

## FIZIOLOŠKI PROFIL VRHUNSKIH VATERPOLISKINJA

*Dragan Radovanović<sup>1</sup>, Tomislav Okičić<sup>1</sup> i Aleksandar Ignjatović<sup>2</sup>*

Pred Evropsko prvenstvo 2006. godine sprovedeno je istraživanje usmereno na određivanje fiziološkog profila najboljih vaterpoliskinja Srbije, s ciljem da se dobijeni rezultati koriste kao jedna od smernica u procesu selekcije i planiranja razvoja sportske forme. Praćeni su parametri koji treba da pokažu fiziološku adaptaciju na specifičnu vrstu i tip treninga. Istraživanje je obuhvatilo ukupno 12 ispitanica (X+/-sd: starost 23.8+/-3.1 godina, visina 173.2+/-3.9 cm, težina 65.7+/-7.4 kg, masno tkivo 17.8+/-5.3), članica vaterpolo reprezentacije Srbije. Dobijeni rezultati pokazuju veliki anaerobni kapacitet i ispoljenu mišićnu snagu pri anagažovanju gornjeg dela tela (X+/-sd: maksimalna snaga 8.05 +/-0.8 W.kg<sup>-1</sup>, prosečna snaga 6.5+/-0.4 W.kg<sup>-1</sup>), vrlo visoku aerobnu izdržljivost (X+/-sd: VO<sub>2</sub>(max) 46.52+/-7.0 mL O<sub>2</sub> (min<sup>-1</sup>kg<sup>-1</sup>) na ručnom ergometru, VO<sub>2</sub>(max) 61.8+/-11.9 mL O<sub>2</sub> (min<sup>-1</sup>kg<sup>-1</sup>) na nožnom ergometru), uz nadprosečne vrednosti parametara plućne funkcije. Velika snaga gorneg dela tela i izražena aerobna izdržljivost celog organizma su dominantne karakteristike vrhunskih vaterpoliskinja. Uz relativno izraženu telesnu visinu i nizak procenat masnog tkiva ove sportiskinje poseduju vrlo dobre predispozicije za adaptaciju na izražene fizičke napore tokom celog meča. *Acta Medica Medianae* 2007;46(4):48-51.

**Ključne reči:** vaterpolo, trening, snaga, žene

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu<sup>1</sup>  
Pedagoški fakultet u Jagodini, Univerzitet u Kragujevcu<sup>2</sup>

**Kontakt:** Dragan Radovanović  
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja  
Čarnojevića 10a  
18000 Niš, Srbija  
Tel.: 018/ 511-940 lok.106  
E-mail: drdr@bankerinter.net

### Uvod

Vaterpolo je timski sport i predstavlja jedinstvenu kombinaciju plivanja, bacanja lopte i borilačkih veština (1). Zbog toga je savremeni vaterpolo blizak korenima svog nastanka kao "ragbi u vodi". Vaterpolo je, zajedno sa fudbalom, veslanjem i kriketom, uvršćen u program modernih Olimpijskih igara još od Olimpijade u Parizu 1900. godine (2). To daje ovom sportu najdužu tradiciju olimpijskog timskog takmičenja. Međutim, navedeno se odnosi samo na vaterpolo u muškoj konkurenciji. Vaterpolo u konkurenciji žena je postao olimpijski sport ravno 100 godina kasnije, tek na Olimpijadi 2000. godine u Sidneju. Srbija i bivša Jugoslavija ima dugu i uspešnu tradiciju u vaterpolu. Tri zlatne olimpijske medalje, dve titule prvaka sveta, četiri titule prvaka Evrope i tri puta osvojen FINA svetski kup su samo deo medalja osvojenih na najznačajnijim međunarodnim takmičenjima. Srbija je jedna od retkih zemalja u kojoj postoji organizovan sistem

takmičenja za predpubertetski uzrast (uzrast 10-12 godina) (3). Sve navedeno se odnosi samo na vaterpolo u konkurenciji muškaraca. Uprkos dugoj i uspešnoj tradiciji, priznatoj školi i trenerima, vaterpolo u konkurenciji žena ima malu i ne tako uspešnu tradiciju u Srbiji. Slabo organizovan rad po klubovima, nedovoljno kvalitetan sistem nacionalnog takmičenja i uopšteno nedovoljno masovnost uzrok su izostanka značajnijih rezultata srpskog ženskog vaterpola.

