



## POVEZANOST FIZIOLOŠKIH I IZVEDBENIH PARAMETARA PRI PROGRESIVNOM TESTU OPTEREĆENJA S REZULTATOM UTRKE NA VESLAČKOM ERGOMETRU

THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSIOLOGICAL AND PERFORMANCE PARAMETERS  
DURING A PROGRESSIVE LOAD TEST AND RACE RESULTS ON A ROWING ERGOMETER

Jere Gulin

Sveučilište u Zagrebu Kineziološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

Cite as: Gulin J. Povezanost fizioloških i izvedbenih parametara pri progresivnom testu opterećenja s rezultatom utrke na veslačkom ergometru. *Croat Sports Med J.* 2025; 40(1):66-71.

Dopisni autor: Jere Gulin, jere.gulin@kif.hr

DOI: 10.69589/hsv.40.1.7

### SAŽETAK

Veslanje je sport koji podrazumijeva značajan volumen treninga koji se izvodi na suhom, odnosno na veslačkim ergometrima. U ranijim fazama veslačke sezone se najčešće provodi progresivni test opterećenja (PTO) kako bi se postavili temelji za izradu trenaznog plana i programa. U nedostatku standardiziranog PTO-a, fiziološki i izvedbeni parametri često ovise o specifičnostima protokola, a P60max, kao izlaz snage na posljednjoj završenoj jednominutnoj razini opterećenja, potencijalno predstavlja pouzdaniji parametar izvedbe. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost P60max s prosječnom snagom i izvedbom veslača tijekom simulacije utrke na 2000 m na veslačkom ergometru.

Istraživanje je obuhvatilo 26 muških veslača nacionalne i internacionalne razine, starijih od 18 godina, testiranih progresivnim testom opterećenja te utrkom na 2000 m na veslačkom ergometru.

Rezultati pokazuju da su maksimalni izlaz snage (Pmax) i izlaz snage na posljednjoj dovršenoj razini opterećenja (P60max) pokazali najvišu razinu povezanosti s rezultatom na 2000 m, s koeficijentima korelacije između  $r = 0,85$  i  $r = 0,89$ . Međutim, rezultati fizioloških parametara ( $VO_2max$ ) su pokazali nešto niže vrijednosti korelacije ( $r=0,71$ ). Usmjeravanje treninga prema razvoju P60max i ukupne sposobnosti generiranja snage može značajno unaprijediti izvedbu veslača na 2000m na veslačkom ergometru. S obzirom da je lakše upravljati izvedbenim parametrima

### ABSTRACT

Rowing requires substantial volumes of off-water training, particularly on rowing ergometers. In the early phases of the rowing season, a graded exercise test (GXT) is commonly performed to set a foundation for the development of training plans and programs. In the absence of a standardized GXT, physiological and performance parameters often depend on the specifics of the protocol, while P60max, defined as the power output at the last completed one-minute GXT level, potentially represents a more useful performance parameter. The aim of this study was to examine the correlation between P60max and the average power output and performance of rowers during a simulated 2000 m race on a rowing ergometer.

The study included 26 male rowers of national and international levels, aged 18 years and older, who were tested using a GXT and a 2000 m rowing ergometer race simulation.

The results indicate that maximum power output (Pmax) and power output at the last completed load level (P60max) demonstrated the highest correlation with 2000 m performance, with correlation coefficients ranging from  $r = 0.85$  to  $r = 0.89$ . However, physiological parameters ( $VO_2max$ ) showed slightly lower correlation values ( $r = 0.71$ ). Focusing training on developing P60max and overall power generation capacity could significantly improve rowers' 2000 m ergometer performance. Since performance parameters are easier to manage than physiological ones,

u odnosu na fiziološke, ovi nalazi su posebno korisni za trenere i veslače.

*Ključne riječi: veslačka izvedba, progresivni test opterećenja, fiziološki parametri, izvedbeni parametri*

these findings are particularly valuable for coaches and rowers.

