

**NIKOLA GRUJIĆ  
MIHAILO BAJIĆ  
MILAN BAĆANOVIĆ  
TAMARA RABI**

Zavod za FIZIOLOGIJU  
Medicinski fakultet  
Hajduk Veljkova 3  
21000 Novi Sad

Izvorni znanstveni članak  
UDC 612.122:796.071.2:004.1-0538  
Primljeno 27.3.1989.  
Revidirano 23.5.1989.

## UPOREDNA ANALIZA TESTIRANJA NA VESLAČKOM I BICIKL ERGOMETRU

aerobni kapacitet / sportisti / nesportisti / ergometar, bicikl / ergometar, veslački / veslanje /

Komparativna analiza ispitivanih grupa pokazuje da je energetska kapaciteta nesportista za oko 25% do 35% niži od energetske kapaciteta veslača sa oko tri godine sportskog staža. Registrovana razlika je većim delom nastala kao posledica sprovedenog trenajnog procesa, ali je takođe i odraz selekcije koja se u sportskoj grupi permanentno vrši. Kod veslača nisu nađene značajne razlike u  $VO_2max$  i podnetom opterećenju prilikom testiranja na veslačkom i bicikl ergometru. Ovakav nalaz ukazuje na validnost oba postupka u određivanju energetske kapaciteta veslača, pa se kao takvi mogu podjednako koristiti u praksi. Grupa nesportista je ostvarila značajno veći rad na bicikl ergometru pri identičnom energetske utrošku. Ovakav nalaz je direktna posledica još neformiranog dinamičkog stereotipa za veslačke pokrete, odnosno manje mehaničke efikasnosti u odnosu na bicikl ergometar.

### 1. UVOD

Jedna od osnovnih podela sportskih aktivnosti je u odnosu na karakter lokomocija koje se tom prilikom vrše. Sportovi sa cikličnim lokomocijama, kao što su trčanje, plivanje, veslanje, biciklizam i slično, podrazumevaju tačno definisan redosled pokreta. Igre i borilački sportovi, međutim, pripadaju grupi sa acikličnim lokomocijama kod kojih je s obzirom na nepredvidiv redosled pokreta teško konstruisati ergometar, pa samim tim i odrediti specifičnu radnu sposobnost. Odrediti specifičnu radnu sposobnost, međutim, znači što je moguće više simulirati specifičnost sportske discipline, i to kako po tipu i načinu opterećenja, vremenu trajanja, tako i po angažovanju određene muskulature.

Veslanje spada u grupu sportova sa cikličnim lokomocijama i sve je više istraživača koji testiraju sportiste isključivo na specijalno konstruisanom veslačkom ergometru (6, 8, 11, 17). Pri tome se pažnja usmerava uglavnom u dva pravca.

Jedan koji se bavi merenjem energetske kapaciteta, jer njegova veličina ima izuzetnog uticaja na krajnji sportski rezultat (9, 18, 19) i drugi, koji izučava biomehaničke aspekte veslanja. Kako pokreti tela i vesala uz istovremeno kretanje čamca predstavljaju izuzetno složen skup mehaničkih radnji, to daje veslanju karakter tehničke discipline (4, 14, 16). Kada ovako složen skup radnji postane automatski izvođen, upravljani i kontrolisan od strane regulatornih mehanizama čoveka naziva se dinamički stereotip i kao takav je odavno poznat u

terminologiji fiziologije sporta. Za formiranje dinamičkog stereotipa je potrebno izvesno vreme vežbanja tokom čega dolazi do ekonomičnijeg rada pa i do povećanja mehaničke efikasnosti veslačkih pokreta. I dok su se dosadašnja ergometrijska istraživanja bazirala na merenju energetske kapaciteta vrhunskih sportista, tek je nekoliko studija (2, 3) koje pri tome daju i komparativnu analizu. U isto vreme skoro da nema radova koji testiraju početnike, jer je atraktivnost vrhunskog sportske rezultata najčešće privlačila pažnju istraživača i sportskih radnika. Međutim, testiranjem nesportista se dolazi do dva izuzetno važna saznanja. Prvo, registruje se nulti nivo fizioloških varijabli što jasno ukazuje i na raspone povećanja energetske kapaciteta. I drugo, na ovaj način je moguće utvrditi i kvantifikovati energetske rashod koji odlazi na suvišne pokrete kao logična posledica još neformiranog dinamičkog stereotipa. To su bili i osnovni zadaci ovog rada.