Naše istraživanje bilo je usmereno na određivanje fiziološkog profila najboljih vaterpoliskinja Srbije, s ciljem da se dobijeni rezultati koriste kao jedna od smernica u procesu selekcije i planiranja razvoja sportske forme. Kao i kod sličnih istraživanja (4,5,6) praćeni su parametri koji treba da pokažu fiziološku adaptaciju na specifičnu vrstu i tip treninga.

### Metode rada

Uzorak ispitanika. Istraživanje je obuhvatilo ukupno 12 ispitanica, članica vaterpolo reprezentacije Srbije. Sve ispitanice bile su vaterpoliskinje sa dugogodišnjim sportskim stažom. U istraživanje nisu bile uključene ispitanice koje su igrale na poziciji golmana zbog značajno različite vrste i inteziteta trenažnog opterećenja. Svim ispitanicama date su informacije u pisanoj formi o ciljevima, toku, učestvovanju i eventualnim neželjenim efektima istraživanja.

Sve ispitanice su pre otpočinjanja istraživanja dobrovoljno dale pismenu saglasnost za učestvovanje u istraživanju, i bile podvrgnute opštem lekarskom pregledu. Nijedna od ispitanica nije imala anamnestički podatak ili klinički nalaz o vežbanjem uzrokovanom bronhokonstrikciji. Istraživanje je sprovedeno u završnom delu 14 nedelja dugog pripremnog perioda pred Evropsko prvenstvo u vaterpolu, Beograd, Srbija 2006. godine.

Procedure. Merenje visine tela i telesne težine vršeno je prema standardizovanoj proceduri (7) antropometrom (GPM, Švajcarska) i elektronskom vagom (Tefal, Francuska). Procenat masnog tkiva u organizmu ispitanika procenivan je metodom analize bioelektrične impedance (8,9). Za analizu bioelektrične impedance korišćen je elektronski aparat BF 300 (Omron, Japan). Parametri anaerobnog kapaciteta određivani su Vingejt testom (10,11). Za izvođenje testa korišćen je ručni biciklergometar (Monark, Švedska) opremljen elektronskim mernim uređajem sa displejom. Priprema opreme, zagrevanje ispitanika i registracija podataka tokom testa vršena je na osnovu standarda (10). Obrada podataka vršena je pomoću posebno izrađenog kompjuterskog programa na osnovu standarda autora testa i objavljenog tehničkog opisa sistema za kompjutersko registrovanje podataka (12). Dan nakon izvođenja Vingejt testa procenjavana je maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_{2max}$ ) metodom ekstrapolacije nakon standardizovanog submaksimalnog testa na nožnom biciklergometru (Kettler, Nemačka) i ručnom biciklergometru (Monark, Švedska) uz telemetrijski monitoring srčanog rada (Polar, Finska). Razmak između testova na različitim bicikl ergometrima bio je najmanje dva časa. Priprema opreme, zagrevanje ispitanika i registracija podataka tokom testa vršena je na osnovu standarda (13). Za praćenje promena plućnih funkcija preko parametara FVC, FEV<sub>1.0</sub> i PEF korišćen je kompjuterizovani spirometar (Spirocomp, Nemačka). Merenje plućnih funkcija vršeno je pre testova za određivanje  $VO_{2max}$ . Od ispitanika je zahtevano da izvedu izdah prema standardizovanoj proceduri (14) u ukupno tri merenja. Za rezultat je korišćeno merenje u kojem su postignute najviše vrednosti FEV<sub>1.0</sub>. Sva testiranja su vršena u prepodnevnom časovima, u prostoriji u kojoj je temperatura iznosila 21-23°C, vlažnost vazduha 55-60%, tako da su mikroklimatski uslovi odgovarali standardima za laboratorijska funkcionalna testiranja (7,13). Za obradu rezultata istraživanja korišćen je statistički paket SPSS for Windows (Release 10.0, Chicago, IL, USA).

## Rezultati

Antropometrijske karakteristike ispitanica i vrednosti fizioloških parametara prikazane su u tabelama 1 i 2. Svi rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost ± standardna devijacija.