*Keywords: rowing performance, graded exercise test, physiological parameters, performance parameters*

## UVOD

Težnja u modernom treningu sportova izdržljivosti je kvantificirati i na određeni način predvidjeti sportsku izvedbu na temelju nekih mjerljivih parametara. Veslanje, iako aktivnost specifičnog trajanja, se smatra jednim od najzahtjevnijih sportova izdržljivosti<sup>8</sup>. Rezultatska uspješnost je usko povezana sa razinom aerobnog kapaciteta, razinom tehničko-taktičke vještine te visokom razvijenosti određenih morfoloških i motoričkih struktura<sup>11,16,18,23</sup>.

Uloga veslačkih ergometara može biti višestruka, u kontekstu razvoja kapaciteta kroz trenažni proces, ali često se koriste i kao pomagala za poboljšanje tehnike, utvrđivanje stanja treniranosti te omogućuju održavanje visokog trenažnog volumena kada vremenski uvjeti nisu primjereni treningu na vodi. Praćenje razine treniranosti veslača se provodi pomoću različitih vrsta standardiziranih testiranja, od veslanja na 2000m ili 6000m, do kontinuiranih progresivnih testova opterećenja (PTO) na veslačkom ergometru<sup>12,15,18,22</sup>. Svaki od spomenutih testova ima ponešto drugačiju ulogu te se uobičajeno provodi u različitim dijelovima veslačke sezone te trenerima omogućuje uvid u razinu treniranosti veslača.

Testiranje na 6000m je primarno vezano uz utvrđivanje razine aerobnog kapaciteta te se vrlo često provodi početkom veslačke trenažne sezone,<sup>15</sup> te trenerima služi kao početna točka pri programiranju treninga. S druge strane, prvenstveni razlog izvođenja testa na 2000m je zbog same dužine dionice, s obzirom da je to udaljenost koja odgovara duljini veslačke staze. Već dugo je poznato da izvedba u ovom testu ovisi o aerobnim i anaerobnim kapacitetima veslača<sup>22</sup>, sa otprilike 21-30% anaerobnog metabolizma<sup>21</sup>. Poznato je da određeni parametri aerobnog kapaciteta imaju visoku razinu povezanosti sa izvedbom na 2000m<sup>10,11,17</sup>, također utvrđena je vrlo visoka povezanost i sa anaerobnim kapacitetom<sup>1,4,5,20</sup> te sa udjelom nemasne mase<sup>1,16</sup>. Progresivni test opterećenja se uglavnom provodi u laboratorijskim uvjetima uz korištenje spiroergometrijske opreme kako bi se dobio što bolji uvid u metaboličke i ventilacijske kapacitete veslača<sup>10</sup>. Analiza laboratorijskih testova trenerima pruža uvid u ključne izvedbene parametre, poput maksimalnog izlaza snage i izlaza snage pri određenim fazama PTO-a, kao i u fiziološke varijable koje definiraju energetske kapacitete veslača. Te informacije mogu poslužiti u selekciji veslača ali i pomoći u preciznijem programiranju treninga kroz određivanje trenažnih zona

na veslačkom ergometru<sup>12</sup>. U nedostatku standardiziranog PTO, fiziološki i izvedbeni parametri koji se analiziraju u istraživanjima često su specifični za korišteni protokol, što donekle otežava usporedbu rezultata različitih istraživanja. Na veslačkom ergometru opterećenja nisu fiksna, već veslač samostalno mora održavati zadani tempo i izlaz snage. To se bitno razlikuje od PTO testiranja na pokretnom sagu, gdje su parametri definirani vanjskim opterećenjem odnosno kroz kretanje pokretnog saga. Naime, često se u praksi dogodi da veslači tijekom PTO nisu u stanju, pri ekstremnom naporu, pratiti zadani protokol. Ova razlika posebno dolazi do izražaja kod parametra maksimalnog izlaza snage (Pmax), koji je zbog spomenutih specifičnosti protokola testiranja na veslačkom ergometru ponekad teško precizno odrediti. Parametar koji do sada nije istraživao se odnosi na izlaz snage pri posljednjoj završenoj jednominutnoj razini opterećenja tijekom progresivnog testa. U tom kontekstu, P60max se pokazuje kao potencijalno korisniji parametar, no bez istraživanja koja to mogu potvrditi. Stoga, primarni cilj ovog istraživanja je utvrditi povezanost parametra P60max sa veslačkom izvedbom na 2000m.