Ciljevi studije su bili:

1. Da se registruje razlika u pojedinim fiziološkim varijablama između sportista i nesportista koje su nastale kao posledica sprovedenog trenajnog procesa;
2. Da se testiranjem na veslačkom i bicikl ergometru ustanovi eventualna razlika u specifičnom i nespecifičnom radu;
3. Da se egzaktno utvrdi veličina mehaničke efikasnosti na oba ergometra.

## 2. MATERIJAL I METODE

U eksperimentu je dobrovoljno uzelo učešće 68 osoba podjeljenih u dve grupe. Veslača je bilo 36 iz Veslačkog kluba Danubius iz Novog Sada sa sportskim stažom preko 3 godine. 32 nespportista, uglavnom studenata medicine odabrano je metodom slučajnog izbora, uz anamnestičke podatke o predhodnoj fizičkoj aktivnosti.

Merenja su obavljena u prepodnevrim časovima Laboratorije za funkcionalnu dijagnostiku Zavoda za fiziologiju Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, poštujući sve uslove koji su predviđeni za testiranje fizičkim opterećenjem.

Svaki ispitanik je testiran na veslačkom i bicikl ergometru.

Veslački ergometar je konstruisan po uzoru na američki Concept II i u potpunosti simulira takmičarsko veslanje. Opterećenje se dobija okretanjem točka sa ugrađenim lopaticama, a porast opterećenja raste eksponencijalno što odgovara otporu koji pruža voda čamcu prilikom njegovog kretanja.

Bicikl ergometar je konstruisan po uzoru na veslački, što znači sa vazdušnim kočenjem i to je prvi takav ergometar za koji u dostupnoj literaturi znamo. Obično se bicikl ergometri prave sa mehaničkim ili elektromagnetskim kočenjem. Razlog zbog čega je odlučeno konstruisati ovakav ergometar je da i tip opterećenja na oba ergometra bude identičan. Ergometri su baždareni motorom poznate snage, a broj okretaja točka je precizno meren elektronskim brojačem.

Eksperimentalni postupak je bio identičan, a redosled testiranja za svaku osobu određen je slučajno. U jednom danu izvodio se samo jedan test.

Test se sastojao iz zagrevanja koje je trajalo između 10-15 minuta, a čije su doziranje određivali sami ispitanici. Nakon toga se izvodio test sa opterećenjem maksimalnog intenziteta u trajanju od 6 minuta. Ispitaniku nije sugerisano kakvu distribuciju snage i tempa da ispolji u zadatom vremenu, jedino mu je rečeno da pokuša napraviti što je moguće veći rad i u tom cilju po želji rasporedi raspoloživu energiju.

Nespportisti su bili testirani čak dva puta na oba ergometra kako bi se što bolje navikli na eksperimentalne uslove, a najbolji rezultati sa svakog ergometra su uzimani u analizu. Za veslače ovakvo privikavanje nije bilo potrebno, jer su ranije u više navrata bili podvrgnuti testiranju u rutinskoj proveru njihovog trenajnog procesa.

Pre merenja kod svakog ispitanika je registrovan EKG uz anamnestičke podatke, kako bi se isključile osobe kod kojih bi testiranje bilo kontraindikovano.

Od kardiorespiratornih parametara kontinuirano su mereni: frekvenca srca, frekvenca disanja, ventilacija i potrošnja kiseonika. Frekvenca srca je merena telemetrijski na svakih 15 sekundi, dok su respiratorni parametri određivani direktnom metodom, uz redovno baždarenje aparata gasom poznate koncentracije.

Električnim brojačem je registrovan broj okretaja točka kao i broj zaveslaja odnosno okretaja pedala.

Svi navedeni parametri su registrovani u poslednjoj minuti zagrevanja, tokom 6 minuta opterećenja i tokom prvih 6 minuta oporavka.

Za računsku obradu, formiranje "kartona", datoteke i slično korišćen je računar PDP-11, a njegova softverska podrška je iskorišćena za dobijanje niza izvedenih vrednosti: respiratorni volumen, kiseonični puls, ventilacioni ekvivalent i dr.

Statistička analiza je obuhvatila određivanje srednje vrednosti, standardne devijacije, opsega i koeficijenta varijacije kod numeričkih varijabli. Kod testiranja značajnosti razlike korišćen je Student-ov t test.

