Razlike u ventilacijskim i metaboličkim parametrima između progresivnih testova opterećenja na veslačkom ergometru sa i bez klizača

Gulin, Jere

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:117:940568

Rights / Prava: Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Jere Gulin

RAZLIKE U VENTILACIJSKIM I METABOLIČKIM PARAMETRIMA IZMJERENIM NA VESLAČKOM ERGOMETRU SA I BEZ KLIZAČA

(diplomski rad)

Mentor:

doc.dr.sc. Vlatko Vučetić

Zagreb, srpanj 2017.

RAZLIKE U VENTILACIJSKIM I METABOLIČKIM PARAMETRIMA IZMJERENIM NA VESLAČKOM ERGOMETRU SA I BEZ KLIZAČA

Sažetak

S obzirom na dokazane prednosti upotrebe veslačkog ergometra s klizačima, cilj je bio utvrditi razlike u ventilacijskim i metaboličkim parametrima dobivenim u progresivnim testovima opterećenja na veslačkom ergometru bez i sa klizačima, kako bi se mogao donijeti zaključak da li je uputnije koristiti klizače prilikom testiranja na veslačkim ergometrima. Uzorak ispitanika se sastojao od 12 veslača nacionalnog i internacionalnog ranga (dob = 20,0 ± 3,1 godina, tjelesna težina = 82,9 ± 8,5 kg, tjelesna visina = 188,5 ± 7,3 cm). Analizirane su razlike pri anaerobnom pragu i maksimalnom dosegu u testu u varijablama apsolutnog i relativnog VO_2, frekvencije srca, pulsa O_2, apsolutnog i relativnog maksimalnog opterećenja, dišnog volumena, frekvencije disanja, minutne ventilacije te izdržaja u anaerobnoj zoni. Proveden je progresivni test opterećenja (start 150W uz porast opterećenja od 25W svakih 60 sek). Dobiveni rezultati ukazuju da ne postoje značajne razlike u vrijednostima apsolutnog i relativnog VO_{2max}, kao ni u vrijednostima frekvencije srca i maksimalnog dostignutog opterećenja. Značajne razlike nisu utvrđene ni u ventilacijskim i metaboličkim parametrima pri anaerobnom pragu. Analizom Pearsonovog koeficijenta korelacije utvrđena je visoka povezanost ostvarenih rezultata u obje varijante test protokola u većini parametara. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da se u testiranjima mogu koristiti obadva načina korištenja ergometra, s napomenom da su svi ispitanici izjavili da ima korištenje klizača na ergometru pomaže u postizanju boljeg „osjećaja“ veslanja.

Ključne riječi: veslanje, učinkovitost, primitak kisika, anaerobni prag, progresivni test

DIFFERENCES IN VENTILATORY AND METABOLIC PARAMETERS OBTAINED ON ROWING ERGOMETER WITH AND WITHOUT SLIDERS

Summary

Main goal of this study was to determine differences between ventilatory and metabolic parameters obtained in incremental test on two different rowing ergometers, one with and one without slides, so it would be possible to conclude is it recommendable to use sliders while testing on rowing ergometers. The sample was consisted of 12 male rowers of national and international level (age = 20,0 ± 3,1 years, body weight = 82,9 ± 8,5, body height = 188,5 ± 7,3 cm). Variables analyzed are absolute and relative VO_{2max}, maximal heart rate, absolute and relative maximal load, maximal oxygen pulse, maximal heart ventilation rate, absolute and relative VO_2 uptake at anaerobic threshold, load at anaerobic threshold, heart rate at anaerobic threshold, load at anaerobic threshold, endurance in anaerobic zone and load in anaerobic zone. The incremental test was used (start at 150W with incremental steps of 25W every 60 seconds). Obtained data shows that there are no significant differences in absolute and relative VO_{2max} uptake, in maximum heart rate or maximal load achieved. Significant differences were not found in ventilatory and metabolic parameters at anaerobic threshold. By the analysis of Pearson's correlation coefficient, a high correlation rate was determined in both test variations in most variables. From obtained results, it is possible to conclude that it is possible to use both of these two types of rowing ergometers, with remark that all the participants have stated that ergometer with slides helps them in achieving better "feel" of rowing.

Key words: rowing, efficiency, oxygen uptake, anaerobic threshold, incremental test

Sadržaj:

1. UVOD.....4

1.1. Veslanje.....5

1.1.1. Klasifikacija.....5

1.2. Dijagnostički postupci u sportu.....7

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....9

3. METODE RADA.....12

3.1. Uzorak ispitanika.....12

3.2. Uzorakvarijabli.....12

3.3. Opis protokola testiranja.....14

3.4. Mjerna oprema.....14

3.5. Metode obrade podataka.....14

4. REZULTATI I DISKUSIJA.....16

5. ZAKLJUČAK.....30

6. LITERATURA.....31

1. Uvod

Metode treninga i pomagala koja se koriste u treningu uvelike mogu pridonijeti postizanju kvalitetnog rezultata, odnosno nedostatak istih značajno može usporiti tijek ostvarivanja punog potencijala sportaša. U veslanju, osim očite opreme veslačkog čamca i vesala, glavni rekvizit je veslački ergometar. U praksi se najčešće upotrebljava veslački ergometar bez klizača prilikom dijagnostike stanja sportaša, iako su neka istraživanja utvrdila veću povezanost veslačkog ergometra sa klizačima i stvarnog veslanja u čamcu na vodi. Veslački ergometar se prvi put koristi prije više od 140 godina, kada su zabilježene prve prijave patenata za veslački ergometar u SAD-u. Tek dolaskom modela iz tvornice tvrtke Concept2 (Morrisville, SAD) 70-ih godina i standardizacijom upotrebe tih modela moguće je pratiti rezultate i uspoređivati ih (Flood i Simpson, 2012). Tijekom natjecateljske godine, dakle trenažnog makrociklusa, velika većina trenažnih sati otpada na veslanje na veslačkim ergometrima. Budući da je njihova uloga približiti pokret što je moguće više pokretu veslanja na vodi u uvjetima kada nije moguće trenirati na vodi, postaju idealno pomoćno sredstvo u treningu veslača. Veslanje kao sport konstantno evoluira, bilo u vidu opreme, načina treniranja ili na kraju samih rezultata. Veliki obol tome daju i znanstvena istraživanja koja se očituju kroz dijagnostiku stanja treniranosti veslača i praćenje njihovih sposobnosti kroz natjecateljsku sezonu, te davanje povratnih informacija trenerima i stručnim stožerima veslačkih ekipa.

Osnovni cilj ovog diplomskog rada je utvrđivanje postojanja razlika i koeficijenta korelacije u metaboličkim i ventilacijskim parametrima postignutih kod veslača u progresivnom testu opterećenja na dva različita načina korištenja veslačkog ergometra. Prvi način se odnosi na veslački ergometar u mirovanju, dakle u stabilnoj poziciji, dok se drugi način odnosi na veslački ergometar postavljen na specijalne klizače, koji omogućuju kretanje veslača koje je slično kretanju u čamcu. Cilj se također odnosio na utvrđivanje mogućnosti upotrebe veslačkog ergometra s klizačima s obzirom na činjenicu da veslači u pravilu preferiraju veslanje u takvom obliku kad je u pitanju veslanje na ergometrima.

1.1. Veslanje

Još u prvobitnoj zajednici se spominje određeni oblik veslanja, dakle najstariji materijalni dokaz o veslanju je čamac izrađen od izdubljenog debla bora. Star je 6000 godina i pronađen je na području današnje Španjolske. U bazi podataka olimpijskih igara nema rezultata sa prvih olimpijskih igara u veslanju, razlog tome su vremenske neprilike koje su onemogućile održavanje natjecanja i ono je otkazano. Tako prvi zapisi o veslanju na modernim olimpijskim igrama potječu iz 1900. godine. (Jajčević, 2010.) Od tada pa do danas na svakim olimpijskim igrama se održavalo natjecanje u veslanju. Kroz povijest se najčešće održavaju natjecanja među studentima kao i u ostalim sportovima. Tako su danas svjetski najpopularnije Henley Royal Regatta i sveučilišna utrka između osmeraca Oxforda i Cambridgea.

1.1.1. Klasifikacija

U veslanju postoje muške i ženske discipline u teškoj i lakoj kategoriji. Laka kategorija je kod muškaraca do 72.5 kg, odnosno prosjek posade ne smije biti veći od 70 kg. Kod žena je do 59 kg, odnosno prosjek posade ne smije biti veći od 57 kg. Discipline se dijele na rimen i skul. Osnovna razlika je u tome što u skul disciplinama svaki veslač upravlja s dva vesla dok u rimen disciplinama svaki veslač upravlja s jednim veslom. Skul discipline su samac, dubl-skul i četverac-skul, a rimen discipline su dvojac s kormilarom, dvojac bez kormilara, četverac s kormilarom, četverac bez kormilara i kraljevsku disciplinu - osmerac.

Na posljednjim olimpijskim igrama u Rio de Janeiru, 2016. godine veslačko natjecanje se održavalo u sljedećim disciplinama: samac (1X), dubl-skul (2X), dvojac bez kormilara (2-), četverac-skul (4X), četverac bez kormilara (4-) i osmerac (8+). Za lake veslače su discipline dubl-skul (2X) i četverac bez kormilara (4-), a kod žena samo laki dubl-skul (2X). Kategorizacija po dobi veslača u Hrvatskoj se radi na sljedeći način: kod muškaraca i žena jednako, mlađi kadeti do 12 godina, kadeti od 13-14 godina, mlađi juniori od 15-16 godina, juniori od 17-18 godina, mlađi seniori (B) 19-23 godine i seniori (A) iznad 23 godine. Postoji još i veteranska kategorizacija od 27 godina na dalje i označava se abecednim redom po 5 godina.