## METODE

### Uzorak ispitanika

U ovom istraživanju analizirano je 26 veslača muškog spola, starijih od 18 godina, testiranih tijekom četiri sezone (2020.-2024.). Ispitanici su veslači nacionalne i internacionalne razine, uključujući i osvajače olimpijskih odličja, te se prema nedavno predloženoj klasifikaciji ispitanika<sup>13</sup> mogu svrstati od treće do pete razine. Istraživanje je provedeno u skladu sa Helsinškom deklaracijom. Svi ispitanici su tijekom ispunjavanja upitnika prije testiranja, potpisom pristali da se podaci koriste u znanstvene svrhe.

### Protokol istraživanja

Svi ispitanici testirani su progresivnim testom opterećenja (PTO) u laboratorijskim uvjetima, kao i tijekom natjecanja na 2000 metara na veslačkim ergometrima, koje je održano u sklopu državnog prvenstva "Croatia Indoor". U analizu su uključeni najbolji pojedinačni rezultati ostvareni na PTO-u i pripadajući rezultati na 2000 metara u istoj godini za one veslače koji su testirani više puta tijekom posljednje četiri natjecateljske sezone. Osnovni deskriptivni parametri prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Osnovni deskriptivni parametri  
Table 1. Basic descriptive parameters

	AS ± SD
Dob (god)	22,2 ± 5,1
Visina (cm)	189,3 ± 6,5
Težina (kg)	90,9 ± 8,8
P2000m (W)	456,5 ± 47,7

Legenda: P2000m=prosječni izlaz snage u testu na 2000m

Podaci iz PTO-a na veslačkom ergometru prikupljeni su tijekom redovitog godišnjeg testiranja kandidata za nacionalnu veslačku reprezentaciju, dok su podaci s natjecanja na ergometrima na 2000 metara prikupljeni tijekom službenog državnog natjecanja u zatvorenom prostoru.

### Laboratorijsko testiranje

Progresivni testovi opterećenja provedeni su u Sportsko dijagnostičkom centru, Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. Korišten je standardni protokol progresivnog kontinuiranog opterećenja, test je započeo sa minutom mirovanja, nakon čega je 3 minute intenzitet postavljen na 150W, te je nakon toga opterećenje podizano za 20W ili 25W, ovisno o dobi i tjelesnoj masi veslača<sup>16</sup>. Test se izvodio do otkaza, odnosno do trenutka kada veslač nije mogao održavati protokolom zadani izlaz snage. Za potrebe utvrđivanja fizioloških varijabli korišten je sustav Quark CPET, COSMED, Italija. Prikupljeni sirovi podaci tijekom PTO su ručno filtrirani i uprosječeni u intervalima od 30 sekundi. Maksimalni primitak kisika ( $VO_{2max}$ , u L/min) je zabilježen kao najviša vrijednost tijekom pojedinačnog 30-sekundnog intervala. Anaerobni prag je utvrđen temeljem analize tri uobičajene metode u analizi ventilacijskih pragova<sup>7</sup>, odnosno pomoću modificirane v-slope metode<sup>14</sup>, te je očitana pripadajuća vrijednost primitka kisika pri tom opterećenju ( $VO_{2anp}$ , u L/min). Varijable kojima je opisana izvedba veslača su temeljene na izlazu snage koji se može očitati u određenim vremenskim točkama tijekom PTO. Vršni izlaz snage ( $P_{max}$ , u W) je zabilježen kao prosječna vrijednost dva uzastopna 30-sekundna intervala, izlaz snage pri maksimalnom primitku kisika ( $PVO_{2max}$ , u W) je zabilježen u prvom trenutku dostizanja  $VO_{2max}$ , te izlaz snage pri anaerobnog pragu ( $P_{anp}$ , u W). Dosad neistražena varijabla odnosi se na najveći izlaz snage ( $P60_{max}$ , u W) ostvaren tijekom jednogminutne razine opterećenja unaprijed definirane protokolom.

