

# RELACIJA MAKSIMALNOG DOSTIGNUTOG OPTEREĆENJA SA VENTILACIJSKIM I METABOLIČKIM PARAMETRIMA U PROGRESIVNOM TESTU OPTEREĆENJA NA VESLAČKOM ERGOMETRU

**Jere Gulin, Vlatko Vučetić, Stipo Dajaković**

*Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska*

## UVOD

Određivanje sposobnosti i kapaciteta ima važnu ulogu u procesu izrade plana i programa transformacijskog procesa. Mogućnost da se utvrdi utjecaj neke sposobnosti na rezultat postaje od temeljne važnosti za sportske trenere. Statistička obrada i analiza podataka, u kontekstu određenog sporta ili aktivnosti, omogućuje trenerima donošenje zaključaka o razini spremnosti sportaša na temelju nekih utvrđenih varijabli. U veslanju se velika pažnja posvećuje sposobnosti ispoljavanja specifične maksimalne snage. Ona se može izraziti kao maksimalno dostignuto opterećenje u progresivnom testu opterećenja, u ovom slučaju, na veslačkom ergometru. Jedno od važnih obilježja vrhunskih veslača je razina anaerobne izdržljivosti. U sportu u kojem je cilj biti što brži u relativno kratkom vremenu (~ 6-7 min), od velike je važnosti imati dobru razinu anaerobne izdržljivosti s obzirom na procijenjen utjecaj od 21-30% (Secher, 1993). Ta sposobnost do posebnog izražaja dolazi u drugoj polovici veslačke utrke kada količina pristiglog kisika u mišićima ne zadovoljava intenzitet veslanja (Volianitis i Secher, 2009). Isto tako, važno je istaknuti značaj da bi se razina kondicijske pripremljenosti utvrdila, veslače je potrebno podvrgnuti laboratorijskom ili terenskom testiranju sa sofisticiranom opremom, odnosno u slučaju ventilacijskih i metaboličkih parametara, sustavom "breath by breath". Pregledom dosadašnje literature vidljivo je da se problem povezanosti i predikcije rezultata ostvarenih u dijagnostičkim postupcima, odnosno konstruiranja određenog regresijskog modela u veslanju već istraživao. Tako Akça (2014) provodi istraživanje na uzorku od 38 sveučilišnih veslača (dob  $20,17 \pm 1,22$  god). Promatrane su varijable morfoloških karakteristika, jakosti ruku, nogu i trupa te razina aerobne i

anaerobne izdržljivosti. Autor je kreirao novi algoritam, no s obzirom na nekorištenje i ventilacijskih i metaboličkih parametara za procjenu energetskih kapaciteta, smatramo potrebnim provođenje istraživanja s obzirom na te važne aspekte kondicijske pripremljenosti. Mahler i sur. 1984. tvrde da nema značajne razlike između maksimalno dostignutog opterećenja na progresivnom testu i "all out" testu na veslačkom ergometru, te sugeriraju da je opravdano koristiti bilo koji od spomenutih protokola za selekciju veslača. No s obzirom na važnost aerobne komponente, ipak se preporučuje korištenje protokola progresivnog opterećenja. Bourdin i sur. 2004 su na uzorku od 54 vrhunska veslača potvrdili tezu da je maksimalni doseg u progresivnom testu opterećenja dobar prediktor ukupnog rezultata u testu 2000m na veslačkom ergometru.

S obzirom na objektivne čimbenike, odnosno relativnu nepristupačnost takvog oblika dijagnostike, cilj ovog rada je bio statističkom analizom doći do nekih zaključaka o povezanosti maksimalnog dosega u progresivnom testu opterećenja, kao jednostavno dostupnog podatka, s nekim ventilacijskim i metaboličkim parametrima značajnim u veslanju.

## METODE RADA

### UZORAK ISPITANIKA

Na uzorku (N = 12) sastavljenom od veslača nacionalnog i internacionalnog ranga (dob =  $20,0 \pm 3,1$  godina, tjelesna težina =  $82,9 \pm 8,5$  kg, tjelesna visina =  $188,5 \pm 7,3$  cm) provedeno je testiranje na veslačkom ergometru. Sva mjerenja su provedena u Sportsko dijagnostičkom centru na Kineziološkom fakultetu u Zagrebu. Svi ispitanici su bili upoznati s protokolom mjerenja i zahtjevima koji uvjetuju valjanost testiranja i rezultata.