## 3. REZULTATI

Osnovni podaci za obe grupe dati su na tabeli 1. Rezultati pokazuju da, i pored toga što je to mlada grupa veslača kod koje još nije završen rast, telesna visina već premašuje vrednosti grupe nespportista, što ukazuje na rezultate prethodne selekcije. Inače, antropometrijske karakteristike veslača osvajača medalje na velikim svetskim takmičenjima su telesna visina preko 190 cm i telesna masa između 85 i 95 kilograma (18).

Komparativna analiza između ispitivanih grupa ukazuje da je fizička radna sposobnost nespportista do 35% manja nego kod registrovanih veslača. Ova razlika je svakako posledica trogodišnje sistematske fizičke aktivnosti, ali jednim delom je nastala i zbog selekcije koja je u sportskoj grupi izvršena. Uočljivo je da postoji veća razlika između veslača i nespportista u izvršenom radu nego u utrošenom kiseoniku. Kako je kiseonik krajnji akceptor vodonika odnosno ekvivalent angažovane energije, paradoksalno je da razlika u ova dva parametra nije identična. Jedno od objašnjenja je da maksimalni rad u trajanju od 6 minuta 80% biva pokriven iz aerobnih izvora, a približno 20% iz anaerobnih (12). Kako se tokom treninga ne povećava samo aerobni kapacitet, bez obzira što mu je to glavni cilj, nego istovremeno dolazi do povećanja i anaerobnog kapaciteta, to rezultira opisanom razlikom. Ovu pretpostavku potvrđuju i rezultati registrovani u ovom eksperimentu koji prikazuju kretanje utroška kiseonika za obe grupe tokom opterećenja i oporavka. Povećanje kiseoničnog duga u oporavku kod veslača u odnosu na nespportiste ukazuje na veće zahvatanje iz anaerobnih izvora.

Rezultati na dva ispitivana ergometra kod grupe veslača ne pokazuju signifikantne razlike u utrošenom kiseoniku i ostvarenom radu, što je pomalo iznenađujuće s obzirom da je veslački ergometar taj koji angažuje baš specifičnu muskulaturu. Po sadašnjim saznanjima ove problematike moglo bi se reći da u oceni aerobnog kapaciteta veslača podjednaku validnost pružaju oba ergometra (2, 5).

Najvažniji numerički pokazatelji ispitivanih grupa su dati na tabeli 2. Veća ventilacija ostvarena kod veslača od oko 150 lit/min je posledica jačanja respiratorne muskulature tokom treninga, ali i postavljenih većih metaboličkih zahteva. Mada je neosporno da je respiracija

izuzetno važna karika u aerobnom lancu, čini se da ona ipak ne bi mogla predstavljati limitirajući faktor (15).

Maksimalna srčana frekvencija je za 10 otkucaja u minuti bila veća kod grupe veslača što se može objasniti dvojakom. Prvo, za očekivati je da stepen-motivisanosti bude veći kod veslača nego kod nesportista što su pokazale i retest probe (20). Naime, retest robe kod veslača nisu davale značajne razlike u kraćem vremenskom intervalu, dok su se kod nesportista vrednosti ustalile tek nakon trećeg testiranja. Rezultati drugog testiranja u odnosu na prvo kao i treće u odnosu na drugo bili su značajno veći. To je i bio glavni razlog što smo se odlučili za 4 istovetna testa kod grupe nesportista. Treba istaći da nesportisti najčešće i ne poznaju svoj maksimum, jer ga u životu verovatno nisu ni osetili, pa već kod prvih neprijatnih senzacija smanjuju opterećenje. Kod sportista to nije slučaj, ili je izražen u daleko manjem obimu, jer oni u toku svakodnevnog treninga taj "maksimum" bar nekoliko puta dosegnu. Drugi i, čini se, važniji razlog ovakve razlike u maksimalnoj srčanoj frekvenciji se nalazi u činjenici da je dobnja razlika između ispitivanih grupa preko 7 godina u korist grupe nesportista.

Kod grupe nesportista za 16% je ostvaren veći rad na bicikl ergometru i to je statistički značajno na nivou  $p < 0,001$ . Da na tako formiran rezultat nije uticao stepen motivisanosti ukazuje registrovana vrednost maksimalnog utroška kiseonika. Energetski kapacitet koji su u tom trenutku posedovali nesportisti su identično angažovali na oba ergometra. Registrovana razlika je nastala zbog nejednake efikasnosti rada. Tako nesportisti u odnosu na veslače za svaki kJ rada troše preko 6 ml kiseonika više. Ovaj rashod energije odlazi na suviše pokrete, pa se samim tim i ne reperkutuje u ostvarenom radu.