### Izvedba na 2000m

Nakon zagrijavanja, veslači su pristupali ergometrima koji su bili „umreženi“ te se na taj način održala utrka na 2000m. Pouzdanost podataka koji se prikupljaju na „all-out“ testu na 2000m je provjerena ranije<sup>19</sup>. Tijekom testa na 2000m, zabilježen je prosječni izlaz snage (P2000m, u W).

U pravilu, razmak između laboratorijskog testiranja i utrke na 2000m je otprilike mjesec dana. Svi testovi analizirani u ovom istraživanju su izvedeni na Concept2 veslačkim ergometrima (Model D, Morrisville, SAD).

### Obrada podataka

Svi prikupljeni podaci obrađeni su pomoću programa Statistica 14.0 (TIBCO, Palo Alto, SAD). Normalnost distribucije podataka je provjerena Shapiro-Wilk W testom. Uz osnovne deskriptivne parametre (AS ± SD), povezanost između rezultata dva promatrana testa provjerena je pomoću analize Pearsonovog koeficijenta korelacije i koeficijenta determinacije. Koeficijenti korelacije interpretirani su prema sljedećim pragovima:  $\geq 0,1$  – mala povezanost;  $\geq 0,3$  umjerena;  $\geq 0,5$  – visoka;  $\geq 0,7$  vrlo visoka te  $\geq 0,9$  ekstremno visoka povezanost<sup>9</sup>. Koeficijent varijacije (CV) izračunat je kao omjer standardne devijacije i aritmetičke sredine te je prikazan u postotcima kako bi se utvrdila varijacija rezultata pojedine varijable. Razina statističke značajnosti je postavljena na 0,05.

### REZULTATI

Rezultati ukazuju na značajnu povezanost između različitih parametara aerobne izdržljivosti i izvedbe na 2000m na veslačkom ergometru. Testom normalnosti distribucije utvrđeno je da su podaci u svim promatranim varijablama normalno distribuirani. Analizom Pearsonovog koeficijenta korelacije (r) i koeficijenta determinacije ( $r^2$ ) uočeni su visoki stupnjevi povezanosti između izvedbenih parametara ( $P_{max}$ ,  $PVO_{2max}$ ,  $P60''_{max}$ ,  $P_{anp}$ ) i prosječnog izlaza snage na utrci, dok je usporedba vrijednosti fizioloških parametara ( $VO_{2max}$  i  $VO_{2anp}$ ) pokazala umjereniju razinu povezanosti (tablica 2.).

### DISKUSIJA

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da svi ključni parametri koje treneri mogu utvrditi progresivnim testom opterećenja imaju vrlo visoku razinu povezanosti sa rezultatom koji se ostvaruje na simuliranoj utrci na 2000m na ergometru. Ovakvi rezultati su u skladu sa dosadašnjim istraživanjima koja su analizirala faktore koji utječu na izvedbu na 2000m na veslačkom ergometru<sup>1,4,5,11,17,20</sup>. Najveći stupanj povezanosti zabilježen je s varijablama maksimalnog izlaza snage ( $P_{max}$ ) ( $r = 0,89$ ), kao i s parametrom izlaza snage pri posljednjoj završenoj razini opterećenja ( $P60_{max}$ ) ( $r = 0,89$ ), koji dosad nije istraživani. Ovi rezultati potvrđuju valjanost parametra  $P60_{max}$  kao korisnog pokazatelja za praćenje i evaluaciju izvedbe u veslanju. Također, analiza rezultata koeficijenta determinacije (Tablica 2) je pokazala da izvedbeni parametri mogu pojasniti veći udio varijance rezultata na 2000m u odnosu na fiziološke parametre. Analiza fizioloških parametara pokazuje da maksimalni primitak kisika ( $VO_{2max}$ ) ima nešto nižu razinu povezanosti s rezultatom na 2000 metara ( $r=0,71$ ) kao i primitak