Tabela 1. Antropometrijske karakteristike najboljih vaterpoliskinja Srbije

Parametri	X±SD
Starost (godine)	23.8±3.1
Vaterpolo iskustvo (godine)	7.4±3.9
Telesna visina (cm)	173.2±3.9
Telesna težina (kg)	65.7±7.4
Telesne masti (%)	17.8±5.3

Tabela 2. Funkcionalne sposobnosti najboljih vaterpoliskinja Srbije

Parametri	X±SD
Prosečna snaga (W)	430,56±58,8
Prosečna snaga ( $W \cdot kg^{-1}$ )	6.5±0.4
Maksimalna snaga (W)	528.76±70.2
Maksimalna snaga ( $W \cdot kg^{-1}$ )	8.05±0.8
$VO_2$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) na ručnom ergometru	46.52±7.0
$VO_2$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) na nožnom ergometru	61.8±11.9
FVC (L)	5.7±0.6
FEV <sub>1.0</sub> (L)	4.6±0.4
PEF ( $L \cdot s^{-1}$ )	8.5±1.0

## Diskusija

Vaterpolo je fiziološki veoma zahtevan sport jer se sastoji od smenjivanja veoma intenzivne aktivnosti trajanja kraćeg od 15 s, koje slede periodi aktivnosti nižeg inteziteta trajanja kraćeg od 20 s (15). Sprovedena istraživanja, u muškom vaterpolu, pokazuju da je vaterpolo postao fizički zahtevniji nego ikad ranije (15,16). Razvoj sportske forme u vaterpolu predstavlja kombinaciju različitih tipova treninga u vodi i na suvom. Upravljanje sportskom formom se vrši sa ciljem da se igrač optimalno pripremi u željenom trenutku. Za takvo upravljanje sportskom formom potrebno je poznavati hijerarhijsku strukturu antropoloških sposobnosti i karakteristika igrača. Da bi se mogao definisati model pripreme, potrebno je poznavati psihofizički resurs igrača. Zbog toga je važno da što veći broj povratnih informacija o nivou sposobnosti i karakteristika igrača bude prikupljeno u određenim etapama. Samo trenazni proces koji se zasniva na kibernetičkom pristupu (teorija povratnih veza) može da da odgovor kako konstruisati trening.

U vodi se sprovodi priprema koja omogućava igraču da može u visokom ritmu da ispuni zadatke u taktičkom i tehničkom smislu. Tehnika pokreta u napadu sa i bez lopte, tehnika pokreta u odbrani, tehnika pokreta bek-centar, kontra-napad 5:4 i 6:5, itd. igrač više-manje, zahteva dosta vremena i ponavljanja na treninzima u niskom i visokom takmičarskom tempu i to sve u uslovima koji simuliraju situacije na utakmici.

Rezultat zavisi od pouzdanosti tehnike u finišu utakmice. Ukoliko je igrač nedovoljno fizički spreman neće biti u stanju da u finišu napada ili odbrane ispoštuje obaveze koje se od njega očekuju. Plivački treninzi, individualni, grupni i ekipni treninzi sa i bez lopte zahtevaju dosta provedenog vremena na treninzima (nekada do 180 min) što bez dobre aerobne pripreme nije

moguće ostvariti. Ceo tok razvoja sportske forme prati dinamički trening snage sa slobodnim opterećenjem zbog duel igre i od čijeg ishoda u završnici zavisi preimućstvo u napadu ili odbrani. Zbog navedenog vaterpolo trening spada u grupu uporednog treniga (17). Prilikom istovremenog treninga, koji ima za cilj povećanje mišićne snage i mišićne izdržljivosti, mišićno vlakno je suočeno sa dva različita tipa adaptacije. Trening za razvoj izdržljivosti povećava aktivnost aerobnih enzima i gustinu mitohondrija, dok prilikom treninga snage raste sposobnost generisanja mišićne sile ali i do smanjenja aerobnih enzima (18,19).