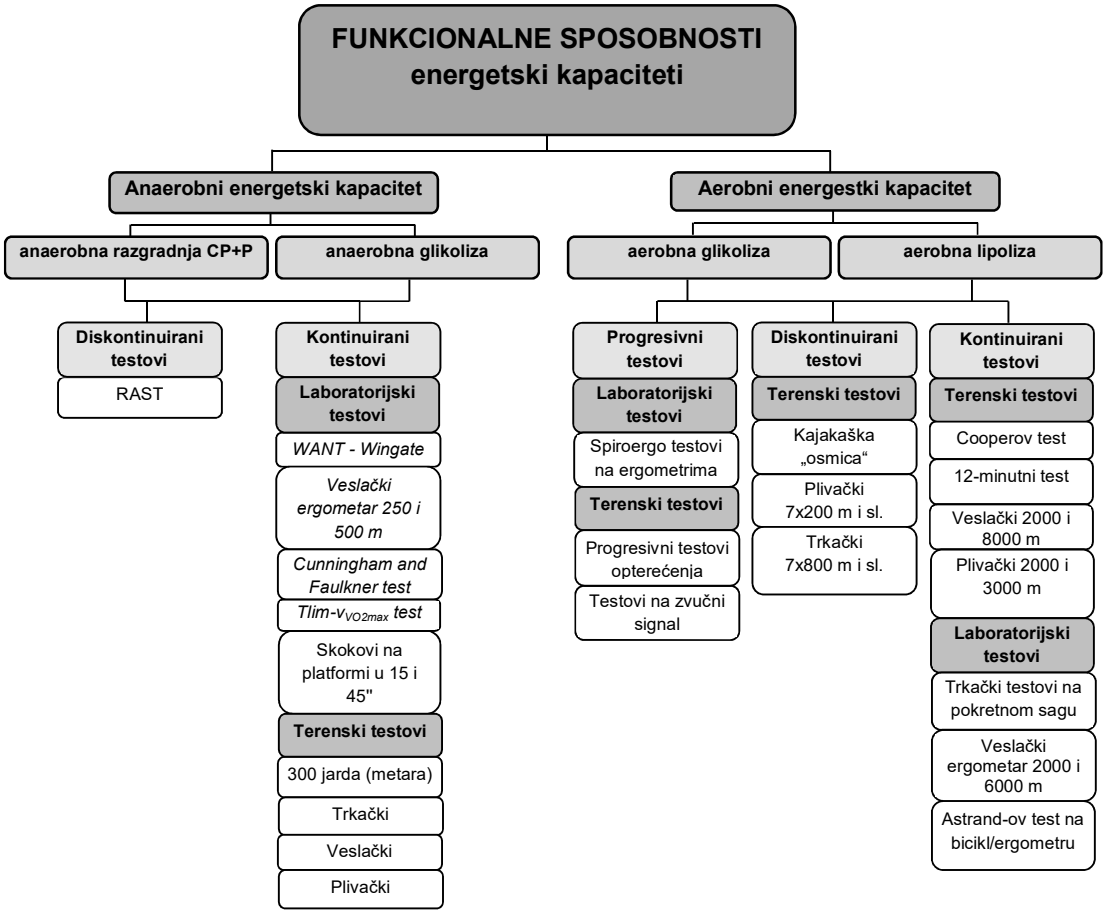
Veslačke utrke se održavaju na dužini od 2000 m za seniore, juniore i veterane. Na 1000 m utrke za kadete i na 500 m utrke za mlađe kadete. Jednako pravilo vrijedi i za

muškarce i žene. Veslačka staza se obično sastoji od 8 pruga od 0-7. Sve staze koje su rađene po standardu FISA-e, međunarodne veslačke organizacije, imaju odijeljene pruge plutačama od starta do cilja. Prvih 100 m starta i zadnjih 100 m cilja je označeno crvenim plutačama. Na svakih 250-500 m je oznaka na obali uz stazu da bi se veslači mogli orijentirati. Veslačko natjecanje se može održavati na svakoj vodenoj površini duljoj od 2500 m. Mora imati oznake starta, sredine i cilja staze, osim ako se radi o nekom natjecanju po standardima FISA-e. Veslačku utrku sudi najmanje 4 sudca: starter, glavni sudac, sudac u cilju i voditelj kontrolne komisije. Natjecanja su raspoređena tako da se prvo pristupa kvalifikacijama, te na osnovu plasmana odnosno postignutog vremena prolazi u daljnju fazu ili se to pokušava kroz repesaž. Ovisno o broju prijavljenih natjecatelja sastavljaju se četvrtfinala, polufinala i finala. Finala mogu biti A (od 1.-6. mjesta), B (od 7. do 12. mjesta), C (od 13. do 18. mjesta) te najčešće zaključno s D finalom (od 19. do 24. mjesta). Medalje osvajaju samo tri prvoplasirana natjecatelja u A finalu (FISA rule book, 2017).

1.2. Dijagnostički postupci u sportu

Prema Vučetiću i Sporišu (2016:115): „Smisao je dijagnostike utvrditi stanje subjekta te planirati i programirati proces vježbanja kako bi došlo do poželjnih transformacijskih promjena ili zadržavanja postignute razine osobina i sposobnosti. Dijagnostiku koristimo u svim primijenjenim područjima kineziologije (kineziologija sporta, kineziološka edukacija, rekreacija i kineziterapija)“. Postoje različiti oblici dijagnostičkih postupaka koji se mogu dijeliti s obzirom na lokaciju izvođenja (laboratorijski i terenski), s obzirom na karakter testa (specifične i nespecifične), s obzirom na vrstu opterećenja (fiksno i progresivno opterećenje) te s obzirom na način izvedbe (kontinuirani i diskontinuirani) (Vučetić, 2009).

Slika 1. Testovi za procjenu funkcionalnih sposobnosti (Vučetić, 2009)



Parametri koji se najčešće koriste za procjenu funkcionalnih sposobnosti su, prema Vučetić i Šentija (2004.), maksimalni primitak kisika (VO_{2max}) koji se definira kao ona razina primitka kisika u minuti pri kojoj daljnje povećanje radnog opterećenja ne dovodi

do daljnjeg povećanja primitka kisika. VO_{2max} se definira i kao maksimalna količina kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti pri intenzivnoj tjelesnoj aktivnosti. Drugi parametar se odnosi na anaerobni prag, koji znači maksimalni intenzitet radnog opterećenja pri kojemu su akumulacija mliječne kiseline i njena razgradnja u ravnoteži. Navedeni parametri određuju se provedbom laboratorijskog ili terenskog mjerenja ventilacijskih i metaboličkih parametara (spiroergometrija). Anaerobni prag se najčešće dostiže pri intenzitetu od 80-90% VO_{2max} (u ne-sportaša pri 65 - 70% VO_{2max}, a u treniranih osoba čak i pri 95% VO_{2max}, ovisno o trenažnom ciklusu u kojemu se mjerilo), uz koncentraciju mliječne kiseline u krvi od oko 3-5 mmola/L (Viru, 1995).

2. Dosadašnja istraživanja

Pregledavajući dostupnu literaturu primjetno je da u veslanju postoji jako veliki broj istraživanja na temu analize funkcionalnih sposobnosti. Ono što je primjetno je da ne postoji prevelik uzorak znanstvenih radova na temu usporedbe dva različita testa, sprave ili protokola za dijagnostiku funkcionalnih sposobnosti. U ovom poglavlju biti će prikazani radovi povezani s ciljem ovog diplomskog rada, dakle s analizom funkcionalnih sposobnosti te usporedbom dva ili više različitih testova.

U istraživanju Mello i sur. (2014) na uzorku od 8 ispitanika, odraslih veslača (dob 23,8 ± 5,5 godina, tjelesna težina 81,4 ± 6,7 kg, tjelesna visina 184,0 ± 5,8 cm), provedena su dva testa diskontinuiranog progresivnog opterećenja na veslačkom ergometru sa klizačima i bez klizača te usporedba ta dva testa s rezultatima simulirane utrke na 2000m. Praćeni su metabolički parametri (VO_{2max}, frekvencija srca i koncentracija laktata u krvi). Cilj istraživanja je bio utvrđivanje razlika u spomenutim parametrima, te utvrđivanje korelacije rezultata postignutih na ergometrima s rezultatima postignutim na simulaciji utrke na 2000m. Provodio se isti protokol u oba oblika testa na ergometru. Veslači su se zagrijavali 10 minuta na proizvoljnom tempu i opterećenju, jedini uvjet je bio da budu konstantni. Nakon toga veslali su 3 minute s 30 sekundi oporavka između intervala. Početno opterećenje je iznosilo 150 W, te svaki sljedeći interval opterećenje podizano za 50 W. Test se izvodio do otkaza, odnosno do trenutka kad veslač duže od tri sekunde više nije mogao održavati zadano opterećenje. Uzorak laktata je uziman u mirovanju, između svakog intervala rada te 1, 3 i 5 minuta nakon završetka testa. Protokol za test u kojem se simulirala utrka na 2000m metara se sastojao od desetominutnog zagrijavanja te simulacije utrke, odnosno nastojanja veslača da što prije preveslaju udaljenost od 2000m. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju ukazuju da postoji razlika u maksimalnom primitku kisika između dva testa na ergometru, no kad se pojedinačno uspoređuju s testom simulirane utrke na vodi nema značajne razlike. Korelacija je utvrđena u prosječnoj vrijednosti VO_{2max} u testu simulirane utrke sa maksimalnim vrijednostima primitka kisika u testu sa klizačima. Autori zaključuju da veslanje na ergometru sa klizačima ima više specifičnosti sličnih sa veslanjem na vodi u odnosu na veslanje na ergometru bez klizača.

Benson i sur. (2011) su usporedili biomehaničke i fiziološke vrijednosti ostvarene u testu opterećenja na 1000m, odveslanom na tempu utrke na 2000m na dva različita ergometra, jedan bez klizača i jedan s klizačima. Uzorak ispitanika se sastojao od 34 sveučilišna veslača, 17 muškaraca (dob 19,7 ± 1,1 god, visina 1,83 ± 0,07 m, težina 80,3 ± 9,20 kg) i 17 žena (20,2 ±. 1,2 god, visina 1,70 ± 0,08 m, težina 66,3 ± 8,2 kg). Utvrđeno je da su veslači na ergometru s klizačima veslali višim tempom (12,6 %) i nižim intenzitetom kako bi ostvarili slično izlazno opterećenje kao u veslanju na ergometru bez klizača. Rezultat toga je i veća fiziološka potrošnja na testu provedenom na veslačkom ergometru sa klizačima u odnosu na onaj bez klizača.

Mello i sur. (2009) su proveli istraživanje s ciljem usporedbe metaboličkih parametara u utrci na 2000m na tri različita načina, na vodi (u samcu), na ergometru bez klizača i na ergometru s klizačima. U istraživanju je sudjelovalo osam odraslih veslača. Autori navode značajno kraće vrijeme trajanja utrke na ergometrima u odnosu na veslanje na vodi. Zabilježene su veće vrijednosti u broja zaveslaja u minuti na ergometru sa klizačima u odnosu na ergometar bez klizača, kao i veća prosječna izlazna sila. Vršne vrijednosti primitka kisika su slične kod testa na ergometru s klizačima i testa na vodi, za razliku od testa na ergometru bez klizača.