Tablica 2. Povezanost između varijabli progresivnog testa opterećenja i izvedbe na 2000m na veslačkom ergometru  
 Table 2. Correlation between graded exercise test variables and the 2000m rowing ergometer race simulation

	AS±SD	CV	r	r <sup>2</sup>	p
<b>Pmax (W)</b>	475,4 ± 46,4	9,8	0,89	0,79	<0,01
<b>PVO<sub>2</sub>max(W)</b>	447,5 ± 56,4	12,6	0,88	0,77	<0,01
<b>P60max(W)</b>	473,4 ± 44,2	9,3	0,89	0,79	<0,01
<b>Panp(W)</b>	346,6 ± 37,4	10,8	0,83	0,69	<0,01
<b>VO<sub>2</sub>max(l/min)</b>	5,5 ± 0,6	10,9	0,71	0,50	<0,01
<b>VO<sub>2</sub>anp(l/min)</b>	4,8 ± 0,5	10,4	0,79	0,63	<0,01

Legenda: P<sub>max</sub>=maksimalni izlaz snage u testu; PVO<sub>2</sub>max=izlaz snage pri maksimalnom primitku kisika; P60max= izlaz snage kroz zadnjih 60 sekundi na zadanom opterećenju; Panp=izlaz snage pri anaerobnom pragu, VO<sub>2</sub>max=maksimalni primitak kisika; VO<sub>2</sub>anp=primitak kisika pri anaerobnom pragu; CV=koeficijent varijacije; r=koeficijent korelacije; r<sup>2</sup>=koeficijent determinacije; p=razina statističke značajnosti.

kisika pri anaerobnog pragu (VO<sub>2</sub>anp) (r=0,79). Slične zaključke prijavljuju i prethodna istraživanja na vrhunskim veslačima<sup>3,17</sup>, veslačicama<sup>2</sup> te studenatima-veslačima<sup>1</sup>. S obzirom na to da se progresivni testovi opterećenja provode različitim protokolima, često se i maksimalni izlaz snage veslača bilježi na različite načine<sup>10</sup>. Korištenje parametra koji se odnosi na posljednju u cijelosti dovršenu razinu (P60max) potencijalno bi moglo smanjiti varijabilnost rezultata te trenerima pružiti valjan parametar koji se može koristiti u programiranju treninga. Analiza koeficijenta varijacije (Tablica 2) za varijablu P60max sugerira da se mogu očekivati homogeniji rezultati u usporedbi s drugim izvedbenim parametrima, a koji imaju sličnu ili jednaku razinu povezanosti s rezultatom na 2000 m. Tijekom provedbe PTO testa u praksi, definiranje o načinu povećanja opterećenja je izrazito važno za postizanje valjanih rezultata u kontekstu izvedbenih i fizioloških parametara. Naime, kod veslača s nižom razinom treniranosti ili manjom tjelesnom masom, preveliki porast opterećenja može uzrokovati prerani prekid testa. S druge strane, predugo trajanje testa zbog premalog porasta opterećenja može također narušiti njegovu valjanost. Ova ograničenja se mogu izravno odraziti na pogreške u programiranju trenažnog procesa.

S obzirom na nešto niže vrijednosti koeficijenta korelacije između fizioloških parametara i izvedbe na 2000 m na veslačkom ergometru, može se pretpostaviti da na rezultat utječu i drugi faktori, prvenstveno sposobnost generiranja značajnog izlaza snage na PTO. Istraživanje utjecaja različitih težinskih kategorija na izvedbu veslača pokazuje da kod lakših veslača postoji veća korelacija između fizioloških parametara (poput VO<sub>2</sub>max) i rezultata na 2000 m, dok je kod težih veslača, zahvaljujući većoj tjelesnoj i mišićnoj masi, zabilježena viša razina povezanosti između izvedbenih parametara i rezultata na 2000 metara<sup>3</sup>.