#### 4. DISKUSIJA

Maksimalna potrošnja kiseonika kod veslača je jedna od osnovnih komponenti koja ukazuje na adaptaciju kardiovaskularnog sistema. Za podizanje aerobnog kapaciteta na najviši nivo neophodan je optimalni trening. Naši rezultati od 5 lit/min potpuno odgovaraju životnoj dobi veslača i njihovom sportskom stažu. Oдавно je poznato da veslanje pripada sportu sa izuzetno visokim aerobnim kapacitetom. Tako vrednosti maksimalne potrošnje kiseonika koje se približavaju 7 lit/min nisu više retkost (10, 12, 18). Relativna  $VO_2max$  (ml/kg) kod veslača nije od većeg značaja za krajnji sportski rezultat kao što je to naprimer kod trkača srednje i duge staze, kao i nekih drugih sportova. Kretanje čamca kroz vodu se ostvaruje lakše sa većom nego sa manjom telesnom masom, naravno ako je ta telesna masa uslovljena većom telesnom muskulaturom. Čak su i neke analize u tom pravcu pružile dovoljno jake dokaze, u kojima su osvajači medalja imali relativni  $VO_2max$  63 ml/kgTM, a njihove manje uspešne kolege 69 ml/kgTM (18). Zato se u analizi energetskog kapaciteta veslača posmatraju samo apsolutne vrednosti maksimalne potrošnje kiseonika, pa je međunarodna veslačka organizacija (FISA) uvela

kategorije lakih veslača da bi se i ti sportisti mogli ravnopravno takmičiti.

Komparativna analiza dva primenjena ergometra kod veslača dala je skoro identične rezultate, kako u izvršenom radu, tako i u utrošenoj energiji. Carey i sar. (3) kod 5 veslača takođe ne nalaze značajnu razliku u  $VO_2max$  između veslačkog ergometra i pokretne trake. Do sličnih rezultata je došao i Cunningham i sar. (5) na osam veslača nacionalnog tima, ali poredeći veslački i bicikl ergometar. Bouckaert i sar. (2) kod devet nesportista registruje, za razliku od naših nesportista, znatno veću potrošnju kiseonika na bicikl nego na veslačkom ergometru, dok kod grupe veslača takvu razliku ne nalazi. Oja i sar. (13) kod muškaraca srednje dobi uobičajene fizičke aktivnosti registruje najveću maksimalnu potrošnju kiseonika na pokretnoj traci, zatim na biciklu pa na veslačkom ergometru, i sve to na nivou značajnosti od  $p < 0,05$ . Bunc i sar. (1) kod petnaest veslača nalaze nešto veće vrednosti potrošnje kiseonika na bicikl ergometru u odnosu na veslački, ali to nije i statistički značajno.

Kako sada objediniti i rastumačiti sve ove rezultate ako se zna da metabolička i cirkulatorna adaptacija na fizičko opterećenje podrazumeva adaptaciju na specifični tip treninga. Da bi se decidno izvukao zaključak o angažovanju približno identične muskulature na oba ergometra, treba još isključiti nekoliko faktora koji bi na ovako dobijene rezultate mogli uticati.

Prvo, u većini dosadašnjih studija pored malog uzorka uočljivi su različiti eksperimentalni protokoli na veslačkom i bicikl ergometru, te primena različitih tipova opterećenja. Međutim, testiranje na potpuno identičnom ergometru po tipu i načinu opterećenja, koje je ostvareno u ovom radu, isključuje da bi to mogao biti uzrok.

Moguće je da dužina sportskog staža ima uticaja na pojavu razlika prilikom testiranja na ova dva ergometra. U skoro svim studijama, kao i u našoj, sportski staž je iznosio tek nekoliko godina, što je možda još nedovoljno da bi se odrazilo na značajnom povećanju specifične radne sposobnosti veslača. Kako svi rezultati pokazuju da su nesportisti značajno bolji na bicikl ergometru, onda su i veslači, startajući sa te pozicije, za 3 godine veslačkog treninga više napredovali na veslačkom nego na bicikl ergometru.