Bernstein i sur. (2002) su uspoređivali ergonomsku učinkovitost različitih dizajna veslačkih ergometara. Uzorak od šest veslača elitnog ranga su testirani na dva različita dizajna veslačkog ergometra u trajanju od 20 minuta. Korišteni su veslački ergometri marke RowPerfect, jedan test je bio s pomičnim stolcem i „glavom“ uređaja, dok je u drugom testu „glava“ uređaja bila nepomična. Utvrđeno je da nema značajne razlike u izlaznom opterećenju, opterećenju po zaveslaju i metaboličkom opterećenju između dva različita dizajna veslačkog ergometra. Utvrđena je razlika od 53mm u duljini zaveslaja u testu s fiksiranom „glavom“ uređaja. Prosječna vrijednost snage po zaveslaju je veća u testu s fiksnim ergometrom u odnosu na pomičan ergometar. Autori zaključuju da su veća duljina zaveslaja i veće sile u zaveslaju rizični faktori za ozljeđivanje veslača.

Mahony i sur. (1999) provode istraživanje kojemu je cilj utvrđivanje fiziološkog odgovora u veslanju na veslačkom ergometru s otporom zraka i s frikcijskim opterećenjem. Istraživanje je provedeno na tri različita tipa veslačkih ergometara. Veslački ergometar Gjessing, koji je baziran na frikcijskom opterećenju, te dva modela RowPerfect veslačkog ergometra, sa fiksiranom „glavom“ uređaja i sa pomičnom „glavom“ uređaja. Promatrana je srčana frekvencija, primitak kisika, ventilacija zraka, koncentracija laktata u krvi.

Uzorak ispitanika se sastojao od deset lakih veslača nacionalne momčadi. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju upućuju na nepostojanje statistički značajne razlike u metaboličkim i ventilacijskim parametrima između tri testa provedena na tri različita ergometra, uz napomenu da su testirani veslači izjavili da im je bolji osjećaj veslanja na pomičnom RowPerfect ergometru za razliku od druga dva korištena ergometra.

3. Metode rada

3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika se sastoji od 12 muških veslača u dobi od 15 do 26 godina (Tablica 1). Ispitanici su veslači nacionalnog i internacionalnog ranga sa minimalno tri godine veslačkog iskustva kroz natjecanja. Svakom ispitaniku koji je sudjelovao u istraživanju objašnjena je svrha i cilj istraživanja, te su svi ispitanici dobrovoljno pristali na testiranje. Maloljetni ispitanici su pristupili istraživanju uz dozvolu roditelja/skrbnika. Prije početka testiranja ispitanicima je objašnjen protokol testiranja, te su svi bili upoznati s načinima vrjednovanja testa, odnosno uputa koje je potrebno slijediti zbog valjanosti testiranja.

Tablica 1. Deskriptivni parametri ispitanika

Rb.	Varijabla	AS±SD (min-max)
1.	Dob (god)	20,0±3,1 (15,0-26,0)
2.	Visina (cm)	188,5±7,3 (175,3-197,4)
3.	Težina (kg)	82,9±8,5 (65,7-91,3)

Testiranje je provedeno u dvije vremenske točke. Prvo mjerenje je provedeno na fiksnom veslačkom ergometru, odnosno bez klizača, dok je u roku od 6 dana od prvog mjerenja provedeno drugo mjerenje na veslačkom ergometru sa klizačima. Mjerenja su provodili educirani mjerioci u prostorijama Sportsko-dijagnostičkog centra na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

3.2. Uzorak varijabli

Varijable koje su promatrane u ovom testiranju su najčešće varijable koje se interpretiraju veslačkim trenerima u završnim izvještajima testiranja provedenih u Sportsko-dijagnostičkom centru na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Budući da je jedan od ciljeva ovog istraživanja i stvarna primjena dobivenih rezultata u praksi,

smatram da je najuputnije predstaviti rezultate kroz varijable koje se koriste i u praksi. Popis varijabli uz objašnjenje se nalazi u Tablici 2.

Tablica 2. Popis varijabli korištenih u istraživanju

Rb.	Varijabla	Opis varijable	Mjerna jedinica
1.	VO_{2max}	Maksimalan primitak kisika	lO_2/min
2.	RVO_{2max}	Relativni maksimalan primitak kisika	mlO_2/kg/min
3.	FS_{max}	Maksimalna frekvencija srca	o/min
4.	VO_2/FS_{max}	Maksimalan puls kisika	mlO_2/otk
5.	VE_{max}	Maksimalna minutna ventilacija	l/min
6.	Vt_{max}	Maksimalni dišni volumen	l
7.	Bf_{max}	Maksimalna frekvencija disanja	u/min
8.	PVO_{2max}	Opterećenje pri maksimalnom primitku kisika	W
9.	P_{max}	Maksimalno dostignuto opterećenje	W
10.	$PRVO_{2max}$	Relativno opterećenje pri maksimalnom primitku kisika	W/kg
11.	PR_{max}	Relativno maksimalno opterećenje	W/kg
12.	P_{anp}	Opterećenje pri anaerobnom pragu	W
13.	PR_{anp}	Relativno opterećenje pri anaerobnom pragu	W/kg
14.	VO_{2anp}	Primitak kisika na anaerobnom pragu	lO_2/min
15.	RVO_{2anp}	Relativni primitak kisika na anaerobnom pragu	mlO_2/kg/min
16.	$\%VO_{2max}$	Postotak primitka kisika na anaerobnom pragu od maksimalnog primitka kisika	%
17.	FS_{anp}	Frekvencija srca pri anaerobnom pragu	o/min
18.	$\%FS_{max}$	Postotak frekvencije srca pri anaerobnom pragu od maksimalne frekvencije srca	%
19.	t_{an}	Izdržaj u anaerobnoj zoni	min
20.	P_{an}	Opetrećenje u anaerobnoj zoni	W

Varijable su uz osnovnu kraticu prikazane uz sufiks –B, odnosno –K. Sufiks –B se odnosi na varijable korištene u progresivnom testu opterećenja provedenom na veslačkom

ergometru bez klizača, dok se varijable sa sufiksom –K odnose na one varijable korištene u progresivnom testu opterećenja provedenom na veslačkom ergometru sa klizačima.

3.3. Opis protokola testiranja

Protokol testiranja se sastojao od početne minute mirovanja ispitanika, zatim veslanja tri minute na opterećenju od 150 W, nakon te tri minute opterećenje je podizano za 25 W svakih 60 sekundi. Tempo, odnosno broj zaveslaja u minuti, nije određen protokolom. Test se izvodi do trenutka kada ispitanik ne može zadržati zadani tempo ni nakon usmene upute mjerioca, tada se ispitanik upućuje u maksimalan završetak, do isteka vremenske skale od trideset sekundi. Nakon toga ispitanik vesla još tri minute na opterećenju od 50 W te se u tom periodu promatraju njegovi parametri u oporavku. Isti protokol je korišten u obje vremenske točke mjerenja.

3.4. Mjerna oprema

Testiranje je provedeno na veslačkom ergometru marke Concept2, model D (Morrisville, Vermont, SAD). Korišteni su specijalni klizači, eng. „slideri“, od istog proizvođača za provedbu testiranja u drugoj vremenskoj točki. Za mjerenje metaboličkih i ventilacijskih parametara korišten je sustav „breath by breath“ talijanskog proizvođača COSMED s pripadajućim programom za provedbu, praćenje i analizu rezultata Quark PFT suite 9.1b.

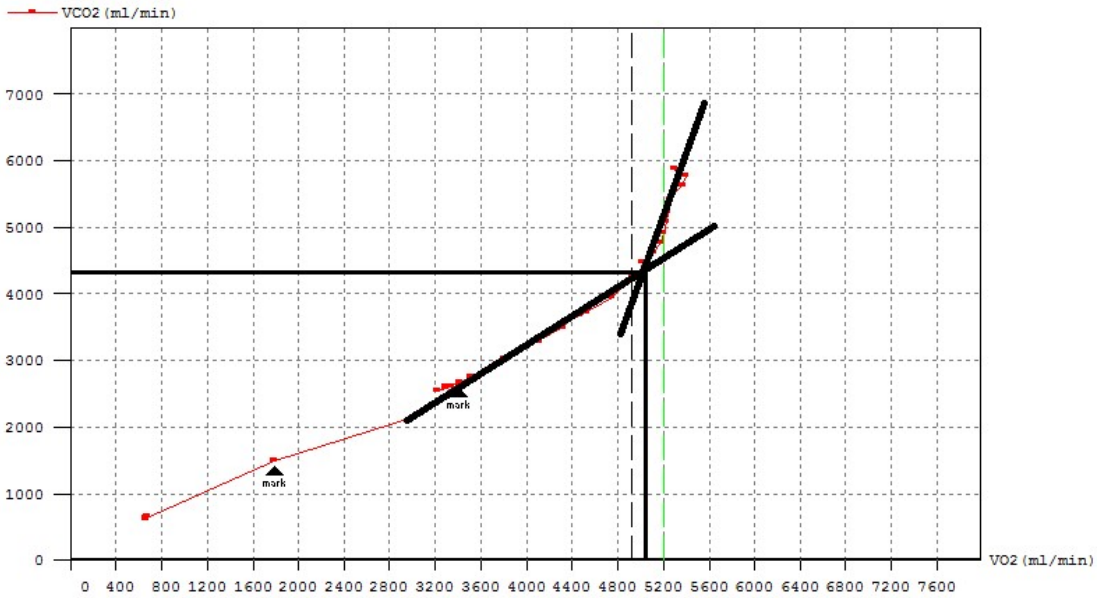
3.5. Metode obrade podataka

Po završetku mjerenja prvo su svi dobiveni podaci unijeti u bazu Sportsko-dijagnostičkog centra te se pristupilo obradi podataka. Obrada podataka i statistička analiza je izvršena u programu Statistica 12 (Palo Alto, Kalifornija, SAD). U tom programu izvršena je statistička analiza za dobivanje deskriptivnih parametara za sve varijable korištene u istraživanju. Izračunati su osnovni deskriptivni parametri. Korišten je Studentov T-test za zavisne uzorke kako bi se izračunala statistička značajnost razlike u promatranim varijablama te Pearsonov koeficijent korelacije kako bi se utvrdila povezanost između promatranih varijabli.