## UZORAK VARIJABLI

Podaci korišteni u ovom istraživanju se odnose na neke parametre morfološkog prostora (visina, tjelesna masa) i ventilacijske i metaboličke parametre. Varijable promatrane u ovom istraživanju prvenstveno se odnose na relacije povezanosti maksimalni doseg u progresivnom testu opterećenja na veslačkom ergometru sa varijablama ventilacijskih i metaboličkih parametara kao što su maksimalan primitak kisika, maksimalna minutna ventilacija, primitak kisika pri anaerobnom pragu te razinu opterećenja pri anaerobnom pragu.

traju njegovi ventilacijski i metabolički parametri u oporavku. Testiranje je provedeno na veslačkom ergometru marke Concept2, model D (Morrisville, Vermont, SAD). 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.

## METODE OBRADE PODATAKA

Obrada podataka i statistička analiza je izvršena u programu Statistica 13 for Windows. U tom pro-

**Tablica 1.** Opis varijabli korištenih u istraživanju s mjernim jedinicama.

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.	$VE_{max}$	Maksimalna minutna ventilacija	$l/min$
4.	$PVO_{2max}$	Opterećenje pri maksimalnom primitku kisika	W
5.	$P_{max}$	Maksimalno dostignuto opterećenje	W
6.	$PRVO_{2max}$	Relativno opterećenje pri maksimalnom primitku kisika	W/kg
7.	$PR_{max}$	Relativno maksimalno opterećenje	W/kg
8.	$P_{anp}$	Opterećenje pri anaerobnom pragu	W
9.	$PR_{anp}$	Relativno opterećenje pri anaerobnom pragu	W/kg
10.	$VO_{2anp}$	Primitak kisika na anaerobnom pragu	$lO_2/min$
11.	$RVO_{2anp}$	Relativni primitak kisika na anaerobnom pragu	$mlO_2/kg/min$
12.	$P_{an}$	Opeterećenje u anaerobnoj zoni	W

## PROTOKOL TESTIRANJA

Protokol testiranja se sastojao od početne minute mirovanja, zatim veslanja tri minute na opterećenju od 150 W, nakon te tri minute opterećenje je podizano za 25 W svakih šezdeset 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 proma-

gramu izvršena je statistička analiza za dobivanje deskriptivnih parametara za sve varijable korištene u istraživanju. Izračunati su osnovni deskriptivni parametri. Korišten je Pearsonov koeficijent korelacije kako bi se utvrdila povezanost između promatranih varijabli, te koeficijent determinacije za izražavanje pouzdanosti. Rezultati su filtrirani na 30 sekundi te su na taj način očitane maksimalne vrijednosti, kao i vrijednosti pri anaerobnom pragu. Anaerobni prag je utvrđivan metodom točke defleksije krivulje frekvencije srca (Conconi i sur., 1982).

## REZULTATI I DISKUSIJA

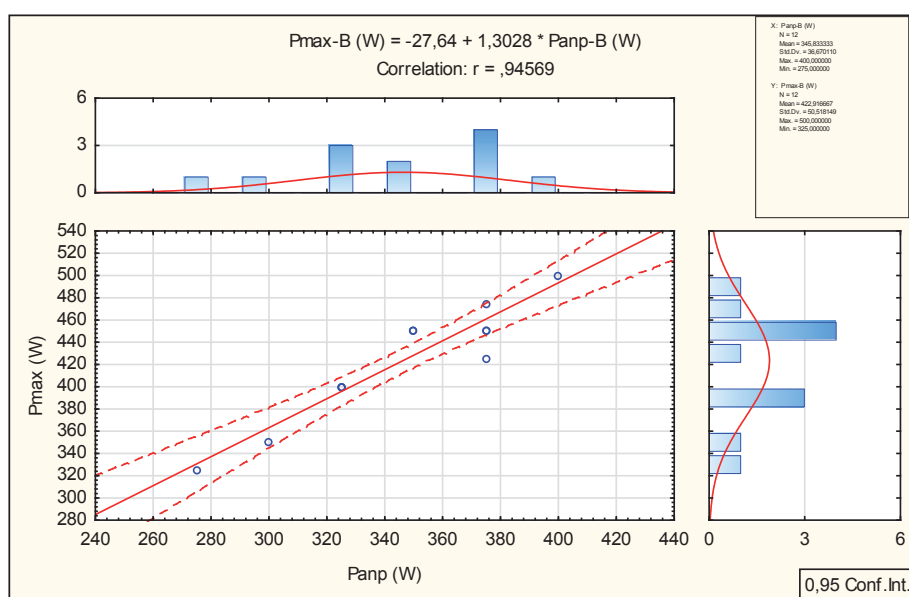
**Tablica 2.** Deskriptivni parametri izmjerenih varijabli.

