)	**-0,77**	**-0,73**
MRSPN (br. pon.)	**-0,43**	**-0,63**

Slika 38. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog broja zgibova na hvatu od 2 cm (MRSZ2) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



Slika 39. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog broja zgibova na hvatu od 2 cm (MRSZ2) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



Podaci u (tablici 10.) prikazuju vrlo visoku povezanost između vrijednosti postignutih lijevom i desnom rukom u testovima za procjenu specifične eksplozivne snage ukazujući na veliku bilateralnu simetričnost penjača. Što također ističu (Bourne, Halaki, Vanwanseele, & Clarke, 2011) kao karakteristiku sportskih penjača. Također testovi za procjenu specifične eksplozivne snage pokazuju visoku povezanost s najtežom ispenjanom ocjenom u obje discipline (KVP-BO) i (KVP-SMJ) (tablica 11.). Veći rezultat, odnosno veći dohvat u ovim testovima znači veću razinu penjanja, što će penjaču omogućiti dosezanje udaljenijih hvatišta (slike 40.-49.). (Draper, i dr., 2011) su sličnim testom utvrdili povezanost maksimalnog dohvata s uspješnosti u sportskom penjanju. Iz toga možemo zaključiti da razvoj ove sposobnost znatno unapređuje kvalitetu penjanja.

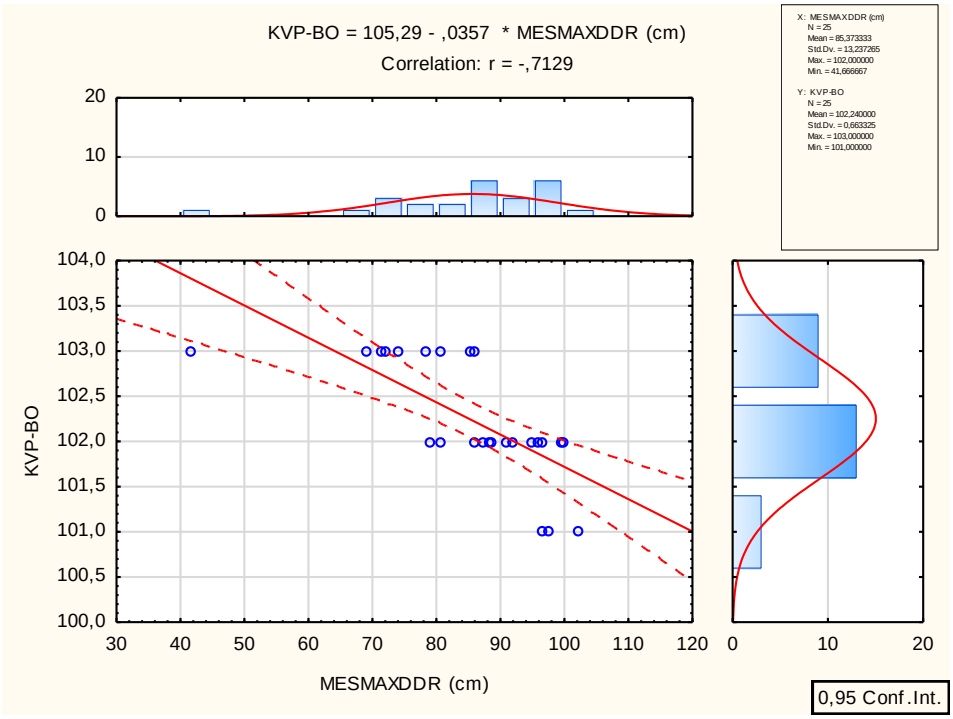
Tablica 10. Koeficijenti korelacije između postignutih vrijednosti lijevom i desnom rukom u testovima za procjenu eksplozivne snage

Varijable	Korelacije su značajne su pri **p < ,05**				
	MESMAXDDR	MESMAXDLR	MESMAXDOR	MES13DR	MES13LR
MESMAXDDR(cm)	1,00	**0,98**	**0,92**	**0,97**	**0,94**
MESMAXDLR (cm)	**0,98**	1,00	**0,92**	**0,96**	**0,95**
MESMAXDOR(cm)	**0,92**	**0,92**	1,00	**0,92**	**0,92**
MES13DR (cm)	**0,97**	**0,96**	**0,92**	1,00	**0,98**
MES13LR (cm)	**0,94**	**0,95**	**0,92**	**0,98**	1,00

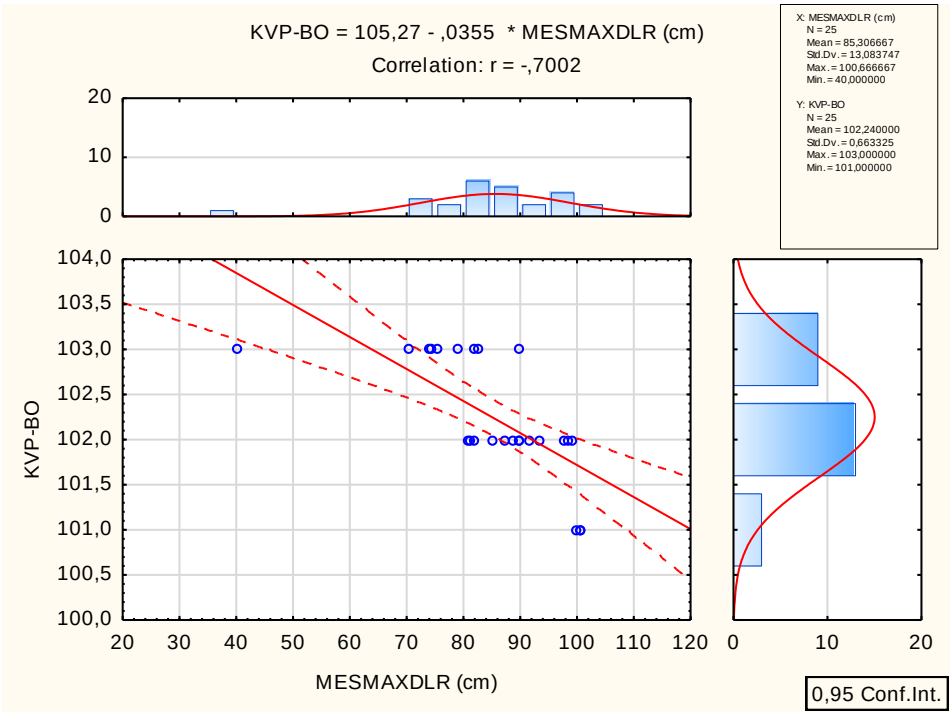
Tablica 11. Koeficijent korelacije između eksplozivne snage i penjačkoj razini u disciplinama *boulder i težinsko*

Varijable	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
	KVP-BO	KVP-SMJ
MESMAXDDR (cm)	**-0,71**	**-0,73**
MESMAXDLR (cm)	**-0,70**	**-0,71**
MESMAXDOR (cm)	**-0,71**	**-0,79**
MES13DR (cm)	**-0,75**	**-0,75**
MES13LR (cm)	**-0,77**	**-0,75**