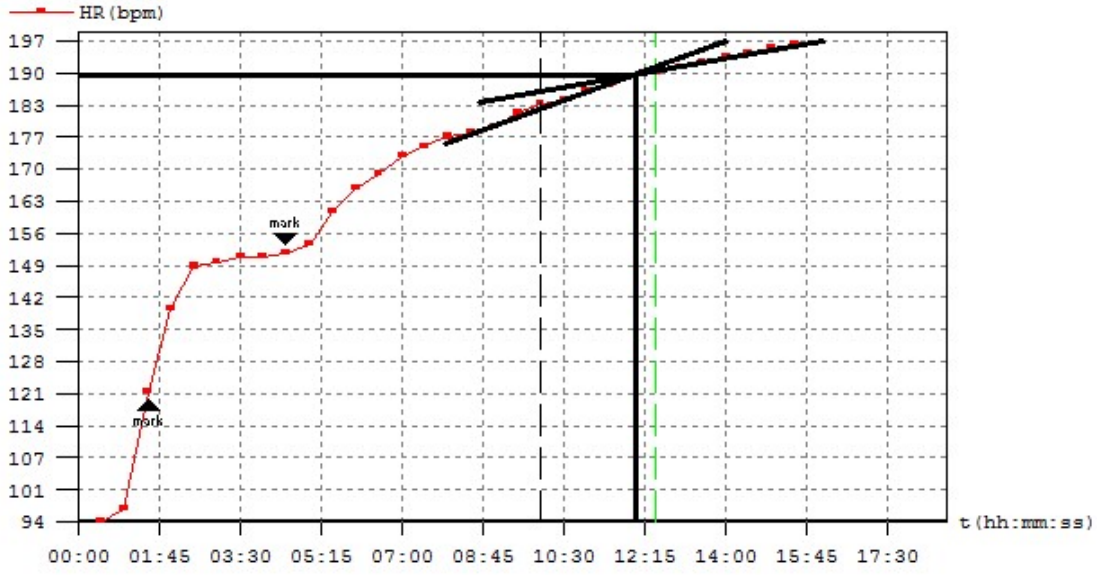
Anaerobni prag je utvrđivan V-slope metodom (Beaver i sur. 1985) te metodom točke defleksije krivulje frekvencije srca (Conconi i sur. 1982). Rezultati su usrednjeni na

30 sekundi te su na taj način i očitavane maksimalne vrijednosti, kao i vrijednosti pri anaerobnom pragu.

Slika 1. Primjer određivanja anaerobnog praga V-slope metodom



Slika 2. Primjer određivanja anaerobnog praga metodom točke defleksije



4. Rezutati i diskusija

Obradom i analizom bazičnih statističkih parametara izračunate su slijedeće vrijednosti: aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD), te je određena minimalna (min) i maksimalna (max) vrijednost rezultata. U tablici 3. su prikazani dobiveni deskriptivni parametri, te vrijednosti dobivene u Studentovom T-testu za zavisne uzorke uz razinu standardne pogreške ($p<0,01$) svih varijabli korištenih u testiranju.

Tablica 3. Deskriptivni pokazatelji i vrijednosti T-testa i standardne pogreške svih varijabli

	Varijabla	Bez klizača	Sa klizačima	t	p
1.	VO_{2max} (lO_2/min)	5,7 ± 0,8 (4,3-6,8)	5,8 ± 0,8 (4,2-6,8)	- 0,2	0,85
2.	RVO_{2max} (mlO_2/kg/min)	69,1 ± 7,2 (53,3-77,7)	69,5 ± 6,4 (53,0-75,9)	- 0,3	0,76
3.	FS_{max} (o/min)	193,3 ± 7,9 (184,0-210,0)	193,2 ± 8,7 (181,0-208,0)	0,1	0,93
4.	VO_2/Fs_{max} (mlO_2/otk)	30,0 ± 4,9 (20,8-37,1)	30,2 ± 4,6 (20,7-35,7)	- 0,4	0,68
5.	VE_{max} (l/min)	181,4 ± 26,9 (140,6-220,3)	179,9 ± 25,4 (142,6-222,7)	0,5	0,64
6.	Vt_{max} (l)	3,2 ± 0,6 (2,3-4,1)	3,1 ± 0,8 (2,2-4,5)	0,1	0,91
7.	Bf_{max} (u/min)	67,1 ± 3,7 (61,8-74,5)	69,9 ± 5,3 (56,9-76,9)	- 1,6	0,14
8.	PVO_{2max} (W)	408,3 ± 49,2 (325,0-475,0)	410,4 ± 36,1 (350,0-450,0)	- 0,4	0,72
9.	P_{max} (W)	422,9 ± 50,5 (325,0-500,0)	422,9 ± 40,5 350,0-475,0)	0,0	1,00
10.	$PRVO_{2max}$ (W/kg)	4,9 ± 0,4 (4,1-5,5)	5,1 ± 0,5 (4,4-5,7)	- 0,5	0,61
11.	PR_{max} (W/kg)	5,1 ± 0,5 (4,1-5,8)	5,1 ± 0,5 (4,4-6,0)	- 0,1	0,90
12.	P_{anp} (W)	345,8 ± 36,7 (275,0-400,0)	345,8 ± 36,7 (275,0-375,0)	0,0	1,00
13.	PR_{anp} (W/kg)	4,2 ± 0,5 (3,4-5,0)	4,2 ± 0,4 (3,4-5,0)	0,1	0,90
14.	VO_{2anp} (lO_2/min)	5,2 ± 0,6 (4,1-6,1)	5,1 ± 0,7 (4,0-6,1)	0,9	0,41

15.	RVO_{2anp} (mlO_2/kg/min)	63,2 ± 6,4 (51,2-72,4)	62,0 ± 5,3 (49,3-67,2)	1,0	0,36
16.	$\%VO_{2max}$ (%)	91,7 ± 5,4 (76,8-96,3)	89,3 ± 3,5 (82,2-95,8)	1,6	0,13
17.	FS_{anp} (o/min)	184,6 ± 8,4 (174,0-202,0)	184,4 ± 9,3 (173,0-201,0)	0,2	0,88
18.	$\%FS_{max}$ (%)	95,6 ± 2,0 (90,2-97,8)	95,5 ± 1,5 (92,7-97,8)	0,2	0,87
19.	t_{an} (min)	3,1 ± 0,8 (2,0-4,0)	3,1 ± 0,5 (2,0-4,0)	- 0,5	0,61
20.	P_{an} (W)	77,1 ± 19,8 (50,0-100,0)	77,1 ± 12,9 (50,0-100,0)	- 0,3	0,79

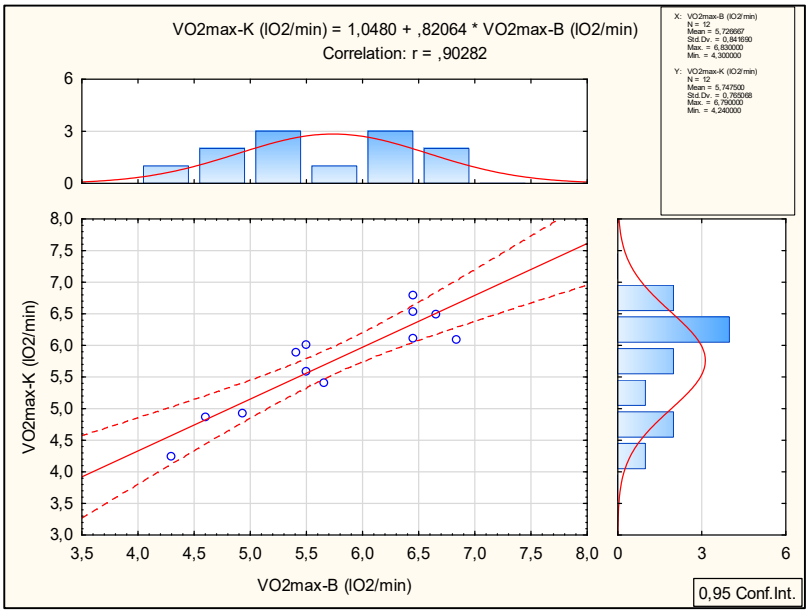
Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da ne postoje statistički značajne razlike u ni jednoj varijabli u ovom istraživanju. Ovi rezultati se mogu komentirati na način da u trenutku odabira načina na koji će se veslati, imajući u vidu ventilacijske i metaboličke parametre, na veslačkom ergometru, nema razlike između onoga postavljenog na klizače i ergometra bez klizača. Dobiveni rezultati su u skladu s rezultatima dobivenim u istraživanjima koja su proveli Mello i sur (2009. i 2014.) i Mahony i sur. (1999). S druge strane, veslači zbog nekih drugih razloga radije biraju veslanje na ergometru s klizačima. Promatrajući dobivene vrijednosti u ovom istraživanju (tablica 3.), vidljivo je da su ostvarene više vrijednosti u odnosu na istraživanje (Benson i sur., 2011) provedeno na sličnom uzorku (N=17) i na sličnim veslačkim ergometrima (RowPerfect). Vrijednosti maksimalnog primitka kisika ostvarene na ergometru s pomičnom „glavom“ su 4,68 ± 0,50 lO_2/min, što je u odnosu na vrijednosti dobivene u ovom testiranju značajno niže. Slična vrijednost je ostvarena i na testu s „fiksnom“ glavom ergometra (4,44 ± 0,58 lO_2/min), što je također značajno niže u odnosu na vrijednosti iz ovog istraživanja.

U nekim dosadašnjim istraživanjima (Mahony i sur. 1999) zabilježeno je da veslači tvrde da im je bolji „osjećaj“ veslanja na ergometru sa klizačima. Također postoji istraživanje (Bernstein i sur. 2002) u kojem se navodi da je veslanje na ergometru s klizačima manje podložno ozljedama u odnosu kad se vesla na stabilnom veslačkom ergometru. Ove informacije su u skladu s informacijama dobivenim od ispitivanih veslača iz ovog istraživanja, u kojima su svi testirani veslači tvrdili da preferiraju veslanje na ergometru s klizačima jer imaju bolji „osjećaj“ veslanja. Takvo iskustvo može potvrditi i autor.