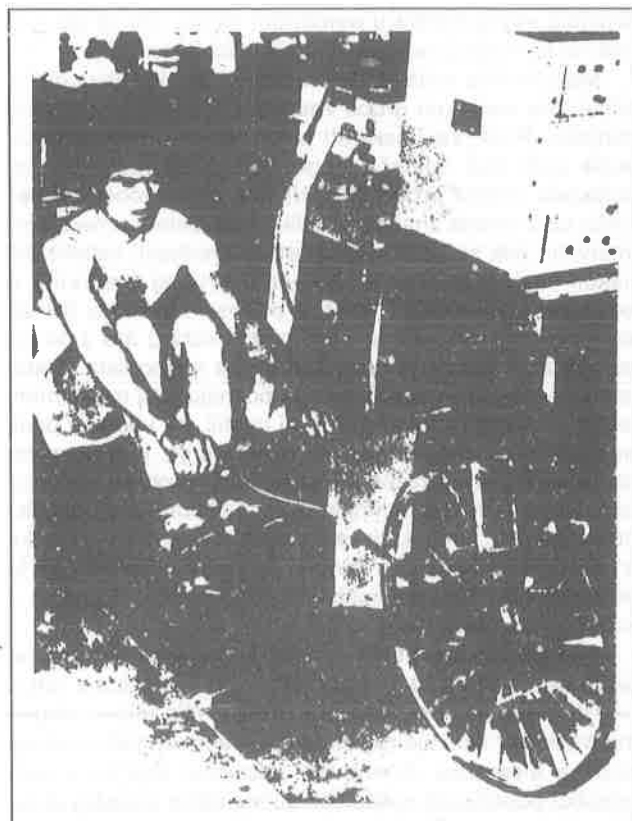
I kao treće, čini se da nije svejedno kada se testiranje vrši u odnosu na takmičarsku sezonu. Skoro sva ispitivanja su rađena u pripremnom roku (jesen, zima), kada je sportiste lakše dovesti u laboratorije, ali ne treba zaboraviti da je tada trening bitno različit od onog koji se obavlja tokom takmičarskog perioda u čamcu. Možda bi ovakva istraživanja obavljena u takmičarskom periodu, kada veslači imaju akumulirani trening u čamcu, dala drugačije rezultate od ovih koje znamo. Očigledno je da će potpuno rasvetljavanje ove pojave zahtevati dodatna istraživanja, respektujući navedene postavke.

Mehanička efikasnost\* za veslački i bicikl ergometar kod grupe veslača iznosi 18,8% i 19%, što se slaže sa nalazima Fukunage i sar (7) - 19,4%. Međutim, kod grupe nesportista mehanička efikasnost na veslačkom ergometru je iznosila 16,4% što se može objasniti izvođenjem

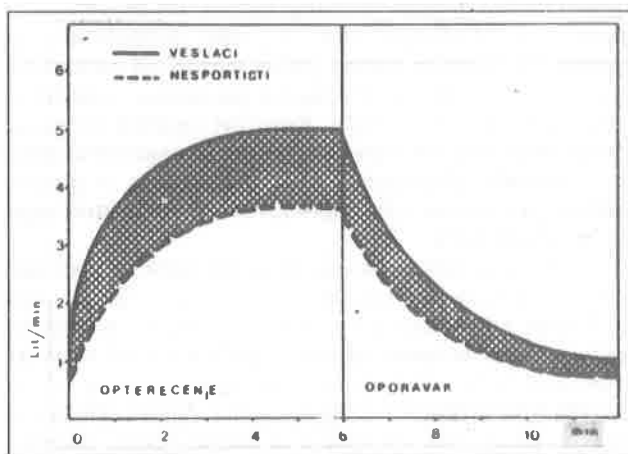
niza neracionalnih pokreta, odnosno još neformiranog dinamičkog stereotipa. Kada se izvršeni rad dovede u odnos sa utrošenim kiseonikom, onda se vidi da je taj "rastur" energije preko 6 ml kiseonika po kJ-u. Ovakav nalaz najbolje ilustruje koliko se u krajnjem sportskom rezultatu može dobiti samo poboljšavanjem tehnike, mada se pažnja tokom trenažnog procesa uglavnom usmerava na povećavanje energetske kapaciteta.

Tabela 1. SREDNJA VREDNOST ± SD OSNOVNIH ANTROPOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA ISPITIVANIH GRUPA

	Veslači	Nesportisti
Starost (god)	17.6	24.9
	1.8	4.3
Sport. staž (god)	2.9	/
	1.4	
TM (kg)	75.4	78.4
	9.4	9.8
TV (cm)	184.0	181.7
	7.1	6.5
	(n=36)	(n=32)