Prilikom primene uporednog treninga za razvoj izdržljivosti i snage mišićnom vlaknu je otežana optimalna adaptacija do koje bi došlo prilikom primene samo jednog tipa treninga. Takođe, prilikom uporednog treninga za razvoj snage i izdržljivosti može doći do pretreniranosti jer je sportista izložen većem trenažnom opterećenju nego pri samo jednom tipu treninga (20). Ovo se smatra jednim od razloga zbog čega sportisti ne postižu optimalne adaptacije prilikom ovog uporednog treninga. Mali broj dostupnih istraživanja pokazuje samo da su članice reprezentacije Srbije mlađe i višlje u odnosu na vaterpoliskinje koje su bile obuhvaćene sličnim istraživanjem (21). Procenat masnog tkiva je suprotno očekivanju bio niži od odgovarajućeg za pol i uzrast (22). Na osnovu antropometrijskih karakteristika može se zaključiti da je telesna konstitucija vaterpoliskinja bliska konstituciji žena u takmičarskom plivanju. Vrednosti prosečne i maksimalne snage, izražene u apsolutnim i relativnim vrednostima bile su znatno iznad prosečnih za pol i uzrast (10).

Dobijeni rezultati parametara anaerobnog kapaciteta bili su oče-kivani obzirom na vrstu trenažnog procesa koji je uz plivanje obuhvatao i rad sa loptom. Vrednosti maksimalne potrošnje kiseonika ( $VO_2max$ ) na ručnom bicikl ergometru

su visoke čak i u poređenju sa standardima koje važe za muškarce is-tog uzrasta (23,24), što je pokazatelj dobre adaptacije na treninge izdržljivosti koji su usme-reni na gornji deo tela. Rezultati maksimalne potrošnje kiseonika na nožnom bicikl ergometru pokazuje visoku fizičku pripremljenost na aerob-ne zahteve. Parametri plućnih funkcija takođe su značajno veći u odnosu na standarde za odgo-varajući pol i uzrast (25).

Rezultati našeg istraživanja predstavljaju kvantitativne prikaze fiziološke adaptacije vrhunskih vaterpoliskinja na fizičke zahteve tokom višegodišnjeg specifičnog trenažnog procesa. Dobijeni rezultati treba da služe kao jedna od odrednica u planiranju i periodizaciji trenažnog procesa u ženskom vaterpolu. Naravno fizička priprema i adekvatna adaptacija na trening su samo jedan od sastavnih delova razvoja sportske forme potrebnih za uspeh u vaterpolu. Optimizacija opterećenja u obuci i usavršavanju tehničkih i taktičkih ele-menata, uz adekvatnu psihološku pripremu i motivaciju, su neophodni za konačni uspeh. Smatramo da je, kao i u ostalim sportovima, praćenje i kontrola fizioloških parametra, tokom perioda razvoja sportske forme i priprema za takmičenje neophodni preduslov za postizanje dobrih takmičarskih rezultata.

### Zaključak

Velika snaga gorneg dela tela i izražena aerobna izdržljivost celog organizma su dominantne karakteristike vrhunskih vaterpoliskinja. Uz relativno izraženu visinu i nizak procenat masnog tkiva ove sportiskinje poseduju vrlo dobre predispozicije za adaptaciju na izražene fizičke napore tokom celog meča. Prikazani rezultati mogu služiti kao smernica za planiranje i periodizaciju razvoja sportske forme u ženskom vaterpolu.

### Literatura

- Smith HK. Applied physiology of water polo. Sports Med 1998; 26:317-34.
- Eagan T. Water Polo: rules, tips, strategy, and safety. New York: Rosen Pub Group; 2005.
- Radovanović D, Aleksandrović M, Ranković G. The effects of water polo training on aerobic power and pulmonary function in 11 and 12-years old children. Acta Fac Med Naiss 2004; 21(3):138-141.
- Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. J Sports Med Phys Fitness 2001; 41(3):349-53.
- Bunc V, Psotta R. Physiological profile of very young soccer players. J Sports Med Phys Fitness 2001; 41(3):337-41.
- Utter AC, O'Bryant HS, Haff GG, Trone GA. Physiological profile of an elite freestyle wrestler preparing for competition: a case study. J Strength Cond Res 2002; 16(2):308-15.
- Eston R, Reilly T. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data. Volume 2: Exercise physiology. 2nd ed. London: Routledge; 2001.
- National Institute of Health Tehnology (US). Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. Assesment conference statement. Am J Clin Nutr 1996; 64:524-36.
- Chumlea WC, Guo SS, Kuczumarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Heymsfield SB, Lukaski HC. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. Int J Obes Relat Metab Disord 2002; 26:1596-609.
- Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. The Wingate anaerobic test. Champaign (IL): Human Kinetics; 1996.
- Beneke R, Pollmann C, Bleifi, Leithauser RM, Hutler M. How anaerobic is the Wingate anaerobic test for humans. Eur J Appl Physiol 2002; 87:388-92.
- Inesta JM, Izquierdo E, Angeles Sarti M. Software tools for using a personal computer as a timer device to assess human kinetic performance: a case study. Comput Methods Prog Biomed 1995; 47:257-65.
- American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.