Vrijednosti izlaza snage pri anaerobnom pragu te primitak kisika pri anaerobnom pragu imaju nešto niže vrijednosti povezanosti u odnosu na prethodno spomenute (r=0,83 i 0,79). Dosadašnja istraživanja su pokazala da ovi submaksimalni parametri imaju nešto veću razinu povezanosti sa izvedbom na 6000m<sup>15</sup>, što je i logično za

očekivati s obzirom na duže trajanje takvog testa. S obzirom na složenost ove varijable i inherentnu varijabilnost u određivanju anaerobnog praga, dosadašnja istraživanja često interpretiraju ove vrijednosti s oprezom, posebno jer Pmax predstavlja izravniju i jednostavniju varijablu za utvrđivanje<sup>10</sup>.

Najmanja razlika između P2000m i parametara dobivenih PTO je utvrđena u varijabli izlaza snage pri maksimalnom primitku kisika (PVO<sub>2</sub>max), od ~ 9W, odnosno manje od jedne sekunde u prolazu na 500m, dok je razlika u odnosu na Pmax ~ 19W što je nešto veća vrijednost u odnosu na do sada prijavljene<sup>3</sup>. S obzirom na minimalnu razliku a visoku razinu povezanosti između vrijednosti PVO<sub>2</sub>max i P2000m, može se pretpostaviti da je izvedba na 2000 m na veslačkom ergometru pouzdan indikator za procjenu PVO<sub>2</sub>max. Ova je mogućnost izrazito korisna jer je za precizno mjerenje PVO<sub>2</sub>max potrebna sofisticirana i skupa oprema koja nije uvijek dostupna, dok je P2000m jednostavnije i praktičnije utvrditi. Ovakav pristup potencijalno olakšava programiranje intervalnih treninga izdržljivosti u veslanju<sup>6</sup>. S obzirom na vremenske periode u kojima se uobičajeno provode laboratorijska testiranja, ovaj parametar se može istaknuti kao ključan za trenere s obzirom da se radi o ranijim fazama trenažne sezone. Ovdje je važno za napomenuti da je u istraživanju Ingham i suradnika (2013) uočeno da je ovakva povezanost vjerojatnija u slučaju veslača kojima imaju nešto lošiji rezultat na 2000m (>300W), dok je sa veslačima koji su brži na 2000m (>425) ta korelacija nešto niža<sup>10</sup>.

## ZAKLJUČAK

Primarna zadaća ovog istraživanja je bila utvrditi povezanost između izvedbenih i fizioloških parametara koji se mogu dobiti progresivnim testom opterećenja (PTO) sa izvedbom na simuliranoj utrki na veslačkom ergometru. Rezultati istraživanja potvrđuju visoku razinu povezanosti ključnih parametara dobivenih tijekom PTO s izvedbom na 2000 m na veslačkom ergometru. Najvišu razinu povezanosti pokazali su maksimalni izlaz snage (Pmax) i

do sada neistraženi parametar, izlaz snage na posljednjoj dovršenoj razini opterećenja (P60max). Također, P60max pokazuje veću homogenost rezultata u usporedbi s drugim izvedbenim parametrima. Korištenje ovog parametra može biti korisno u usporedbi izvedbe u različitim protokolima. Fiziološki parametri poput  $VO_2\max$  i  $VO_2\text{anp}$  imaju nešto nižu razinu povezanosti s rezultatom na 2000m.

U kontekstu praktične primjene rezultata istraživanja, veslači bi trebali usmjeriti trening na povećanje izlaza snage na posljednjoj dovršenoj razini (P60max) i poboljšanje ukupne sposobnosti generiranja snage, s obzirom na njihovu visoku povezanost s rezultatom na 2000 m. S obzirom da je u praksi značajno lakše kontrolirati i upravljati izvedbenim parametrima u odnosu na fiziološke, trenerima i veslačima bi ovi nalazi mogli biti od dodatnog značaja.