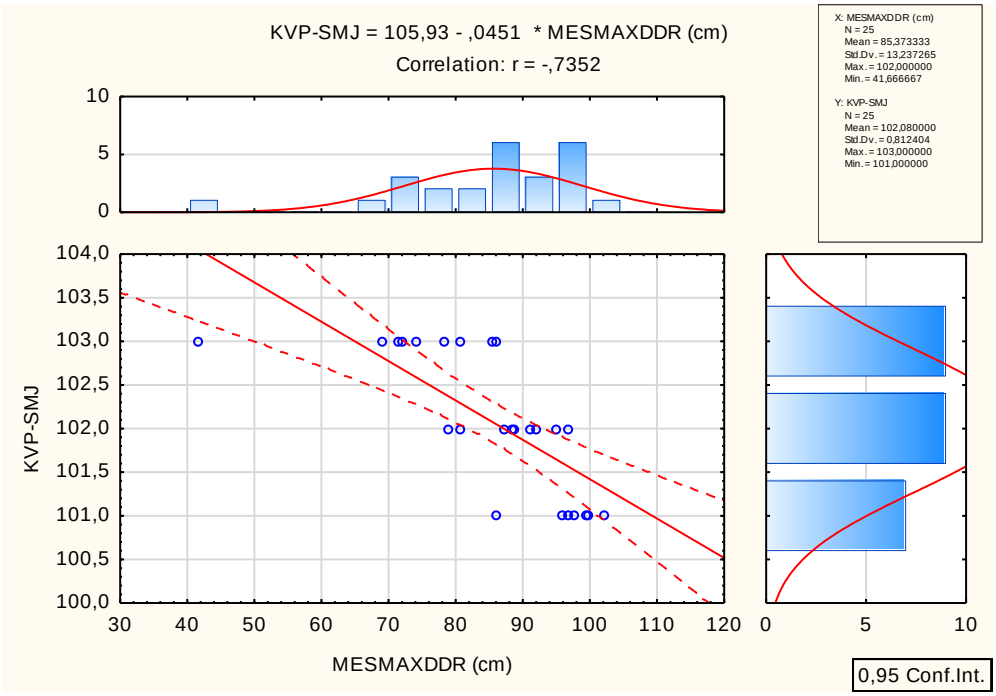
Slika 40. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata desnom rukom (MESMAXDDR) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



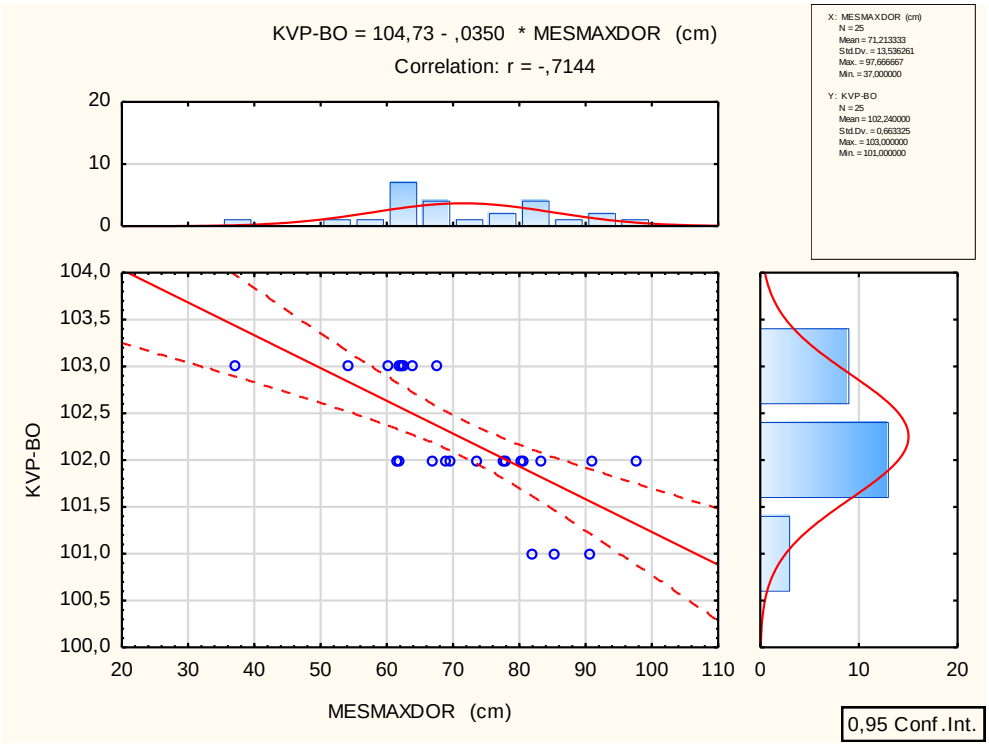
Slika 41. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata desnom rukom (MESMAXDDR) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



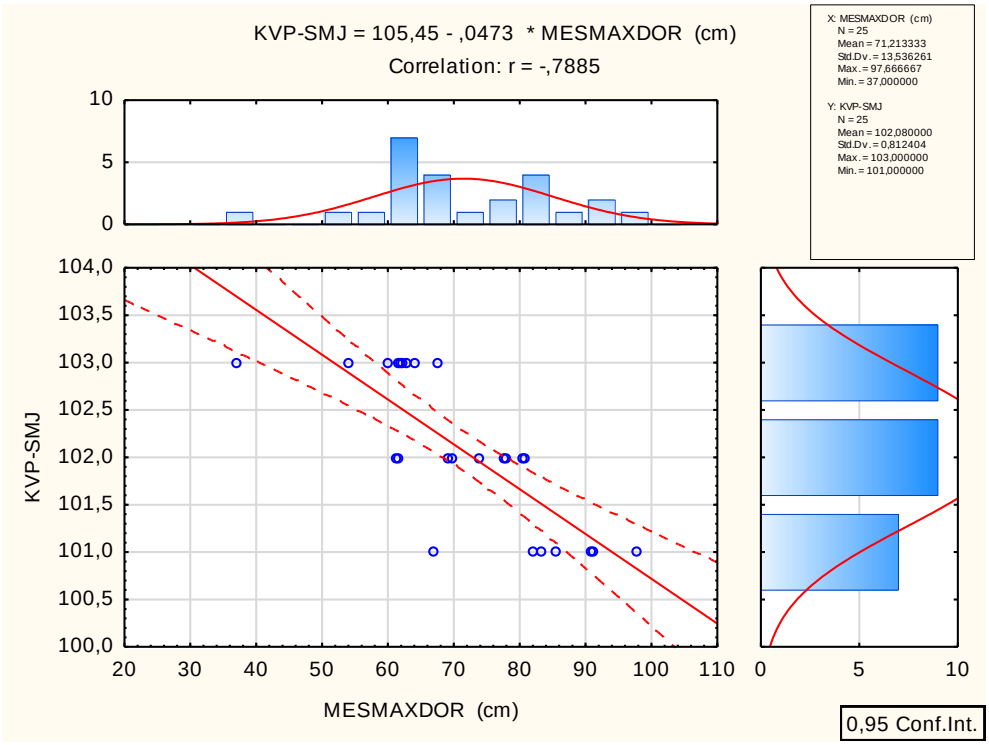
Slika 42. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata desnom rukom (MESMAXDDR) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