14. American Thoracic Society. ATS statement - standardization of spirometry. 1994 update. *Am Rev Respir Dis* 1995; 152(5):1107-36.
15. Tsekouras YE, Kavouras SA, Campagna A, Kotsis SA, Syntosi SS, Papazoglou K, Sidossis L. The anthropometrical and physiological characteristics of water polo players. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95:35-41.
16. Lozovina V, Pavicic L. Anthropometric changes in elite male water polo players: survey in 1980 and 1995. *Croat Med J* 2004; 45:202-5.
17. Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance. *Sport Med* 1999; 28:413-27.
18. Kraemer WJ, Patton J, Gordon SE, Harmann EA, Deschees MR, Reynolds K et al. Compatibility of high intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol* 1995; 78:976-89.
19. McCarthy MJ, Agre JC, Graf BK, Poziniak MA, Vailas AC. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Med Sci Sport Exer* 1995; 27:429-36.
20. Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE. et al. Skeletal muscle adaptation during the early phase of heavy-resistance training in man and women. *J Appl Physiol* 1994; 76:1247-55.
21. Konstantaki M, Trowbridge EA, Swaine IL. The relationship between blood lactate and heart rate responses to swim bench exercise and women's competitive water polo. *J Sports Sci* 1998; 16(3):251-6.
22. Tharp GD, Woodman DA. Experiments in physiology. 8th edition. New Jersey: Prentice Hall; 2002.
23. Swaine IL, Winter EM. Comparison of cardiopulmonary responses to two types of dry-land upper-body exercise testing modes in competitive swimmers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999; 80(6):588-90.
24. Smith PM, Doherty M, Price MJ. The effect of crank rate on physiological responses and exercise efficiency using a range of submaximal workloads during arm crank ergometry. *Int J Sports Med* 2006; 27(3):199-204.
25. West JB. Respiratory physiology. 6th ed. London: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.

## PHYSIOLOGICAL PROFILE OF ELITE WOMEN WATER POLO PLAYERS

*Dragan Radovanovic, Tomislav Okicic and Aleksandar Ignjatovic*

The present investigation aimed to determine the physiological profile of the best female water polo players in Serbia, with a purpose to use the obtained results as a guideline in the process of selection and planning of the sports form development. The parameters which should show physiological adaptation to specific kind and type of training were followed during preparatory period before the 2006 European Championship. Twelve water polo players (mean $\pm$ -SD: age 23.8 $\pm$ -3.1 years, height 173.2 $\pm$ -3.9 cm, body mass 65.7 $\pm$ -7.4 kg, fat mass 17.8 $\pm$ -5.3) of the Serbian women's national water polo team participated in the investigation. The results of our investigation show great anaerobic capacity and muscular strength of upper body (mean $\pm$ -SD: peak power 8.05 $\pm$ -0.8 W.kg<sup>-1</sup>, mean power 6.5 $\pm$ -0.4 W.kg<sup>-1</sup>, very high aerobic endurance (mean $\pm$ -SD: VO<sub>2</sub>(max) 46.52 $\pm$ -7.0 mL O<sub>2</sub> (min<sup>-1</sup>kg<sup>-1</sup>) on arm ergometer, VO<sub>2</sub>(max) 61.8 $\pm$ -11.9 mL O<sub>2</sub> (min<sup>-1</sup>kg<sup>-1</sup> on leg ergometer)) and high values of lung function parameters. The great strength of the upper body and pronounced aerobic endurance of the whole organism are dominant characteristics of elite female water polo players. Along with a relatively pronounced body height, and a low percentage of the fat tissue, these female athletes are very well predisposed for adaptation on great physical demands over the whole match. *Acta Medica Medianae* 2007;46(4):48-51.

**Key words:** waterpolo, training, strength, women