## Literatura

1. Akça F. Prediction of rowing ergometer performance from functional anaerobic power, strength and anthropometric components. *J Hum Kinet.* 2014;41(1):133-42.
2. Bourdin M, Lacour JR, Imbert C, Messonnier L. Factors of Rowing Ergometer Performance in High-Level Female Rowers. *Int J Sports Med.* 2017;38(13):1023-8.
3. Bourdin M, Messonnier L, Hager JP, Lacour JR. Peak Power Output Predicts Rowing Ergometer Performance in Elite Male Rowers. *Int J Sports Med.* 2004;25(5):368-73.
4. Cataldo A, Cerasola D, Russo G, Zangla D, Traina M. Mean power during 20 sec all-out test to predict 2000 m rowing ergometer performance in national level young rowers. *J Sports Med Phys Fitness.* 2015;55(9):872-7.
5. Cerasola D, Zangla D, Grima JN, et al. Can the 20 and 60 s All-Out Test Predict the 2000 m Indoor Rowing Performance in Athletes? *Front Physiol.* 2022;13.
6. Faelli E, Panasci M, Ferrando V, Codella R, Bisio A, Ruggeri P. High-Intensity Interval Training for Rowing: Acute Responses in National-Level Adolescent Males. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(13).
7. Gaskill SE, Ruby BC, Walker AJ, Sanchez OA, Serfass RC, Leon AS. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(11):1841-8.
8. Haugen T, Paulsen G, Seiler S, Sandbakk Ø. New Records in Human Power. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(6):678-86.
9. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3-13.
10. Ingham SA, Pringle JS, Hardman SL, Fudge BW, Richmond VL. Comparison of step-wise and ramp-wise incremental rowing exercise tests and 2000-m rowing ergometer performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013;8(2):123-9.
11. Ingham SA, Whyte GP, Jones K, Nevill AM. Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *Eur J Appl Physiol.* 2002;88(3):243-6.
12. Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T. Monitoring of performance and training in rowing. *Sports Med.* 2005;35(7):597-617.
13. McKay AKA, Stellingwerff T, Smith ES, et al. Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17(2):317-31.
14. Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters - Theory and application. *Int J of Sports Med. Supplement.* 2005;26(1).
15. Mikulic P. Anthropometric and metabolic determinants of 6,000-m rowing ergometer performance in internationally competitive rowers. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):1851-7.
16. Mikulic P. Anthropometric and physiological profiles of rowers of varying ages and ranks. *Kinesiology.* 2008;40(1):80-8.
17. Nevill AM, Allen S V., Ingham SA. Modelling the determinants of 2000 m rowing ergometer performance: A proportional, curvilinear allometric approach. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(1):73-8.
18. Nolte V. *Rowing Faster.* 2. izd. (Nolte V, ur.). Human Kinetics; 2011.
19. Schabert EJ, Hawley JA, Hopkins WG, Blum H. High reliability of performance of well-trained rowers on a rowing ergometer. *J Sports Sci.* 1999;17(8):627-32.
20. Schünemann F, Park SY, Wawer C, Theis C, Yang WH, Gehler S. Diagnostics of vLa.max and glycolytic energy contribution indicate individual characteristics of anaerobic glycolytic energy metabolism contributing to rowing performance. *Metabolites.* 2023;13(3):317.
21. Secher NH. *Rowing.* U: Shephard RJ, Astrand PO, ur. *Endurance in Sport.* Oxford: Blackwell Publishing; 2000:836-43.
22. Secher NH. The physiology of rowing. *J Sports Sci.* 1983;1(1):23-53. doi:10.1080/02640418308729658
23. Secher NH, Volianitis S. ur. *Rowing.* Oxford: Blackwell Publishing; 2007.