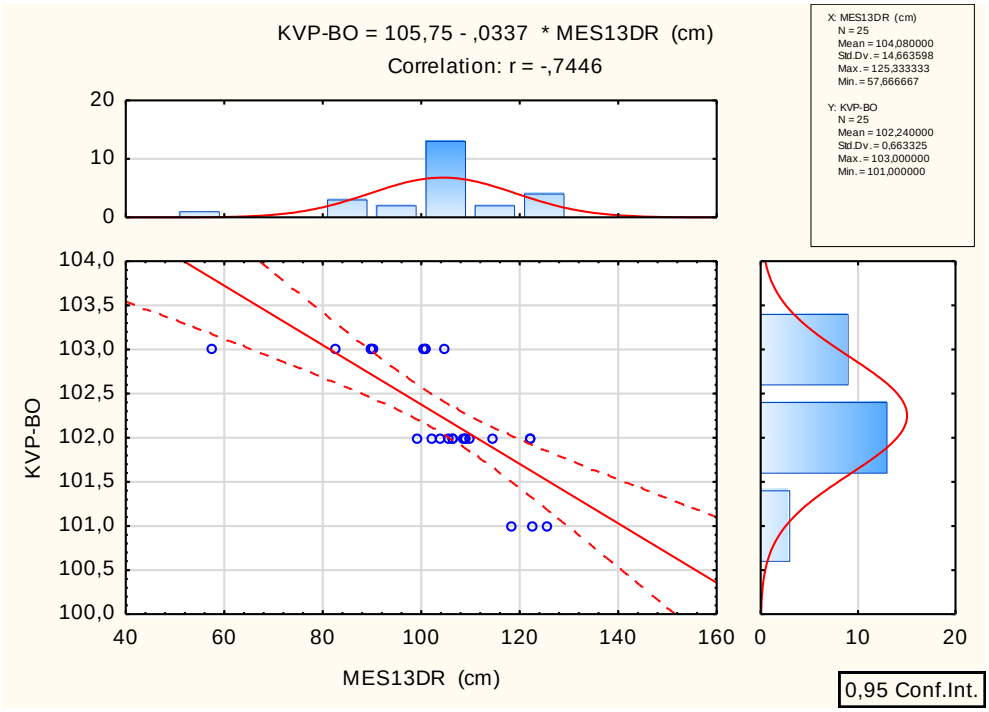
Slika 43. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s obje ruke (MESMAXDOR) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



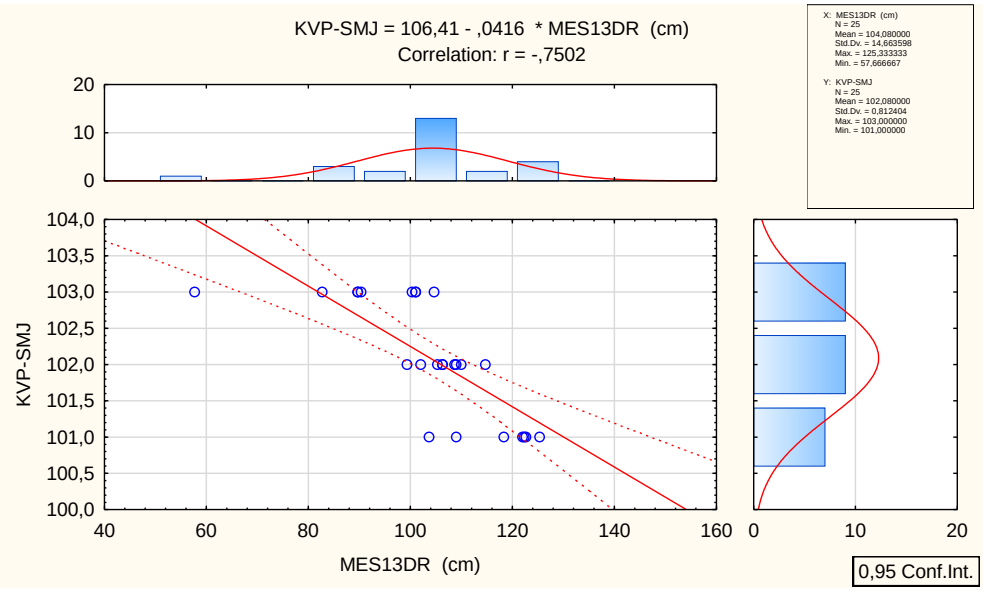
Slika 44. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s obje ruke (MESMAXDOR) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



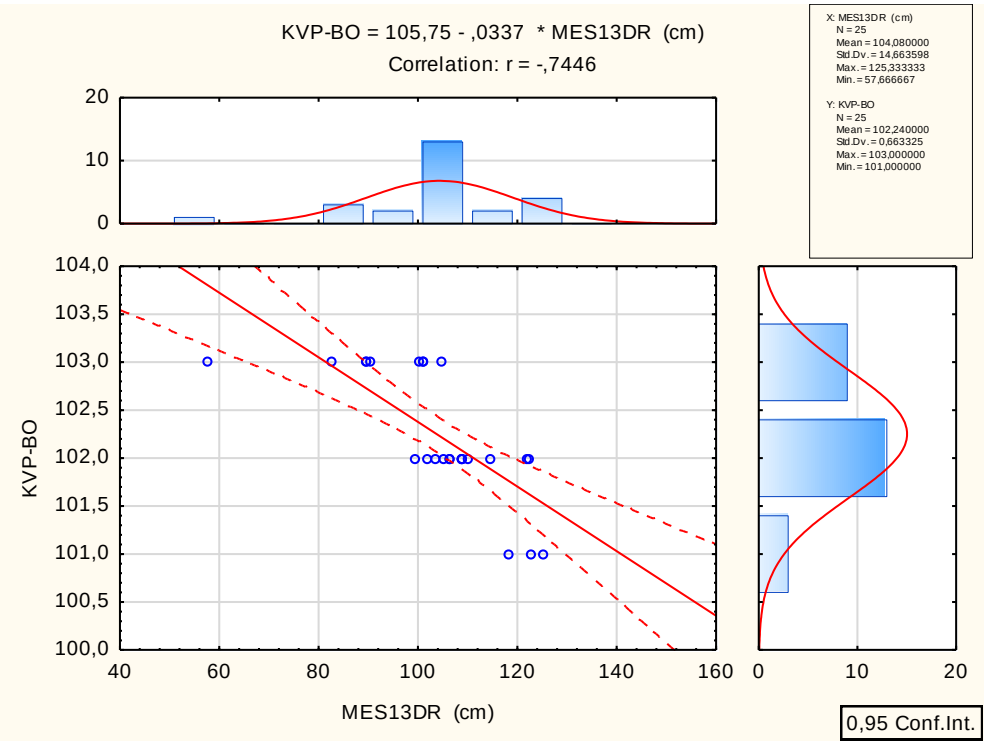
Slika 45. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s desnom rukom s različitim rasporedom ruku (MES13DR) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