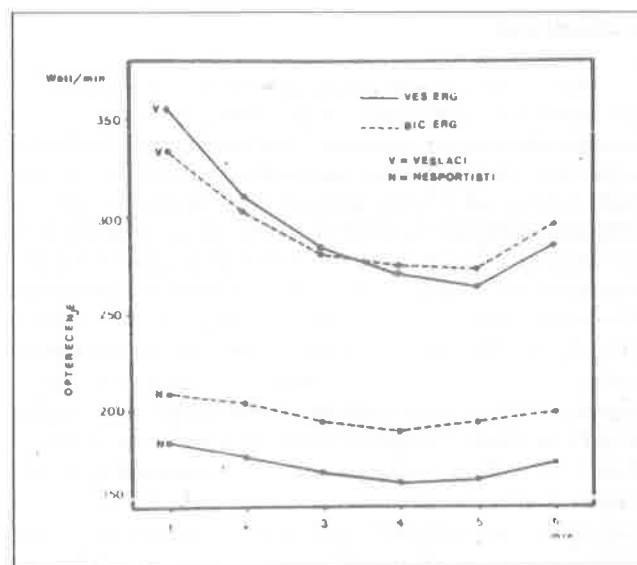


Slika 1. Ambijent laboratorijskog testiranja



Slika 2. Kretanje utroška kiseonika tokom opterećenja i oporavka kod obe ispitivane grupe.

\*Mehanička efikasnost je u ovom radu izračunavana po uzoru na Hageman-a i sur. (1984) kao odnos potrebne (izvršeni rad) i utrošene energije (totali VO<sub>2</sub>) - Gross eficiency (GE).



Slika 3. Distribucija opterećenja na veslačkom i bicikl ergometru kod veslača i nesportista.

Tabela 2. SREDNJA VREDNOST  $\pm$  SD FIZIOLOŠKIH VARIJABLI ISPITIVANIH GRUPA NA VESLAČKOM I BICIKL ERGOMETRU

	VESLAČI (n=36)		NESPORTISTI (n=32)	
	Vesl.Erg.	Bic.Erg.	Vesl.Erg.	Bic.Erg.
Total VO <sub>2</sub> (lit)	26.5	26.8	18.8	18.3
	3.6	3.5	3.8	4.0
VO <sub>2</sub> max (l/min)	4.83	5.00	3.62	3.67
	0.7	0.6	0.7	0.7
VO <sub>2</sub> max/TM (ml/kg)	64.1	66.4	46.2	46.8
	6.2	5.8	5.3	5.1
HRmax (o/min)	191.9	192.0	178.3	181.6
	7.7	8.4	10.3	11.3
O <sub>2</sub> puls (ml/o)	25.3	25.9	20.4	20.2
	4.0	3.7	4.0	4.2
Vemax (l/min)	136.2	151.1*	101.3	109.6
	15.7	20.0	19.7	28.2
Rad (kJ)	1661	1672	1021	183*
	311	254	224	216
Gross eff. (%)	18.8	19.0	16.4	19.4*
	3.1	2.9	2.1	1.9
Total VO <sub>2</sub> /Rad (ml/kJ)	16.0	15.8	18.4	15.5*
	2.1	1.9	1.8	2.0

\* Stat. značajnost na nivou p&lt;0.001

 $t_{0.05, 35 \text{ df}} = 2.03$  $t_{0.05, 30 \text{ df}} = 2.05$  $t_{0.001, 35 \text{ df}} = 3.59$  $t_{0.001, 30 \text{ df}} = 3.66$ 

LEGENDA: Total VO<sub>2</sub> = sumarno utrošenik kiseonik (6 min); VO<sub>2</sub>max = Maksimalna potrošnja kiseonika; HRmax = maksimalna srčana frekvencija; O<sub>2</sub>puls = kiseonični puls; Vemax = maksimalna ventilacija; Rad = sumarni rad (6 min); GE = mehanička efikasnost; Total VO<sub>2</sub>/Rad = utrošeni kiseonik po kJ-u rada.

## 5. ZAKLJUČAK

U eksperimentu je učestvovalo 36 veslača sa 2.9 godina sportskog staža i 32 nesportiste uobičajene fizičke aktivnosti. U dva navrata, slučajnim redosledom, vršena su testiranja na veslačkom i bicikl ergometru. Rađen je test sa opterećenjem maksimalnog intenziteta tipa "all out" u trajanju od 6 minuta. Kardiorespiratorni parametri su registrovani kontinuirano na kraju zagrevanja, tokom opterećenja i prvih 6 minuta oporavka.