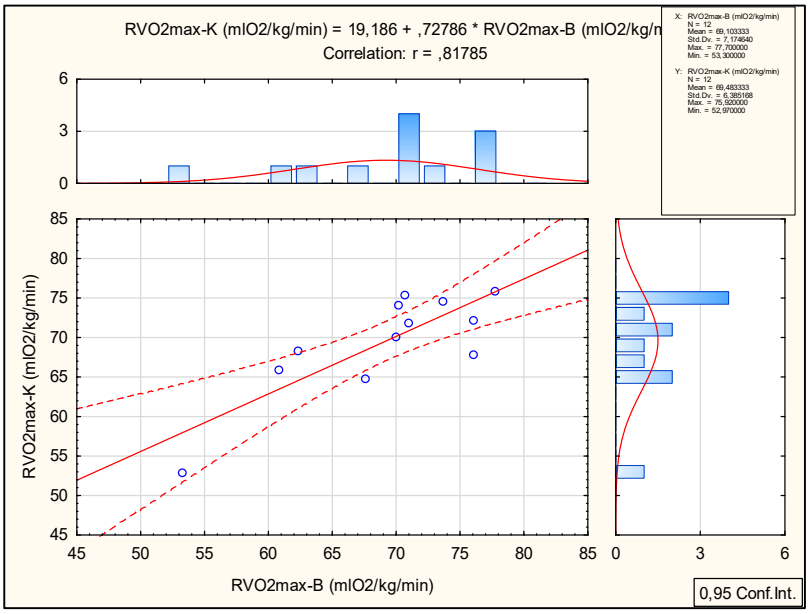
Vrijednosti dostignutog opterećenja pri maksimalnog primitku kisika u istraživanju koje je proveo Mikulić (2008) su više u odnosu na rezultate u kategoriji elitnih juniora (391,3 ± 26,1 W), dok u kategoriji sub-elitnih seniora (423,5 ± 25,1 W) te elitnih seniora (441,6 ± 18,7 W) vrijednosti su niže. Budući da je raspon dobi uzorka ispitanika korištenog u ovom istraživanju obuhvaća i juniore i seniore, rezultati su očekivani. Vrijednosti koje su dobivene u istom istraživanju u varijabli maksimalne minutne ventilacije, ostvareni su niži rezultati u odnosu na sve tri kategorije, elitnih juniora (191,0 ± 14,0 l/min), sub-elitnih seniora (196,0 ± 9,8 l/min) i elitnih seniora (194,2 ± 10,5 l/min).

Pearsonov koeficijent korelacije je statistički značajan u svim varijablama, npr. korelacija u varijabli maksimalan primitak kisika govori da je maksimalan primitak kisika ostvaren na testu bez klizača u visokoj korelaciji (r=0,8) s primitkom kisika na testu s klizačima. Takvi rezultati se ponavljaju u svim ostalim varijablama što govori da vrijednosti, odnosno rezultate koje veslač ostvari u testu bez klizača, ostvariti će i u testu sa klizačima.

Slika 4. Korelacija maksimalnog primitka kisika



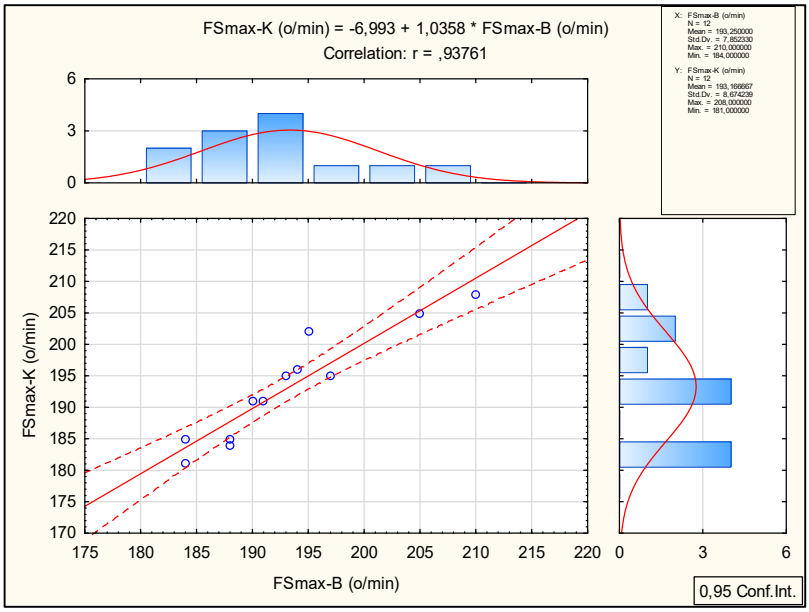
Slika 5. Korelacija relativnog maksimalnog primitka kisika



U istraživanju (Mikulić i sur. 2002) provedenom na uzorku od 29 hrvatskih veslača (dob 23,8 ± 5,18 god, visina 189,4 ± 5,35 cm i težina 91,4 ± 5,97 kg) utvrđivana je povezanost maksimalnog primitka kisika i laktatnog anaerobnog praga. Utvrđena je visoka korelacija brzine veslanja pri laktatnom pragu i apsolutnog primitka kisika (r=0,87), te između apsolutnog primitka kisika i rezultata na 2000m (r=0,96). Autori navode da su rezultati istraživanja očekivani s obzirom da su ispitivani parametri dominantan čimbenik za uspjeh u veslačkoj utrci na 2000 m. Uspoređujući vrijednosti maksimalnog primitka kisika iz tog istraživanja s vrijednostima dobivenim u ovom istraživanju, primjetno je da su ostvareni veći rezultati u ovom istraživanju u odnosu na navedeno istraživanje iz 2002. godine (5,40 ± 0,5 mlO2/min). Uzorak ispitanika je sličan, obje skupine su hrvatski veslači nacionalnog i internacionalnog ranga. Valjano je istaknuti da je veslanje sport u kojem visoku ulogu uspješnosti, osim navedenih parametara ima i tehnička kvaliteta izvedbe. U obzir također valja uzeti i prosječne vrijednosti veslačke posade, jer je za rezultatsku uspješnost npr. posade četverca bez kormilara potrebno da su svi veslači vrlo slični po kvalitetama koje su presudne u ostvarenju rezultatske uspješnosti, dok u okvirima hrvatske u pravilu ne postoji značajan broj vrlo sličnih veslača po energetskim kapacitetima i kvaliteti tehničke izvedbe. To je možebitni razlog relativno male uspješnosti hrvatskog veslanja, uz izuzetak iznimno uspješnih braće Sinković i Damira Martina.

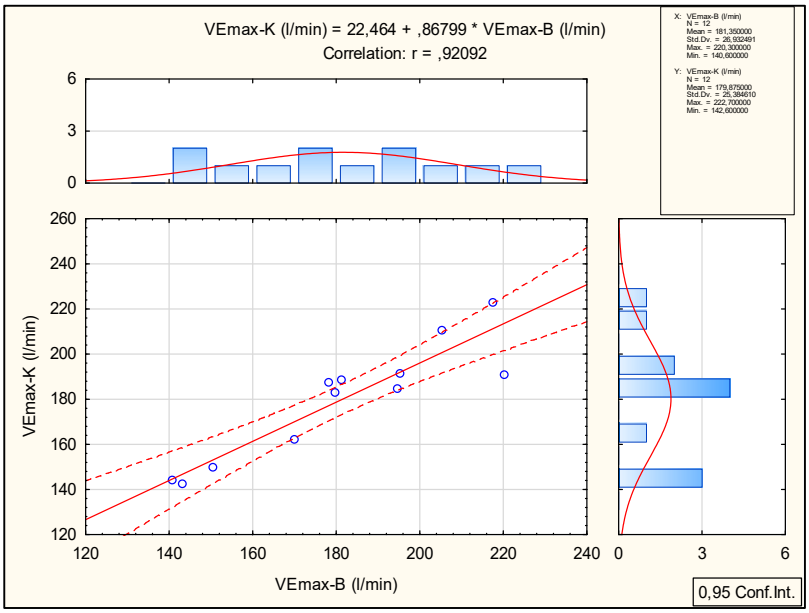
Vrijednosti maksimalnog primitka kisika vrhunskih svjetskih veslača, olimpijskih pobjednika u dvojcu na pariće (2XSM), u istraživanju koje je pratilo njihov razvoj u periodu od 12 godina (Mikulić i Bralić, 2017), su značajno više (7,09 lO_2/min kao prosječna vrijednost posade mjerena 2015. godine) u odnosu na veslače i vrijednosti maksimalnog primitka kisika dobivenog u ovom istraživanju. Tako nešto je i za očekivati s obzirom na razinu natjecateljske kvalitete dva uzorka ispitanika, no smatram korisnim usporediti vrijednosti kako bi se mogao dobiti bolji uvid u kvalitetu veslača u ovom istraživanju.

Slika 6. Korelacija maksimalne frekvencije srca

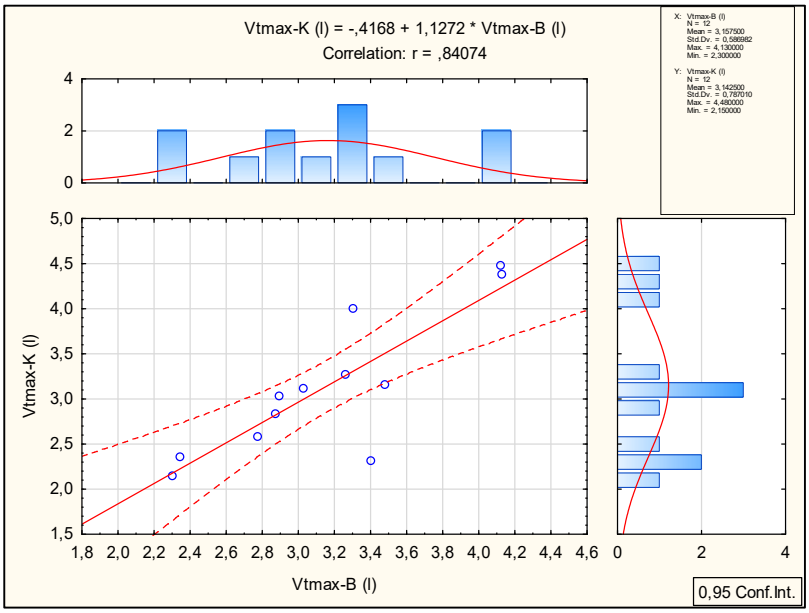


U varijabli maksimalna frekvencija srca, također je utvrđena visoka razina korelacije (r=0,93) u provedenim testovima. Utvrđeno ukazuje na visoku razinu povezanosti ovih dvaju testova u varijabli maksimalnog primitka kisika, što također govori u korist tvrdnji da ne postoje razlike u metaboličkim parametrima između ova dva načina veslanja na ergometru, te da nema razloga za manjom upotrebom klizača s obzirom prednosti koje upotreba klizača donosi.