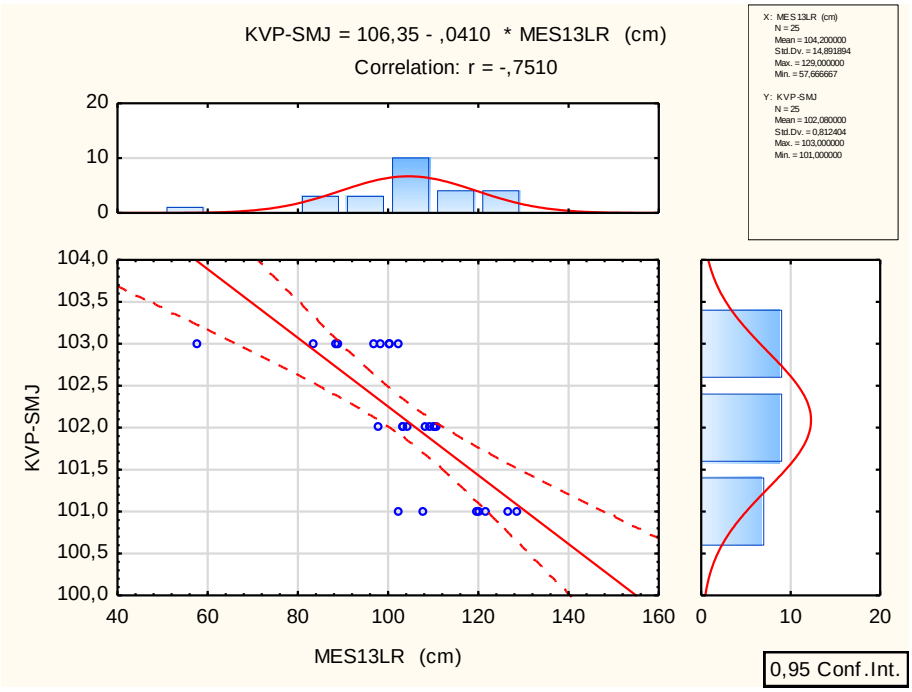
Slika 46. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s desnom rukom s različitim rasporedom ruku (MES13DR) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



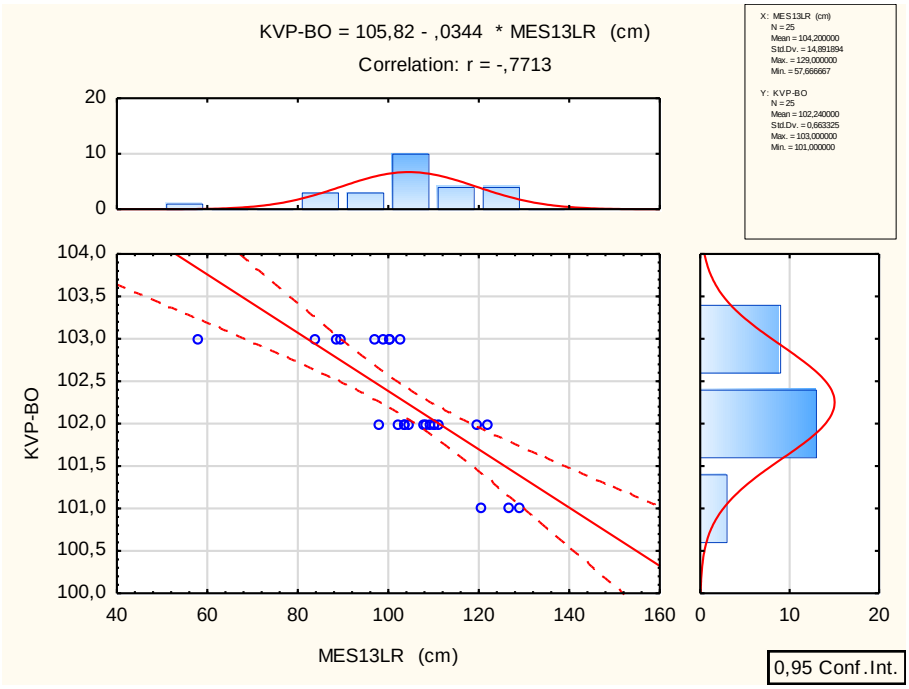
Slika 47. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s desnom rukom s različitim rasporedom ruku (MES13DR) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



Slika 48. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s lijevom rukom s različitim rasporedom ruku (MES13LR) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



Slika 49. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog dohvata s lijevom rukom s različitim rasporedom ruku (MES13LR) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*

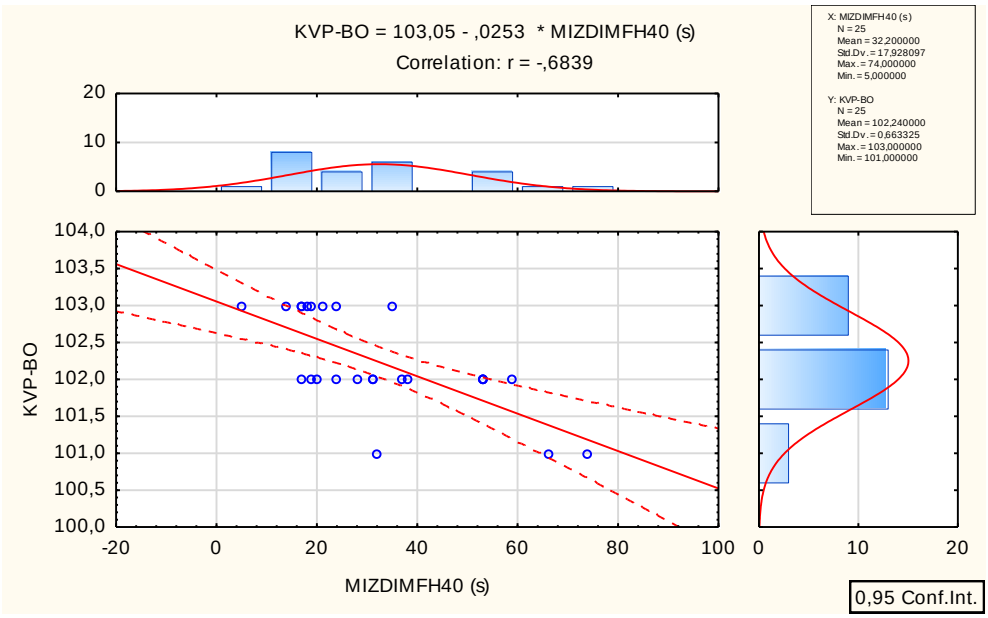

KVP-BO = 105,82 - ,0344 * MES13LR (cm)
Correlation: r = -,7713
X: MES13LR (cm)
N = 25
Mean = 104,200000
Std.Dv. = 14,891894
Max. = 129,000000
Min. = 57,666667
Y: KVP-BO
N = 25
Mean = 102,240000
Std.Dv. = 0,663325
Max. = 103,000000
Min. = 101,000000
20
10
0
104,0
103,5
103,0
102,5
102,0
101,5
101,0
100,5
100,0
KVP-BO
40
60
80
100
120
140
160
MES13LR (cm)
0
10
20
0,95 Conf.Int.

U testovima snažne izdržljivosti veću korelacija s ispenjanom ocjenom odnosila se na disciplinu *boulder* (slika 50.), ali također značajnu i s ocjenom discipline *težinsko* (slika 51.). Razlog tomu leži u zahtjevima discipline i za bolje razlikovanje penjača u disciplini *težinsko* potrebno je provest testiranja drugih tipova izdržljivosti (tablica 12.).

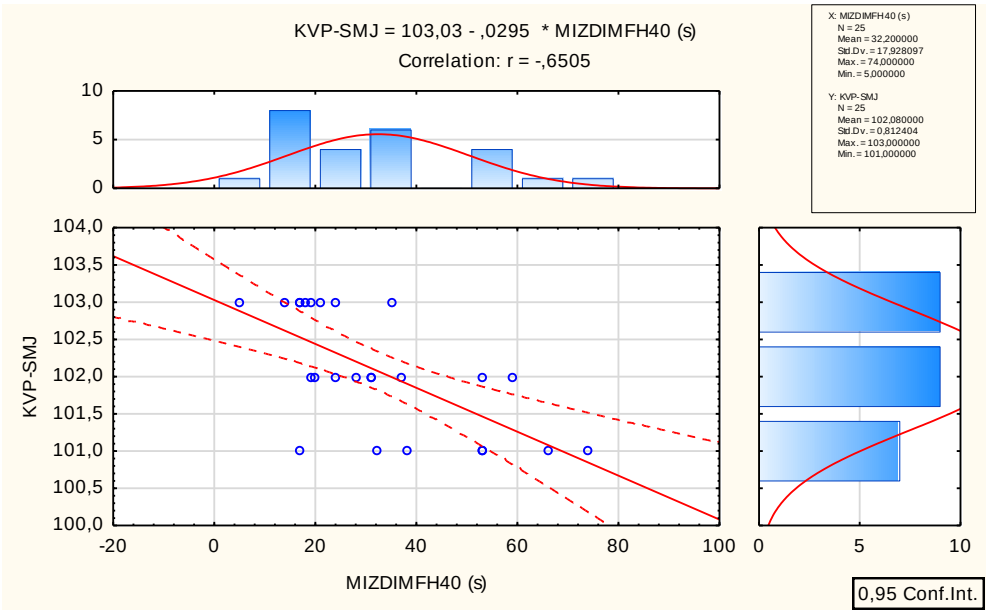
Tablica 12. Koeficijent korelacije između testa za procjenu snažne izdržljivosti i penjačkoj razini u disciplinama *boulder* (KVP-SMJ) *i težinsko* (KVP-BO)

	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
Varijable	KVP-SMJ	KVP-BO
MIZDIMFH40 (s)	-0,66	-0,68

Slika 50. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu za procjenu snažne izdržljivosti (MIZDIMFH40) i razini penjanja (KVP – BO) u disciplini *boulder*



Slika 51. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu za procjenu snažne izdržljivosti (MIZDIMFH40) i razini penjanja (KVP – SMJ) u disciplini *težinsko*



Fleksibilnost u ovom istraživanju nije pokazala statistički značajnu korelaciju s ispenjanom ocjenom u obje discipline (tablica 13.). Iako, nije postojala korelacija autor ovakav rezultat pripisuje generalno lošim rezultatima na svim razinama. Praktično gledano, veća fleksibilnost omogućuje penjaču veći izbor za ostvarivanje kontaktnih točaka i postavljanja tijela u idealniju poziciju što olakšava kretanje kroz smjer. Iako je razni autori (Magiera, Roczniok, Maszczyk, Czuba, Kantyka, & Kurek, 2013) povezuju s ispenjanom ocjenom ovim radom nije utvrđena ta povezanost, niti razlika imeđu grupa s obzirom na razinu penjanja.

Tablica 13. Koeficijent korelacije između testova za procjenu fleksibilnosti i penjačkoj razini u disciplinama *boulder(*KVP-BO) *i težinsko* (KVP-SMJ

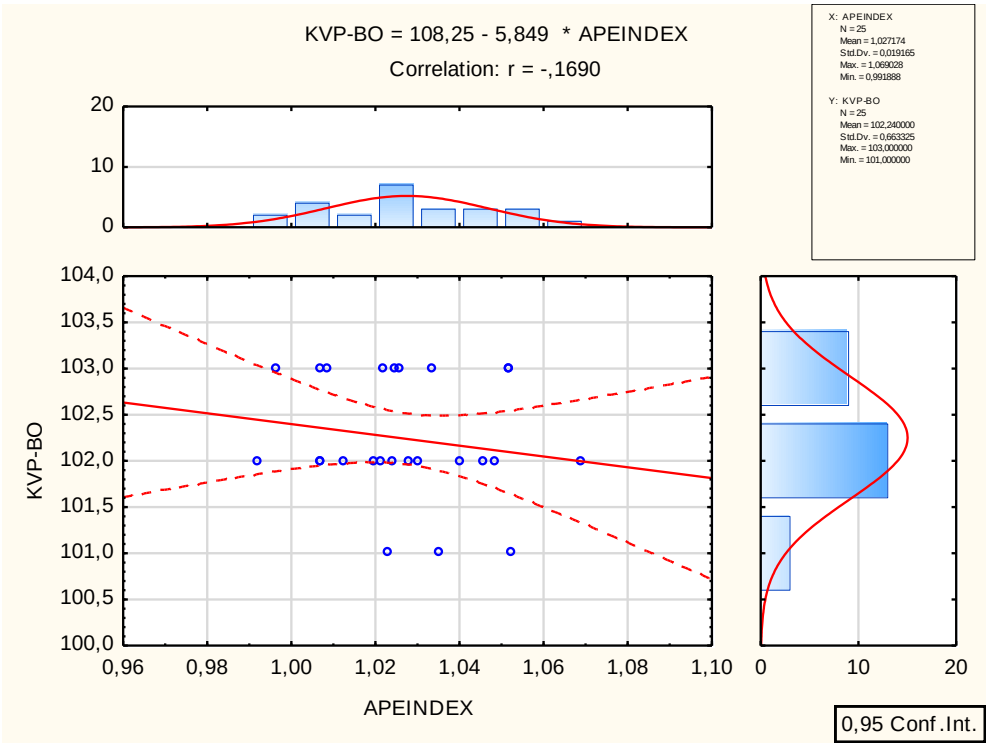
	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
Varijable	KVP-BO	KVP-SMJ
MFLPRR (cm)	-0,03	-0,07
MFLPLŽDN (st)	0,15	0,11
MFLPLŽLN (st)	0,02	-0,05
MFLZLŽDN (st)	-0,05	-0,06
MFLZLŽLN (st)	-0,29	-0,28
MFLRLŽ (st)	-0,12	-0,22
MFLOLBDN (st)	-0,05	-0,27
MFLOLBLN (st)	0,08	-0,13
MFLFGD (cm)	-0,08	-0,18
MFLFGL (cm)	0,04	-0,02
MFLIP (cm)	-0,21	-0,13

Tablica 14. Koeficijent korelacije između omjera raspona ruku i visine tijela (APEINDEX) i penjačkoj razini u disciplinama *boulder(*KVP-BO) *i težinsko* (KVP-SMJ)