Maksimalna potrošnja kiseonika (VO<sub>2</sub>max) je kod veslača iznosila 4.83 l/min na veslačkom, i 5.00 l/min na bicikl ergometru. Kod nesportista te vrednosti su bile 3.62 l/min na veslačkom i 3.67 l/min na bicikl ergometru. Registrovane razlike za obe grupe nisu bile statistički signifikantne. Svi parametri koji direktno ili indirektno ukazuju na stanje fizičke radne sposobnosti, i njihove

promene su neposredna posledica adaptacionih procesa na fizičku aktivnost (VO<sub>2</sub>max, ventilacija, O<sub>2</sub> puls, opterećenje, i sl. manji su za oko 25% do 35% kod nesportista.

Kod veslača nije nađena značajna razlika u rezultatima dobijenim na oba ergometra, pa im na osnovu tih nalaza daje ravnopravni tretman u određivanju fizičke radne sposobnosti.

Nesportisti, međutim, ne pokazuju signifikantnu razliku u utrošenom kiseoniku registrovanom prilikom testiranja na veslačkom i bicikl ergometru, ali je izmereno za oko 16% veće opterećenje na bicikl ergometru, što je i statistički signifikantno na nivou značajnosti p<0.001. Objašnjenje ovakvog nalaza je u tome što kod nesportista još nije formiran dinamički stereotip veslačkih pokreta. Stoga nesportisti svaki kJ rada na veslačkom ergometru "plaćaju" 6 ml kiseonika više nego veslači i to je cena izvođenja suvišnih i neceleshodnih pokreta.

## LITERATURA

1. Bunc V., Heller J., Leso J., Sprynarova S., and Zdanowicz: Ventilatory threshold in various groups of highly trained athletes. *Int. J. Sports Med.* 1987, 8, 275-280.
2. Bouckaert J., Pannier J.L. and Vrijens J.: Cardiorespiratory response to bicycle and rowing ergometer exercise in oarsmen. *Spinger-Verlang*, 1983.
3. Carey P.H., Stensland M. and Hartley H.L.: Comparison of oxygen uptake during maximal work on the treadmill and the rowing ergometer. *Med. Sci. Sports* 1974, 6, 2, 101-103.
4. Celentano F., Cortili G., Prampero P.E. and Cerretelli: Mechanical aspects of rowing. *J. Appl. Physiol.* 1974, 36, 6, 642-647.
5. Cunningham D.A., Goode P.B. and Critz J.B.: Cardiorespiratory response to exercise on a rowing and bicycle ergometer. *Med. Sci. Sports* 1975, 7, 1, 37-43.
6. Droghetti P.: Determination of the anaerobic threshold on a rowing ergometer by the relationship between work output and heart rate. *Scand. J. Sports Sci.* 1986, 8, 2, 59-62.
7. Fukunaga T., Matsud A., Yamamoto K. and Asami T.: Mechanical efficiency in rowing. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1986, 55, 471-475.
8. Grujić N., Secher N.H., Bajić M., Turkulov D., Baćanović M.: Physiological characteristics of rowers. 7 th. Balkan Congress of Sports Med. 1987, 102 (abstract).
9. Hagerman F.C. and Lee D.W.: Measurement of oxygen consumption, heart rate, and work output during rowing. *Medicine and science sports.* 1971, 3, 4, 155-160.
10. Hagerman F.C., McKirnan M.D. and Pompei J.A.: Maximal oxygen consumption of conditioned and unconditioned oarsman. *J. Sports Med.* 1975, 15.
11. Hagerman F.C., Connors M.C., Gault J.A., Hagerman G.R. and Polinski J.W.: Energy expenditure during simulated rowing. *J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 1978, 45, 1, 87-93.
12. Hagerman F.C.: Applied physiology of rowing. *Sports Med.* 1984, 1, 303-326.
13. Oja P., Kukkonen-Hajrula K., Nieminen R., Vudri I. and Pasanen: Cardiorespiratory strain of middle-aged men in mass events of long distance cycling, rowing, jogging and skiing. *Int. J. Sports Med.* 1988, 1, 45-51.
14. DiPrampero P.E., Cortili G., Celentano F., Cerretelli P.: Physiological aspects of rowing. *J. Appl. Physiol.* 1971, 31, 353-357.
15. Saltin B.: Physiological adaptation to physical conditioning. *Acta Med. Scand.* 1986, 711, 11-24.
16. Sanderson B. and Martindale W.: Towards optimizing rowing technique. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1986, 18, 4, 454-486.
17. Secher N.H., Espersen M., Binkhorst R.A., Andersen P.A. and Rube N.: Aerobic power at the onset of maximal exercise. *Scand. J. Sports Sci.* 1982, 4, 1, 12-16.
18. Secher N.H., Vagge O., Jensen K. and Jackson R.C.: Maximal aerobic power in oarsmen *Eur. J. Appl. Physiol.* 1983, 51, 155-162.
19. Steinacker J.M., Marx T.R., Marx U. and Lormes W.: Oxygen consumption and metabolic strain in rowing ergometer exercise. *Eur. Appl. Physiol.* 1986, 55, 240-247.
20. Vuković B., Bajić M., Grujić N. and Bečejac R.: Importance of the test retest examination during the estimation of the  $VO_2$ max at the nonsportsmen. XIV Kongres SDFJ, 1988, (abstract) 136.