Slika 7. Korelacija maksimalne minutne ventilacije

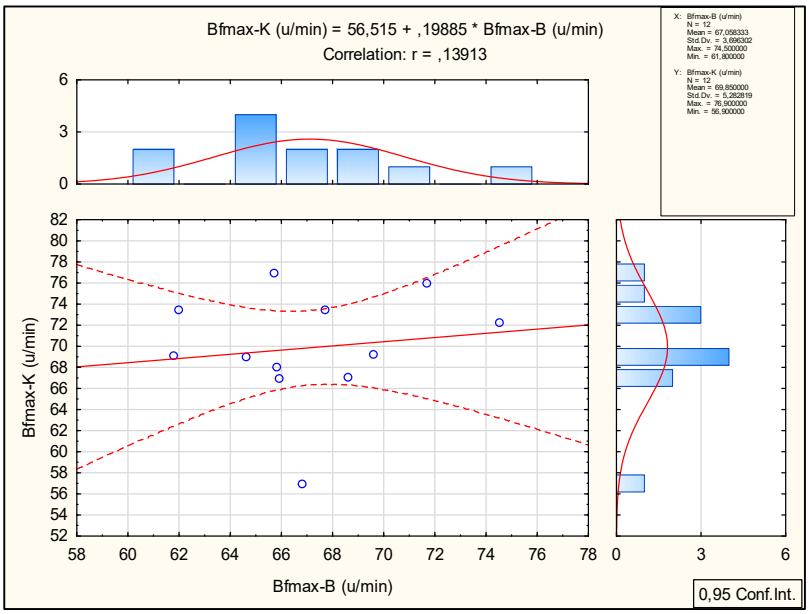


Slika 8. Korelacija maksimalnog dišnog volumena



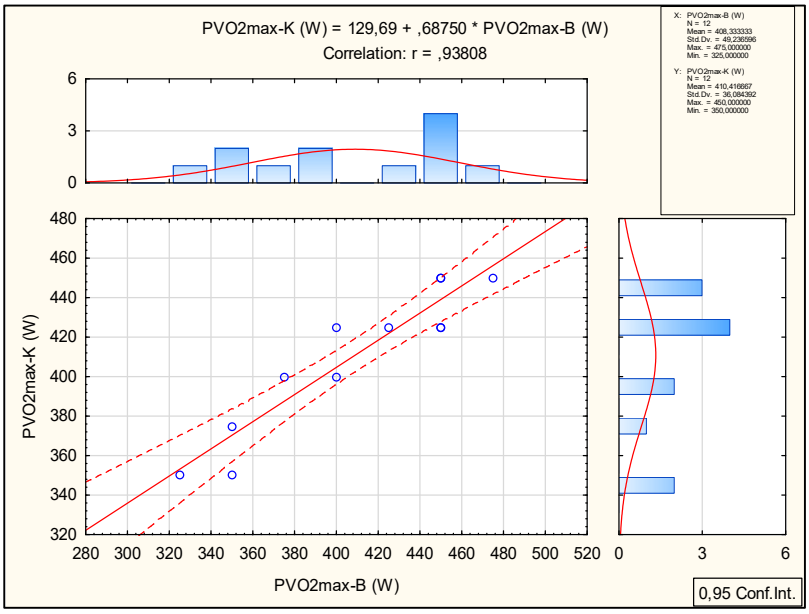
U varijabli maksimalne minutne ventilacije zabilježen je visok koeficijent korelacije (r=0,92), dok je u varijabli maksimalnog dišnog volumena zabilježen nešto niži (r=0,84) koeficijent korelacije.

Slika 9. Korelacija maksimalne frekvencije disanja

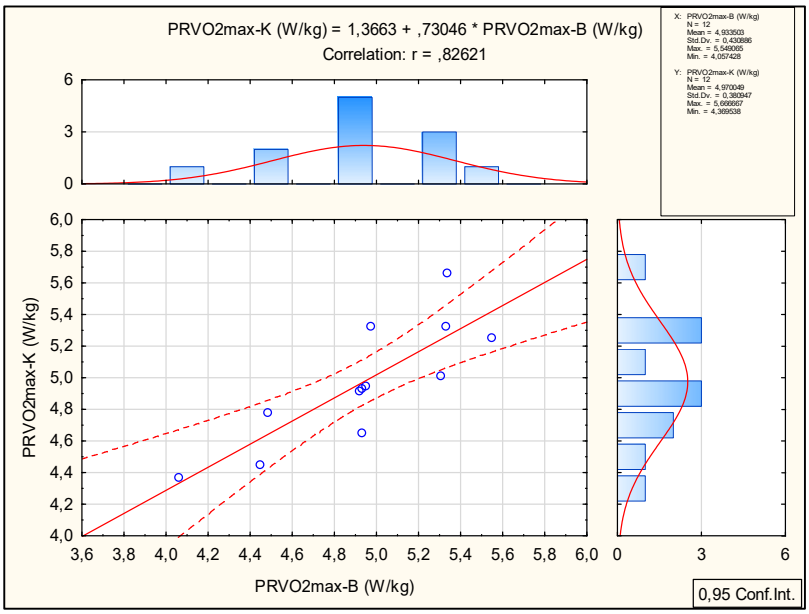


Nizak (0,13) koeficijent korelacije u varijabli maksimalne frekvencije disanja (Bf_{max}) upućuje na zaključak da neki od ispitanika imaju malu razinu korelacije, odnosno dva ispitanika, što se može komentirati kao loša tehnika disanja s obzirom na promjene u veslanju na ergometru s klizačima u odnosu na onaj bez koje je istaknuo Benson i sur (2002) a odnose se na manju dužinu zaveslaja i veći tempo veslanja.

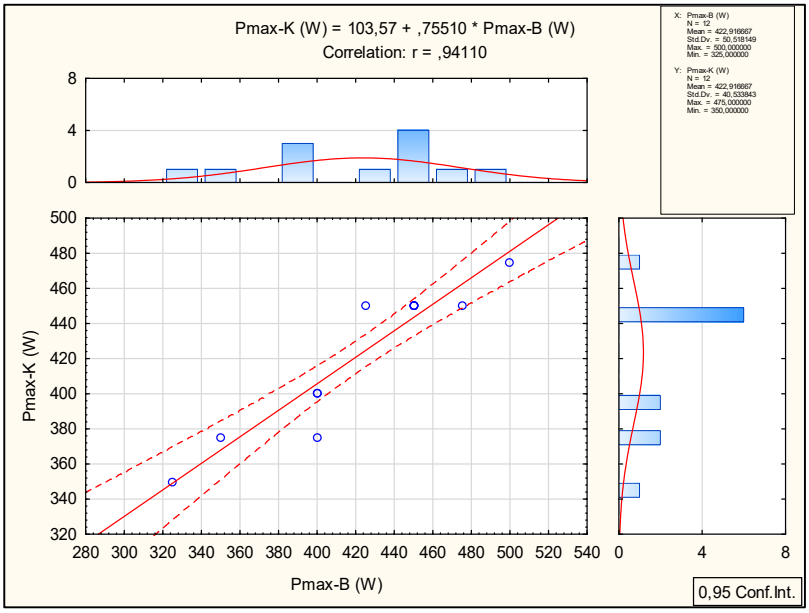
Slika 10. Korelacija dostignutog opterećenja pri maksimalnom primitku kisika



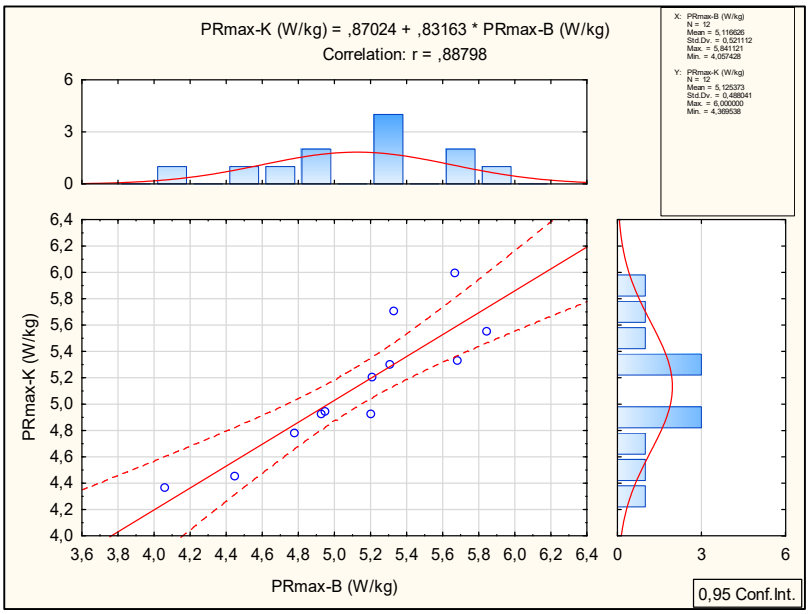
Slika 12. Korelacija relativnog dostignutog opterećenja pri maksimalnom primitku kisika