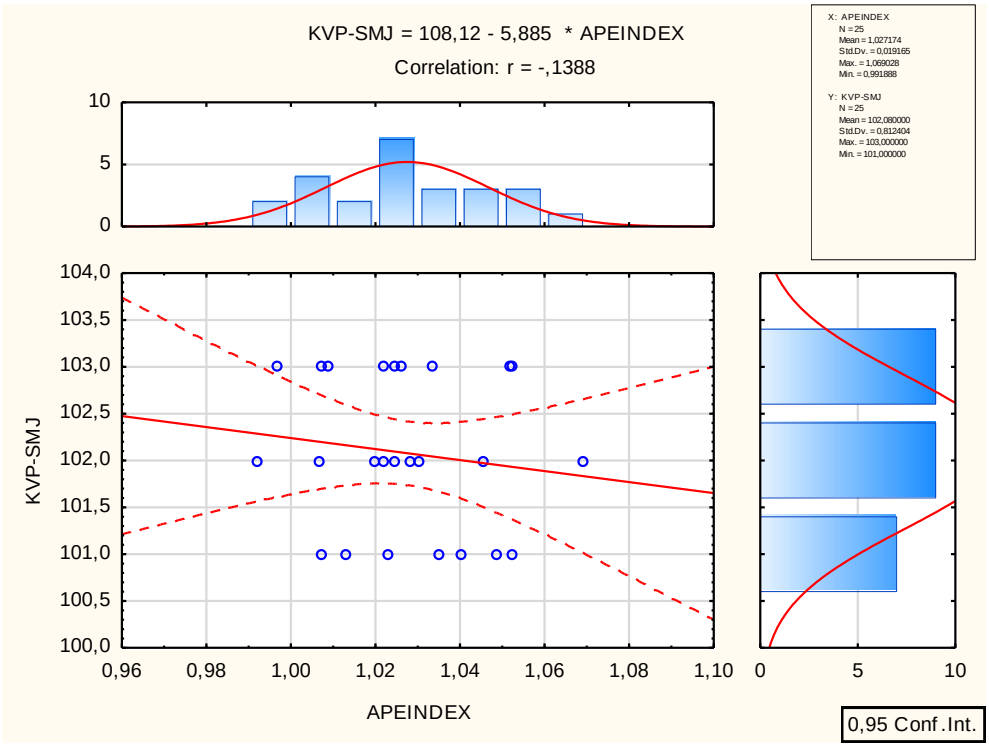
	Korelacije su značajne pri **p < ,05**	
Varijable	KVP-BO	KVP-SMJ
APEINDEX	-0,17	-0,14
AV%M (%)	0,28	0,29

Visok stupanj povezanosti, odnosno statistički značajna povezanosti nije dokazana u varijablama APEINDEX i AV%M s ocjenom u *težinskom* (slika 49.) i *boulder* penjanju (tablica 14.). Odnos između raspona ruku i visine tijela „ape index“ pokazao je neznatnu povezanost s ispenjanom ocjenom u obje discipline KVP-BO i KVP-SMJ (tablica 30.). Ovi rezultati nisu u skladu rezultata dobivenih u radu (Laffaye, Levernier, & Collin, 2015) gdje je utvrđena korelacija između „ape index-a“ i uspješnosti u *boulderingu*. Iako u penjačkom svijetu APEINDEX (slike 52. i 53.) uvriježeno je da penjači većeg „apeindex-a“ su ujedno i uspješniji. Mnoga istraživanja dokazala su suprotno. Subjektivnost ocjena, velika raznolikost u rasporedu i obliku hvatišta omogućava penjačima različitih dimenzija napredak na ljestvici ocjena. Na primjer, određena osoba neće moći svladati određeni smjer jer su joj hvatišta predaleko i ne postoji način da svlada taj smjer. No, u smjeru koji više odgovara tom penjaču po stilu i rasporedu hvatišta koji je i „teži“ od smjera kojeg osoba nije mogla svladati tada taj penjač ima više šanse za uspjeh. Postotak potkožnog masnog tkiva AV%M (slike 54. i 55.) nije korelirao s ocjenama, ali ako penjač ima 20, 25 ili više posto potkožnog masnog tkiva, tada redukcijom „balastne mase“ penjač smanjuje svoju ukupnu masu što će se reflektirati na njegovu relativnu jakost prstiju i u konačnici razini penjanja.

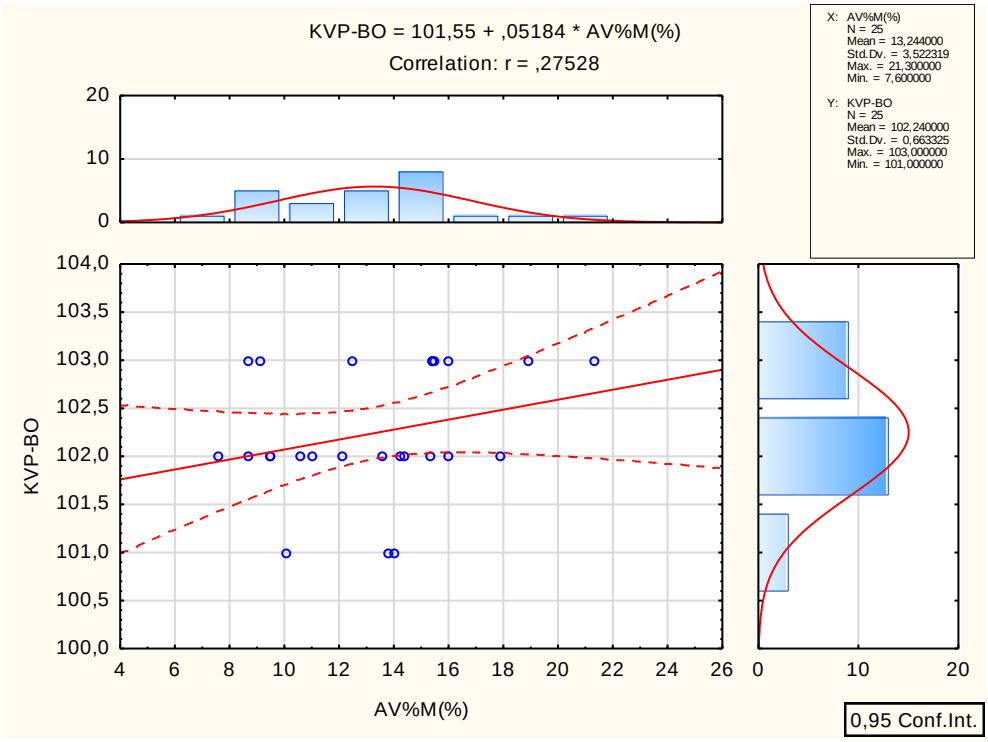
Slika 52. Koeficijent korelacije između omjera raspona ruku i visine tijela APEINDEX i penjačkoj razini u disciplini *boulder* KVP-BO



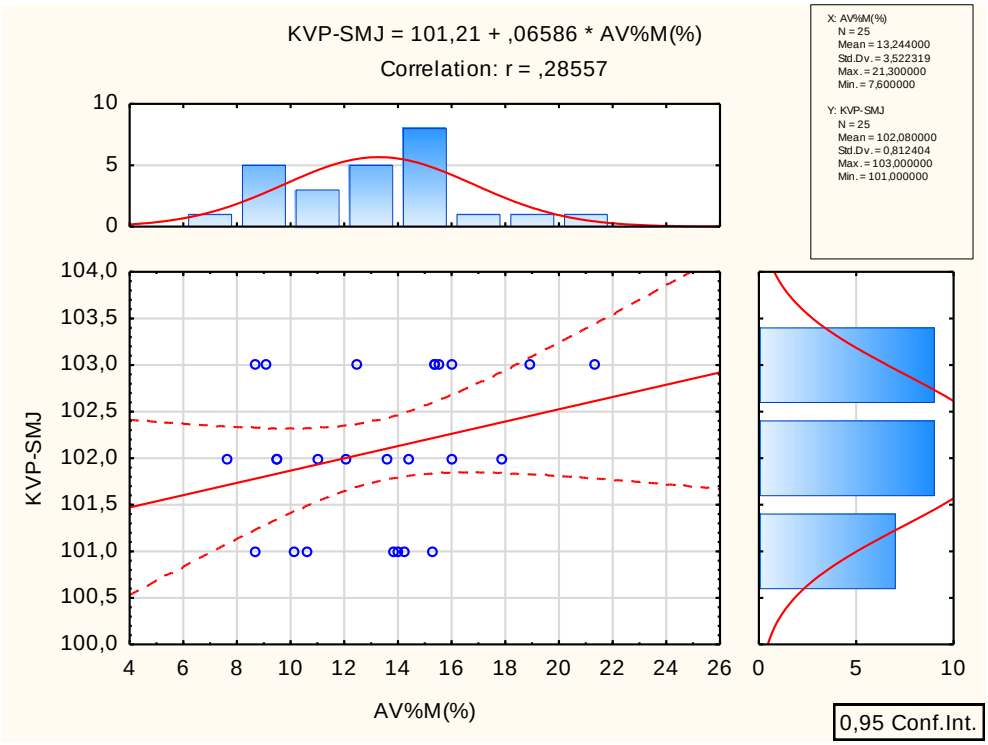
Slika 53. Koeficijent korelacije između omjera raspona ruku i visine tijela (APEINDEX) i penjačkoj razini u disciplini *težinsko* (KVP-SMJ)



Slika 54. Koeficijent korelacije između postotka potkožnog masnog tkiva (AV%M) i penjačkoj razini u disciplini *boulder* (KVP-BO)

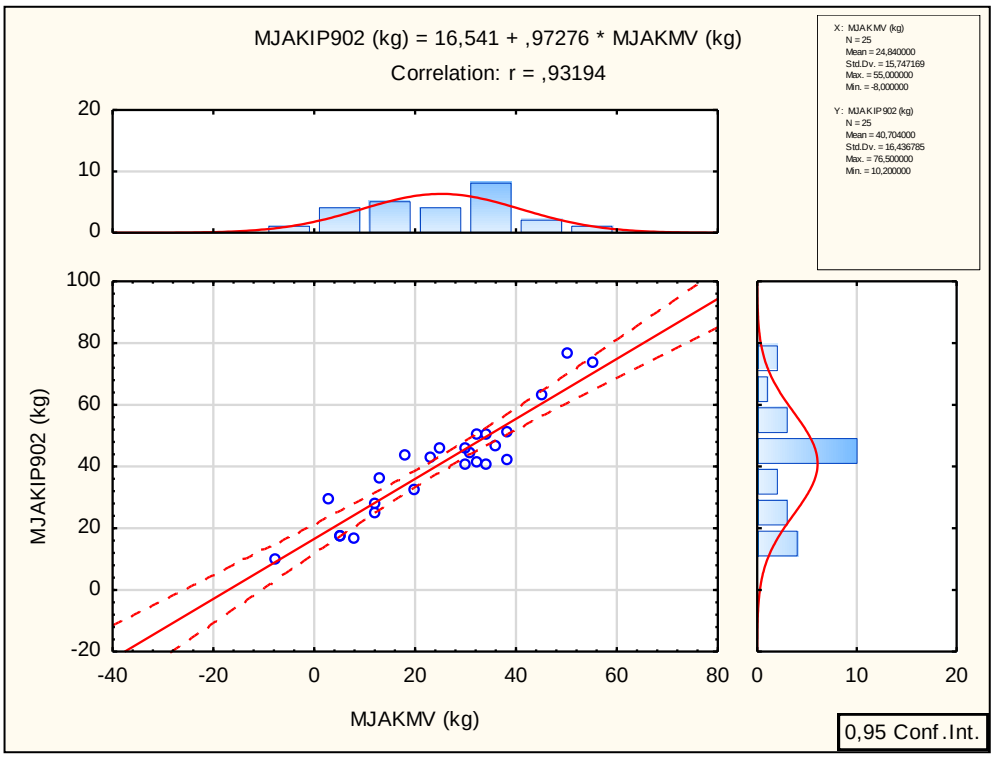


Slika 55. Koeficijent korelacije između postotka potkožnog masnog tkiva (AV%M) i penjačkoj razini u disciplini *težinsko* (KVP-SMJ)



Još jedna vrijednost ovog rada odnosi se na grafički prikaz na slici 56. Pokazuje da postoji vrlo visoka povezanost između rezultata u testu (MJAKIP902) i (MJAKMV) koja iznosi r= 0,93. Prema saznanju autora ovo je prvi put da se koristi viseći senzor za mjerenje sile. Vrijednost ovog testa leži u većoj jednostavnosti korištenja, preciznosti i sigurnosti. U testu maksimalnog višenja (MJAKMV) problem leži u tome jer je potrebno provesti više mjerenja kako bi se odredilo maksimalno ponavljanje (1RM), veliko vanjsko opterećenje predstavlja potencijalno opasan test, gdje se u praksi ne može primjenjivati s mlađim dobnim kategorijama zbog mogućnosti ozljeda. Također, postoji prostor za razvoj ovog mjernog instrumenta koji bi prikazivao grafove prirasta sile, te njezinu stabilnosti što bi u konačnici dalo dodatne informacije i parametre o funkcioniranju fleksora podlaktice.

Slika 56. Koeficijent korelacije između vrijednosti postignutih u testu maksimalnog višenja (MJAKMV)i testu izometričkog povlačenja s 90°u zglobu lakta na hvatu debljine 2 cm (MJAKIP902)



7. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati u ovom istraživanju u vidu morfoloških razlika nisu se podudarali s rezultatima dobivenih u drugim istraživanjima gdje je morfologija objašnjavala u većoj mjeri uspjeh. Ovakvi rezultati dobiveni su djelomično iz razloga jer je izostala elitna grupa penjača i malog uzorka unutar grupa. To može biti i razlog subjektivnosti penjačkih ocjena gdje „lakše“ ocijenjen smjer određenom penjaču nižeg rasta može predstavljati puno veći napor u izvođenju određenih pokreta u odnosu na penjača višeg rasta, što utječe na subjektivnost težine pojedinih smjerova. Kada se pogledaju rezultati za procjenu bazične jakosti razlike nisu postojale unutar dvije od tri razine penjača. Ukazujući na to da ispitanici zadnje razine posjeduju zadovoljavajuću razinu jakosti, no kada je testirana maksimalna jakost prstiju postojale su značajne razlike između razina. Također, analizirajući specifičnu eksplozivnost mogla se uočiti razlika između određenih grupa. Većim uzorkom vjerojatno bi se utvrdila statistički značajna razlika između grupa. Penjači više razine posjeduju veću razinu repetitivne snage, što im omogućava povezivanje više težih pokreta. Kada se promatraju penjači iz dvije različite discipline mogla se uočiti razlika između rezultata u značajnosti pojedinih dimenzija. Za tu razliku odgovoran je različiti zahtjev disciplina što uzrokuje razvoj drugačijeg skupa sposobnosti. Nadalje, visok stupanj koeficijenta korelacije između rezultata postignutih lijevom i desnom rukom što ukazuje na bilateralna simetričnost penjača. Promatrajući rezultate u testovima za procjenu jakosti prstiju i specifičnoj eksplozivnoj snazi proizlazi praktičan zaključak da su penjači veće razine sposobniji proizvesti više sile na hvat, što znači da s manjih hvatišta mogu doseći više/dalje nego penjači niže razine. Sposobniji su ponavljati određeni rad duže vrijeme. Fleksibilnost kao jedna od sposobnosti koji je prema nekim autorima bila značajna za uspješnost nije bila statistički značajna, no zbog generalno loših rezultata ispitanika, razvoj ove sposobnosti ne bi trebalo zanemarivati. Antropometrija nije značajno korelirala s ocjenama, osim u opsezima donjih udova ukazujući na to da nije potrebno razvijati mišićnu masu donjih ekstremiteta što će se odraziti porastom u masi tijela. Potkožno masno tkivo nije značajno koreliralo s ocjenama, no ekscesivni postotak masti u tijelu neće se pozitivno odraziti na penjačke sposobnost. Snažna izdržljivost je pokazala statistički značajne rezultate, ali za bolje razumijevanje i razlikovanje penjača potrebno je provesti testiranja drugih tipova izdržljivosti. ,