Varijabla	AS±SD (min-max)
Vis (cm)	188,49±7,34 (175,30-197,40)
Tez (kg)	82,93±8,53 (65,70-91,30)
VO2max (lO2/min)	5,73±0,84 (4,30-6,83)
RVO2max (mlO2/kg/min)	69,10±7,17 (53,30-77,70)
PVO2max(W)	408,33±49,24 (325,00-475,00)
VEmax (l/min)	181,35 ± 26,93 (140,60-220,30)
Pmax (W)	422,92±50,52 (325,00-500,00)
PRVO2max (W/kg)	4,93±0,43 (4,06-5,55)
PRmax (W/kg)	5,12±0,52 (4,06-5,84)
Panp (W)	345,83±36,67 (275,00-400,00)
PRanp (W/kg)	4,19±0,47 (3,43-5,00)
VO2anp (lO2/min)	5,23±0,64 (4,09-6,14)
RVO2anp (mlO2/kg/min)	63,22±6,41 (51,15-72,40)
Pan (W)	77,08±19,82 (50,00-100,00)

**Tablica 3.** Prikaz koeficijenta korelacije, koeficijenta determinacije i razine pogreške maksimalnog dostignutog opterećenja (Pmax) s varijablama ventilacijskih i metaboličkih parametara.

Varijabla	r	r <sup>2</sup>	p<0,05
Dob (god)	0,73	0,53	0,01
Tez (kg)	0,60	0,36	0,04
Vis (cm)	0,81	0,65	0,00
VO2max (lO2/min)	0,70	0,48	0,01
RVO2max (mlO2/kg/min)	0,42	0,17	0,18
VEmax (l/min)	0,86	0,74	0,00
PVO2max(W)	0,94	0,89	0,00
PRVO2max (W/kg)	0,57	0,32	0,06
PRmax (W/kg)	0,55	0,30	0,07
Panp (W)	0,95	0,89	0,00
PRanp (W/kg)	0,32	0,10	0,31
VO2anp (lO2/min)	0,87	0,75	0,00
RVO2anp (mlO2/kg/min)	0,43	0,18	0,16
Pan (W)	0,80	0,64	0,00

Najveća povezanost je utvrđena između maksimalnog dostignutog opterećenja i varijabli opterećenja pri maksimalnom primitku kisika te opterećenja pri anaerobnom pragu. Iz tablice 3 vidljiva je visoka povezanost između varijable maksimalnog postignutog opterećenja i varijabli ventilacijskih i metaboličkih parametara.



**Slika 1.** Grafički prikaz korelacije maksimalnog dostignutog opterećenja i opterećenja pri anaerobnom pragu

Najznačajnija povezanost je ostvarena (slika 1) s varijablom opterećenja pri anaerobnom pragu ( $r=0,95$ ). Ovakav rezultat je i očekivan, te dovodi do zaključka da sa velikom sigurnošću ( $r^2=0,89$ ) možemo predvidjeti opterećenje pri anaerobnom pragu na temelju maksimalnog dostignutog opterećenja. U ovom istraživanju se to pokazalo na način da veslači koji su ostvarili veći maksimalni doseg opterećenja, su u pravilu dostizali i više vrijednosti opterećenja pri anaerobnom pragu.

Povezujući tu činjenicu s dobivenim rezultatima (slika 2) korelacije s varijablom izdržaja u anaerobnoj zoni ( $r=0,80$ ), može se zaključiti da se ova važna komponenta kondicijske pripremljenosti veslača može sa statistički značajnom sigurnošću predviđati na temelju maksimalno dostignutog opterećenja u progresivnom testu na veslačkom ergometru. Poznato je da se anaerobni kapacitet procjenjuje temeljem parametara deficita kisika u aerobnoj i anaerobnoj zoni, no izdržaj u anaerobnoj zoni također se može koristiti kao određeni pokazatelj anaerobne izdržljivosti veslača (Vučetić, 2007).