Slika 13. Korelacija maksimalnog dostignutog opterećenja

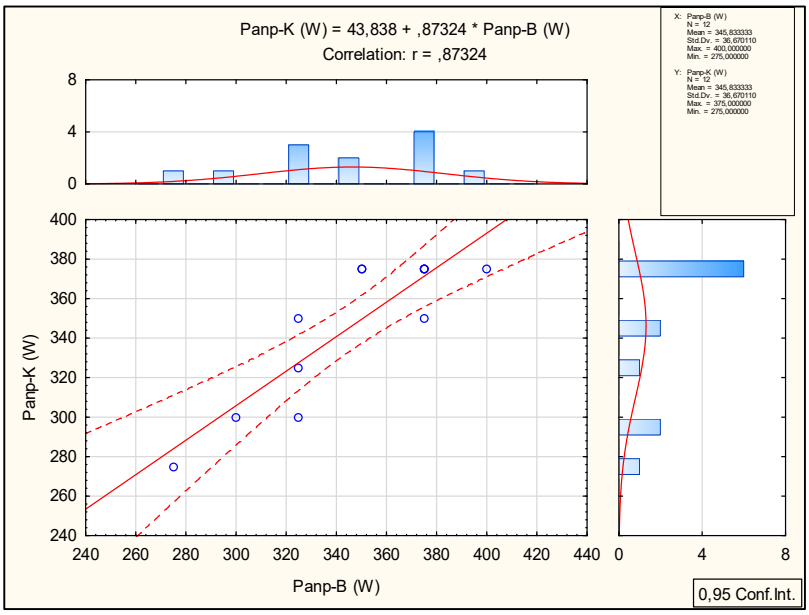


Slika 14. Korelacija relativnog maksimalnog opterećenja

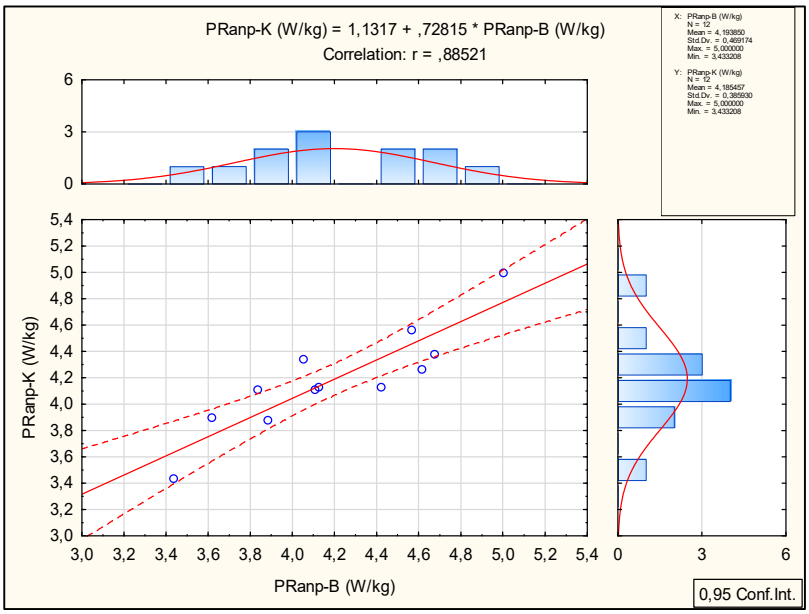


Zabilježen je visok koeficijent korelacije (r=0,94) maksimalnog dostignutog opterećenja što jasno ukazuje na povezanost ove dvije varijable. U praksi to znači da će biti vrlo visoka povezanost ostvarenih maksimalnih vrijednosti na ergometru s klizačima kao i na ergometru bez klizača.

Slika 15. Korelacija dostignutog opterećenja pri anaerobnom pragu

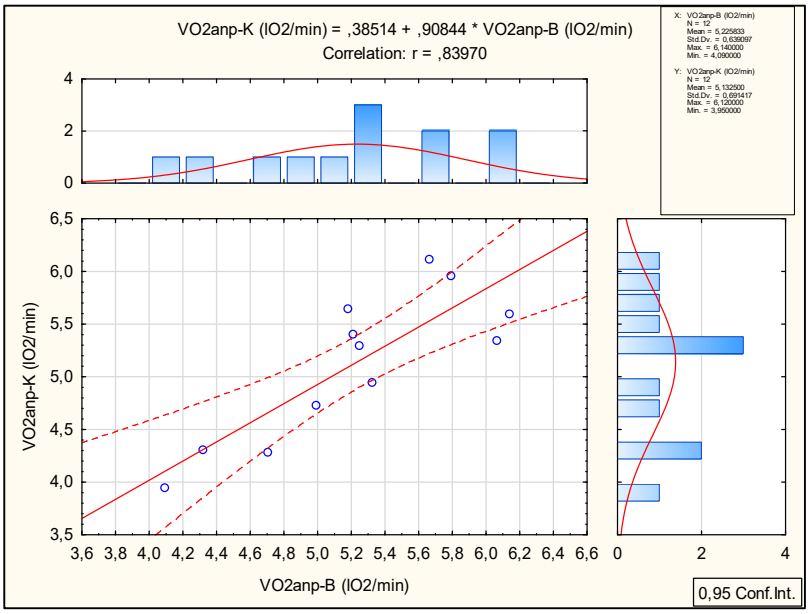


Slika 16. Korelacija dostignutog relativnog opterećenja pri anaerobnom pragu

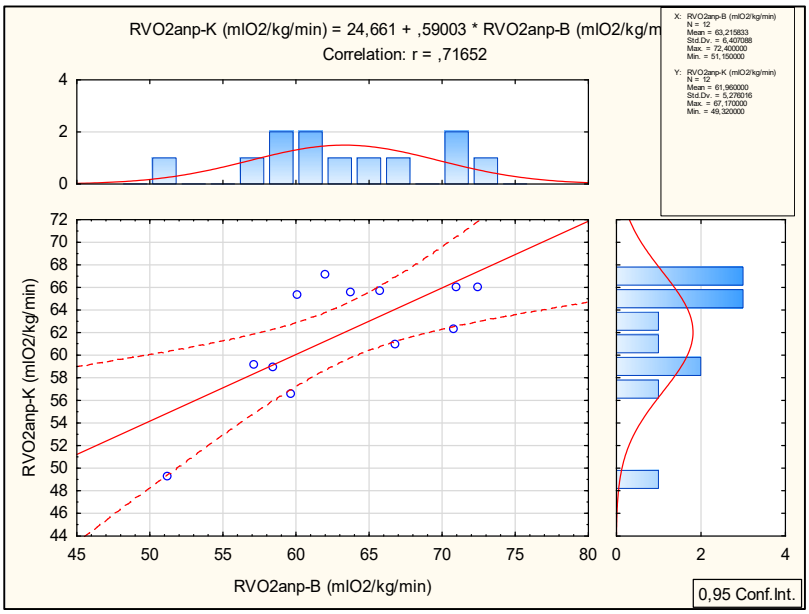


Visoka razina korelacije (r=0,87) u varijabli dostignutog opterećenja pri anaerobnom pragu ide u korist tvrdnji da nema razlika između provedenih testova te da je opravdano koristiti veslački ergometar sa klizačima s obzirom na njegove prednosti.

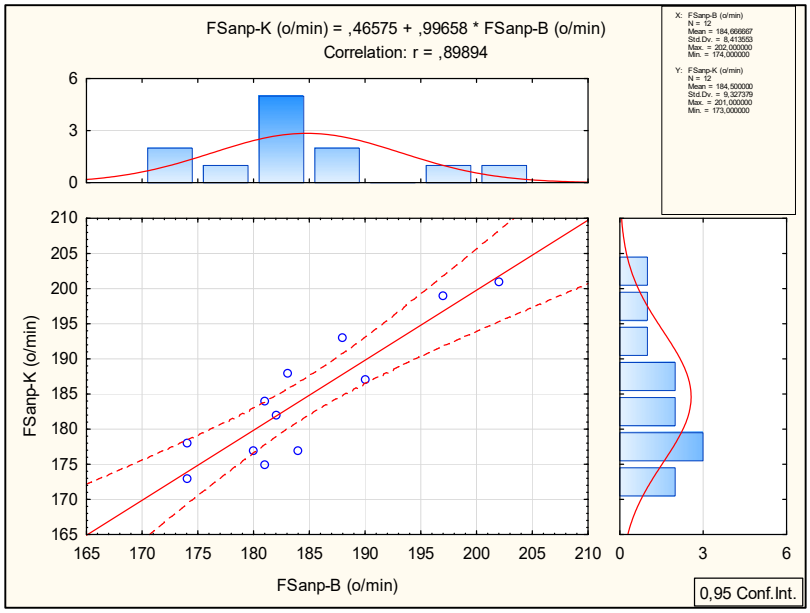
Slika 17. Korelacija primitka kisika pri anaerobnom pragu



Slika 18. Korelacija relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu



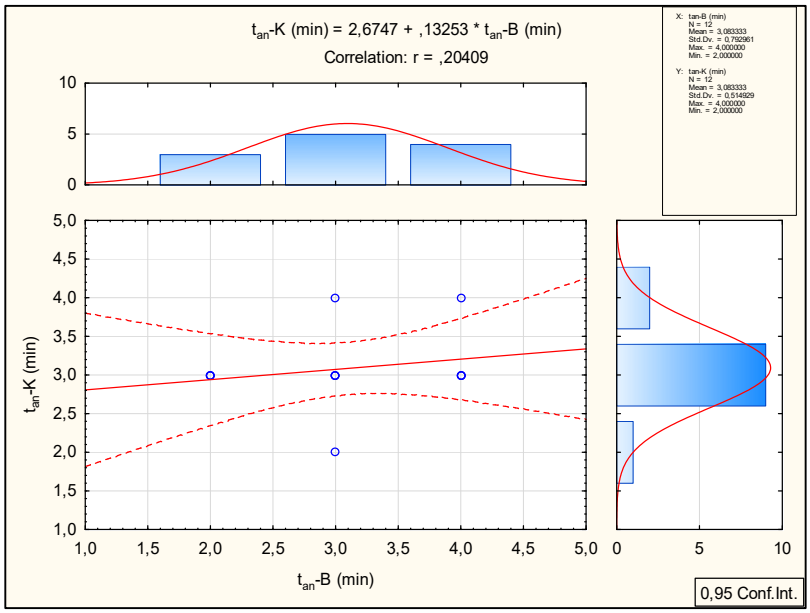
Slika 19. Korelacija frekvencije srca pri anaerobnom pragu