Krajnji zaključak ovog rada je da penjači veće razine posjeduju više jakosti u prstima i gornjim udovima, te eksplozivnosti i repetitivne snage. Dakako, za napredak se ne treba

fokusirati samo na ove komponente već i na razvoj fleksibilnosti, te ako postoji problem sa većim postotkom masti u tijelu treba utjecati na njezinu redukciju, kao i stabilnosti trupa što predstavlja glavnu kariku u povezanosti perifernih dijelova tijela. Iako nije bilo predmet ovog istraživanja napredak u tehničkoj i psihološkoj komponenti također će se reflektirati na razinu penjanja.

U budućim istraživanjima na ovu temu trebalo bi provest istraživanje s većim uzorkom ispitanika koji su homogeniji po razinama, disciplinama u kojima su aktivni kako bi se dobili precizniji rezultati. Također, razvoj testiranja s visećim senzorom koji bi ubrzao protokol testiranja, kao i veći fokus na razvoj testova za procjenu komponente izdržljivosti, te jakosti i stabilnosti trupa.

8. LITERATURA

Balaš, J., Mrskoč, J., Panačkova, M., & Draper, N. (2014). Sport-specific finger flexor strength assessment using electronic scales. *Sports Technology, 7*(4), 151-158.

Baláš, J., PanáIková, M., Strejcová, B., Martin, A. J., Cochrane, D. J., Kaláb, M., i dr. (2014). The Relationship between Climbing Ability and Physiological. *The Scientific World Journal*.

Baláš, J., Pecha, O., Martin, A., & Cochrane, D. (2012). Hand–arm strength and endurance as predictors of. *European Journal of Sport Science, 12*(1), 16-25.

Bertuzzi, R., Franchini, E., Kokubun, E., & Kiss, M. A. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European Journal of Applied Physiology, 101*(3), 293–300.

Booth, J., Marino, F., Hill, C., & Gwinn, T. (1999). Energy cost of sport rock climbing in elite. *British Journal of Sports Medicine, 33*(1), 14-18.

Bourne, R., Halaki, M., Vanwanseele, B., & Clarke, J. (2011). Measuring Lifting Forces in Rock Climbing. *Journal of Applied Biomechanics, 27*(1), 40-46.

Cordier, P., Mendès, M. F., Pailhous, J., & Bolon, P. (1994). Entropy as a global variable of the learning process. *Human Movement Science, 13*(6), 745-763.

De Geus, B., Villanueva O'Driscoll, S., & Meeusen, R. (2006). Influence of climbing style on physiological responses during indoor rock climbing on routes with the same difficulty. *European Journal of Applied Physiology, 98*(5), 489-496.

Dovgalecs, V., Boulanger, J., Orth, D., Herault, R., Ceur Jolly, J. F., Davids, K., i dr. (2014). Movement phase detection in climbing. *Sports Technology, 7*(4), 74–182.

Draper, N., Brent, S., Hodgson, C., & Blackwell, G. (2009). Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *nternational Journal of Performance Analysis of Sport, 9*(1), 67-.89.

Draper, N., Dickson, T., Blackwell, G., Priestley, S., Fryer, S., Marshall, H., i dr. (2011). Sport-specific power assessment for rock climbing. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 51*(3), 417-425.

Draper, N., Dickson, T., Fryer, S., & Blackwell, G. (2011). Performance differences for intermediate rock climbers who successfully and unsuccessfully attempted an indoor sport climbing route. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 11*(3), 450-463.

Findak, V. M.-m. (1998). *Primijenjena kineziologija u školstvu-motorička znanja.* Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.

Fryer , S., Stone , J., Sveen , J., Dickson , T., España-Romero , V., Giles , D., i dr. (2017). Differences in forearm strength, endurance, and hemodynamic kinetics. *European Journal of Sport Science, 17*(9), 1177-1183.

Fryer, S., Stoner, L., Witter, T. G., Nick, D., Scarott, C., Lucero, A., i dr. (2014). Forearm oxygenation and blood flow kinetics. *Journal of Sports Sciences, 33*(5).

Gáspari, A., Berton, R., Lixandrão, M., Chacon-Mikahil, M., Perlotti Piunti, R., & Bertuzzi, R. (2015). The blood lactate concentration responses. *Science & Sports, 30*(4), 228—231.

Goddard, D., & Neumann , U. (1993). *Performance rock climbing.* Leicester, UK: Cordee.

Hörst, E. (2003). *Training for climbing: the definitive guide to improving your climbing performance.* Guilford: A Falcon guide.

HPS. (2018). *PRAVILNIK O NATJECANJIMA U SPORTSKOM PENJANJU*. Preuzeto s mreže 20. Lipanj 2018 s: ww.hps.hr/files/data/21/Pravilnik%20o%20natjecanjima%20u%20sportskom%20penjanju%20u%20HPS-u.pdf

Laffaye, G., Levernier, G., & Collin, J. M. (2015). Determinant factors in climbing ability:. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 26*(10), 1151-1159.

Magiera, A., Roczniok, R., Maszczyk, A., Czuba, M., Kantyka, J., & Kurek, P. (2013). The Structure of Performance of a Sport Rock Climber. *Journal of Human Kinetics*, 36, 107-117 . Magiera, A., & Ryguła, I. (2007). Biometric model and classification functions in sport climbing. *Journal of Human Kinetics, 36*(1), 87-98.

Michailov, M., & Schöffl, V. (2009). Anthropometric and strength characteristics of world class boulderers. *Medicina Sportiva, 13*(4), 231–238,.

Milanović, D., Šalaj, S., & Gregov, C. (2011). Nove tehnologije u dijagnostici pripremljenosti sportaša. *20*, str. 37-50. 20. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske.

Puletić, M., & Stanković, D. (2014). The influence of somatotype components on succes in sport climbing. *Physical Education and Sport, 12*(1), 105 - 111.

Stanković, D., Ignjatović, M., Raković, A., Puletić, M., & Hodžić, S. (2014). The strength structure of sport climbers. *Physical Education and Sport, 12*(1), 11-18.

Sylvester, A., Christensen, A., & Kramer, P. (2006). Factors influencing osteological changes in the hands and fingers of rock climbers. *Jurnal of Anatomy, 209*(5), 597-609.

Seifert, L., Dogvalecs, V., Boulanger, J., Orth, D., Herault, R., & David, K. (2014). Full-body movement pattern recognition in climbing. *Sports Technology, 7*(4), 166–173.

Wikipedia. (2018). *Fontainebleau rock climbing*. Preuzeto s mreže 20. lipanj 2018 s https://en.wikipedia.org/wiki/Fontainebleau_rock_climbing