Grujić, Nikola; Bajić, Mihailo; Baćanović, Milan; Rabi, Tamara.

## A COMPARATIVE ANALYSIS OF TESTING ON THE ROWING AND BICYCLE ERGOMETER

Kineziologija, Zagreb 20 (1988), 2, S. 101-107, 6 Abb., 20 Lit.

aerobic capacity / athletes / nonathletes / rowing / rowing ergometer / bicycle ergometer /

The experiment involved 36 rowers with 2.9 years of experience and 32 non-sportists of usual physical fitness and activity. On two occasions and at random, the testing was carried out on the rowing and bicycle ergometer. The test of maximum load of type "all out" was administered for 6 minutes. The cardiorespiratory parameters were registered continuously at the end of warming up, during load and during first 6 minutes of recovery. The maximum oxygen consumption ( $VO_2max$ ) was for the rowers 4.83 l/min on the rowing and 5.00 l/min on the bicycle ergometer.

For non-sportists, these values were 3.62 l/min on the rowing and 3.67 l/min on the bicycle ergometer. The registered differences for both groups were not significant statistically. All parameters that directly or indirectly indicate physical fitness and their changes are a direct consequence of adaptational processes on physical activity ( $VO_2max$ , ventilation,  $O_2$  pulse, load, etc) and are smaller by about 25 to 35% for non-sportists.

In the case of the rowers, there was not a significant difference in the results obtained on the two ergometers, so these results can both be used to determine physical fitness.

The non-sportists, however, do not show a significant difference in oxygen consumption registered on the rowing and bicycle ergometers, but the load on the bicycle ergometer was about 16% greater which is statistically significant at the significance level  $p < 0.001$ . The explanation for this lies in the fact that non-sportists do not have a formed dynamic stereotype of rowing motions. This is why the non-sportists for every kJ of work on the rowing ergometer "pay" with 6 ml of oxygen more than the rowers which is the price for redundant and inefficient motions.

Никола Груйич, Михаило Байич, Милован Бачанович и Тамара Раби  
Институт физиологии  
Медицинского факультета, Новый Сад

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ГРЕБНОМ И ВЕЛОСИПЕДНОМ ЭРГОМЕТРЕ

В эксперименте приняло участие 36 гребцов, занимающихся спортом 2.9 лет и 32 испытуемых, не занимающихся спортом. Дважды проводилось тестирование на гребном и велосипедном эргометре. Проведен тест при помощи максимальной нагрузки типа "all out" в течение 6 минут. Сердечнодыхательные параметры измерялись непрерывно в конце подготовительного периода, в течение нагрузки и в течение шестиминутного периода восстановления.

Максимальное потребление кислорода ( $VO_2max$ ) у гребцов составило 4.83 л/мин на гребном и 5.00 л/мин на велосипедном эргометре. У испытуемых, не занимающихся спортом эти величины составили относительно: 3.62 л/мин и 3.67 л/мин. Но полученные разницы между группами не являются статистически достоверными. Все параметры, которые указывали на степень работоспособности испытуемого и которые обусловлены процессами приспособления к физической активности ( $VO_2max$ , вентиляция,  $O_2$ , пульс, нагрузка и пр.) у испытуемых неспортсменов на 25-30% ниже, чем у спортсменов.

У гребцов не получена достоверная разница результатов на двух типах эргометра. Следовательно, оба типа могут равноправно использоваться при определении работоспособности гребцов.

У неспортсменов также не выявлена статистически достоверная разница потребления кислорода между тестированием на гребном и на велосипедном эргометре, но степень нагрузки на велосипедном эргометре у этих испытуемых на 16% больше, чем на гребном. Эта разница статистически достоверна на уровне 0.001. Причиной является тот факт, что неспортсмены, не обладающие опытом гребцов за каждый кДж работы на гребном эргометре "платят" 6 мл кислорода больше, чем тренированные гребцы.