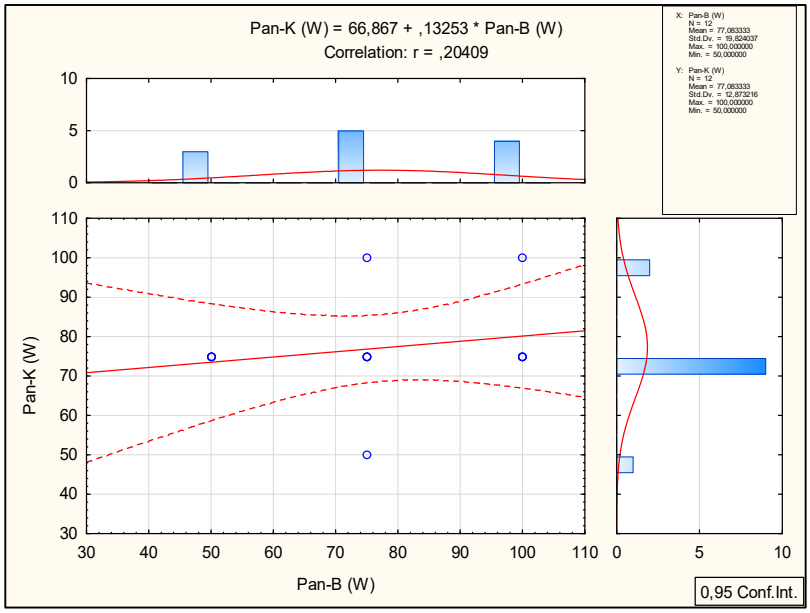
Kao i u varijablama dostignutog opterećenja pri anaerobnom pragu, tako je i u varijablama apsolutnog i relativnog primitka kisika i frekvencije srca pri anaerobnom pragu ostvaren vrlo visok koeficijent korelacije (r=0,83 i r=0,71 i r=0,89). Ovi parametri se mogu uzeti u obzir u vidu procjene energetske potrošnje veslača, te se može zaključiti da

nema značajne razlike u energetskoj potrošnji pri anaerobnom pragu, odnosno utvrđena je visoka razina povezanosti. Ove vrijednosti se nastavljaju na prije spomenutu tvrdnju o opravdanosti korištenja ergometra postavljenog na klizače, jer je iz priloženog jasno definirano nepostojanje značajne razlike i visoke razine povezanosti ova dva testa. Ovi parametri se mogu uzeti u obzir u vidu procjene energetske potrošnje veslača, te se može zaključiti da nema značajne razlike u energetskoj potrošnji pri anaerobnom pragu.

Slika 20. Korelacija izdržaja u anaerobnoj zoni



Slika 21. Korelacija opterećenja u anaerobnoj zoni



Raspršenost rezultata i nizak koeficijent korelacije (r=0,20) u varijablama izdržaja i opterećenja u anaerobnoj zoni se može komentirati kao posljedica ne homegeniziranog uzorka sportaša, s obzirom na razinu iskustva veslanja na ova dva tipa veslačkih ergometara.

Uspoređujući maksimalan primitak kisika s triatloncima nacionalnog ranga (Vučetić i Šentija, 2002), uočljivo je da su kod veslača u ovom istraživanju primjetne veće vrijednosti u odnosu na triatlonce ($VO2_{max}$: 4,9 ± 0,5 l/min) testirane na pokretnom sagu. Oba testa provedena u ovom istraživanju su pokazala bolje rezultate u odnosu na spomenute triatlonce. Vrijednosti maksimalne ventilacije triatlonaca (VE: 164,4 ± 13,3 l/min) su značajno niže u odnosu na oba testa (sa klizačima – VE: 179,9 ± 25,4 l/min; bez klizača – VE: 181,4 ± 26,9 l/min) iz ovog istraživanja.

U istraživanju (Vučetić, 2007) provedenom na uzorku atletičara primarno „aerobnih“ i primarno „anaerobnih“ trkačkih disciplina. Vrijednosti dobivene u ovom istraživanju su bliže vrijednostima „aerobnih“ trkača (4,63 ± 0,50 lO_2/min) u odnosu na vrijednosti primarno „anaerobnih“ trkača (4,35 ± 0,30 lO_2/min) dobivenim u progresivnom testu opterećenja uz protokol KF05. U progresivnom testu opterećenja na pokretnom sagu uz protokol KF1 ostvarene su slične vrijednosti u primitku kisika, „aerobna“ skupina trkača (4,59 ± 0,50 lO_2/min) i „anaerobna“ skupina trkača (4,30 ± 0,34 lO_2/min). Uspoređujući rezultate iz ovog istraživanja, vidljivo je da veslači imaju dominantnije vrijednosti primitka kisika u odnosu na atletičare trkačkih disciplina hrvatskog nacionalnog ranga.

U istraživanju koje su Losnegard i sur. (2013) proveli na uzorku od 13 odraslih skijaša-trkača (dob 23,6 ± 2 godina; visina, 182,6 ± 6 cm; težina, 76,6 ± 8 kg) nacionalnog i internacionalnog ranga utvrđene su visoke vrijednosti maksimalnog primitka kisika u diskontinuiranom progresivnom testu opterećenja. Prosječne vrijednosti apsolutnog primitka kisika (6,00 ± 0,52 lO_2/min) su više u odnosu na vrijednosti dobivene u ovom istraživanju kao i vrijednosti relativnog primitka kisika (79,3 ± 4,4 mlO_2/kg/min).

5. Zaključak

Konstantno napredovanje u tehnologiji treninga i trenažnih pomagala omogućuje gotovo jednako takvo rušenje dosadašnjih sportskih rekorda. U veslanju, sportu u kojem praktički nema pravila, nego se sportaš gotovo isključivo natječe protiv sebe, odnosno vremena, svaki pomak prema naprijed u tehnologiji može značiti poboljšanje rezultata. Dobiveni rezultati u ovom istraživanju ukazuju na nepostojanje statistički značajne razlike u vrijednostima ventilacijskih i metaboličkih parametara u progresivnom testu opterećenja na veslačkom ergometru sa i bez klizača. Ti rezultati upućuju na to da nema razlike u korištenju ova dva način veslanja u zatvorenom kada su u pitanju maksimalne vrijednosti i vrijednosti pri anaerobnom pragu ventilacijskih i metaboličkih parametara i vrijednosti pri anaerobnom pragu. Korelacija između istih varijabli korištenih u oba testa je statistički značajna i u pravilu vrlo visoka u gotovo svim varijablama osim u varijablama frekvencije disanja, postotka frekvencije srca pri anaerobnom pragu od maksimalne frekvencije srca, opterećenja u anaerobnoj zoni. S druge strane, utvrđeno je da svi veslači koji su pristupili ovom testiranju smatraju da imaju bolji „osjećaj“ veslanja na ergometru s klizačima, te takvo mišljenje dijeli i autor. Budući da su takva mišljenja iskazana i u nekim dosadašnjim istraživanjima, a budući da nema statistički značajne razlike u ventilacijskim i metaboličkim parametrima, možda je korisno provoditi buduća istraživanja u ovom području na veslačkim ergometrima s klizačima. U budućim istraživanjima na ovu temu bi trebalo sastaviti veći uzorak ispitanika koji bi bio homogeniziraniji po sposobnostima, kako bi se mogli dobiti još precizniji rezultati. Ne postoji preveliki broj terenskih mjerenja, odnosno istraživanja koja su provedena u stvarnim uvjetima, na vodi i u veslačkom čamcu. Svakako bi cilj budućih istraživanja na ovu temu trebao biti usmjeren prema intramišićnoj koordinaciji s obzirom na različite tehnike veslanja na različitim dizajnima veslačkih ergometara.

6. Literatura:

Beaver, W.L., Wasserman, K. & Whipp, B.J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology*. 60(6), 2020-2027.

Benson, A. & sur. (2011). Comparison of rowing on Concept 2 stationary and dynamic ergometer. *Journal of Sports Science and Medicine*. 10:267-273.

Bernstein, I. A. & sur. (2002). An ergonomic comparison of rowing machine designs: possible implications for safety. *British Journal of Sports Medicine*. 36:108-112.

Conconi, F., Ferrari, M. & Ziglio, P.G. (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*, 52: 869-73.

FISA (2017). *Rule book*. /on line/. S mreže preuzeto 20. lipnja 2017. s: http://www.worldrowing.com/mm//Document/General/General/12/68/94/FISARulebookEN2017finalweb4_Neutral.pdf

Flood, J. & Simpson, C. (2012). *The complete guide to indoor rowing*. London, UK: Bloomsbury Publishing Plc.

Jajčević, Z. (2010). *Povijest športa i tjelovježbe*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Losnegard, T. & sur. (2013). Seasonal variations in VO2max, O2-cost, O2-deficit, and performance in elite cross-country skiers. *Journal of strenght and conditioning research.* 27(7):1780-90.

Mahony, N. & sur. (1999). A comparison of physiological responses to rowing on friction-loaded and air-braked ergometers. *Journal of Sports Sciences*. 17:143-149.

Mello, F. & sur. (2009). Energy systems contributions in 2000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. *European Journal of Applied Physiology*. 107:615-619.

Mello, F. & sur. (2014). Rowing ergometer with the slike is more specific to rowers' physiological evaluation. *Research in Sports Medicine*. 22:136-146.

Mikulić, P. & Bralić, N. (2017). Elite status maintained: a 12-year physiological and performance follow-up of two Olympic champion rowers. *Journal of Sports Sciences*. [Epub ahead of print]. S mreže preuzeto 25. 06. 2017. s: http://www.tandfonline.com/eprint/VBh5awzwvv6NRKcd2rh2/full

Mikulić, P. (2008). Anthropometric and physiological profile of rowers of varying ages and ranks. *Kinesiology* 40, 1:80-88.

Mikulić, P., Vučetić, V. & Šentija, D. (2002). povezanost maksimalnog primitka kisika i laktatnog anaerobnog praga u veslača. U D. Milanović (ur.), *Zbornik radova znanstveno stručnog skupa: Dopunski sadržaji sportske pripreme*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 22. – 23. 02. 2002., 350-355.

Viru, A (1995). *Adaptation in sports training*. Boca Raton, Florida, SAD: CRC Press Inc.

Vučetić, V. & Sporiš, G. (2016). Dijagnostika. U *Kineziologija* (str. 115-120). Zagreb: Školska knjiga.

Vučetić, V. & Šentija, D. (2004). Dijagnostika funkcionalnih sposobnosti – zašto, kada i kako testirati sportaše?. *Kondicijski trening*, 2(2), 8-14.

Vučetić, V. (2009). Dijagnostički postupci za procjenu energetskih kapaciteta sportaša. U Jukić, I., Milanović, D., Šalaj, S. & Gregov, C. (ur.). *Zbornik radova 7. godišnje međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2009, "Trening izdržljivosti"*. Zagreb : Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske. 20-31.

Vučetić, V. (2007) *Razlike u pokazateljima energetskih kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja*. (Doktorska disertacija, Kineziološki fakultet). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.