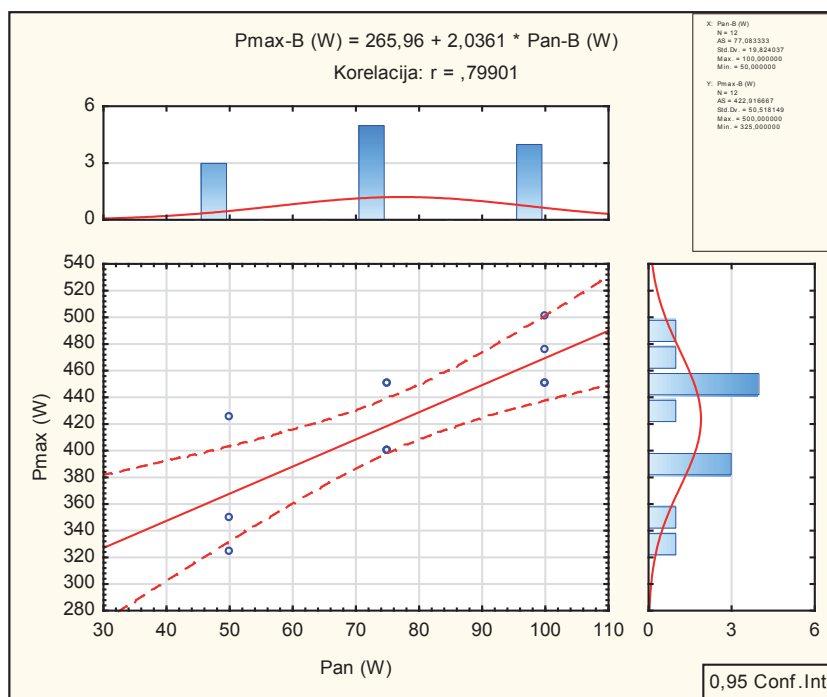
Promatrajući maksimalni doseg u testu s nekim metaboličkim parametrima, vidljivo je da i tu postoji statistički značajna povezanost sa varijablama maksimalnog primitka kisika ( $r=0,70$ ), primitka kisika pri anaerobnom pragu ( $r=0,87$ ). Također visoka razina statistički značajne povezanosti je ostvarena i s varijablom maksimalne minutne ventilacije ( $r=0,86$ ). Na temelju tih rezultata možemo zaključiti

da će ispitanici koji su dosegli višu razinu maksimalnog intenziteta u pravilu ostvarivati veće vrijednosti aerobne izdržljivosti, odnosno maksimalnog primitka kisika.

Povezanost maksimalnog dosega s varijablama relativnog maksimalnog primitka kisika ( $r=0,42$ ), relativnog opterećenja pri maksimalnom primitku kisika ( $r=0,57$ ), relativnog maksimalnog dostignutog opterećenja ( $r=0,55$ ), relativnog opterećenja pri anaerobnom pragu ( $r=0,32$ ) te relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu ( $r=0,43$ ) je vidljiva, no utvrđeno je da ta povezanost nije statistički značajna. Razlog ovakvih rezultata se može tražiti u raspšrenosti uzorka ispitanika, odnosno u velikom rasponu mase tijela (25,60 kg) što neposredno utječe na spomenute varijable.

## ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati omogućuju donošenje zaključaka o kondicijskoj pripremljenosti veslača u slučajevima kada veslačkim trenerima nisu dostupni laboratorijski uvjeti testiranja. Mogućnost procjene rezultata treneru može značajno pomoći u procesu selekcije i orijentacije sportaša. Svakako u obzir treba uzeti činjenicu da se rezultatska uspješnost u veslanju promatra kroz prizmu veslanja na vodi, ali s obzirom na učestalost korištenja i široku primjenu u kondicijskoj pripremi i dijagnostici, rezultati ostvareni na veslačkom ergometru mogu se smatrati



Slika 2. Korelacija maksimalnog dostignutog opterećenja i izdržaja u anaerobnoj zoni.

značajnima u veslanju. Potreba za kvalitetnim regresijskim modelom koji bi se temeljio na precizno utvrđenim podacima prikupljenim na velikom broju ispitanika zasigurno postoji. Ovaj rad, po mišljenju autora, doprinosi tom cilju te daje veslačkim trenerima alat kojim mogu donositi zaključke o sposobnostima svojih veslača na temelju njima dostupnim načinima procjene stanja. Također, važno je za napomenuti da rezultati dobiveni u ovom istraživanju omogućuju trenerima procjenu anaerobnih kapaciteta sportaša, što je od posebne važnosti u drugom dijelu natjecateljske sezone, odnosno periodu nakon značajnog rada na aerobnim kapacitetima (Mahler i sur., 1984).

## LITERATURA

1. Akça F. (2014). Prediction of rowing ergometer performance from functional anaerobic power, strength and anthropometric components. *Journal of Human Kinetics*, 41(1):133-42
2. Bourdin M, Messonnier L, Hager JP, Lacour JR. (2004). Peak power output predicts rowing ergometer performance in elite male rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 25(5):368-73.
3. Mahler, D., Andrea, B. and Andresen, D.C. (1984). Comparison of 6 minute 'all out' and incremental exercise tests in elite oarsmen. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, 567-571.
4. Secher, N.H. (1993). Physiological and biomechanical aspects of rowing: Implications for training. *Sports Medicine*, 15, 24-42.
5. Volianitis, S. i Secher, N.H. (2009). Rowing, the ultimate challenge to the human body implications for physiological variables, *Clinical Physiology and Functional Imaging* 29, 241-244.
6. Vučetić, V. (2007). Razlike u pokazateljima energetske kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja. (Doktorska disertacija, Kineziološki fakultet). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu