

# MAKSIMALNA POTROŠNJA KISEONIKA KOD RAZLIČITIH GRUPA SPORTISTA MAXIMAL OXIGEN CONSUMPTION FOR DIFFERENT GROUPS OF ATHLETES

VLADAN PELEMIŠ<sup>1</sup>, NEBOJŠA MITROVIĆ<sup>1</sup>, BORISLAV CICOVIĆ<sup>2</sup>, DEJAN LOLIĆ<sup>3</sup>

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Novi Sad, Srbija

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, I. Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Fakultet sportskih nauka, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

**Sažetak:** Na uzorku od 45 ispitanika, muškog pola, 15 fudbalera FK „Čukarički Stankom“ iz Beograda, 15 kajakaša KK „Ivo Lola Ribar“ iz Beograda i 15 džudista JK „Olimp“ iz Beograda, uzrasta od 19 do 25 godina, bilo je izvršeno merenje maksimalne potrošnje kiseonika i srčane frekvence u opterećenju direktnom metodom - Conconi jevim testom na pokretnoj traci. Primenom univarijantne analize varijanse, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između navedenih grupa sportista u varijabli  $VO_2$  max. Primenom t-testa za dve nezavisne grupe utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između kajakaša i fudbalera u varijabli  $VO_2$  max u korist kajakaša, između fudbalera i džudista u korist fudbalera i kajakaša i džudista u korist kajakaša. U varijabli Srčana frekvencija u opterećenju, statistički značajne razlike nisu uočene.

**Ključne reči:** funkcionalne sposobnosti, fudbaleri, kajakaši, džudisti, razlike.

**Abstract:** On the sample of the 45 subjects, male, 15 football players of FK Cukaricki Stankom from Belgrade, 15 kayakers KK Ivo Lola Ribar from Belgrade, and 15 judoka JK Olimp from Belgrade, age 19-25 years, was carried out measuring the maximal oxygen consumption and heart rate in the load using the direct method Conconi's test on the treadmill.

Using univariate analysis of variance it was determined that there is a statistically significant difference between these groups of athletes in the variable  $VO_2$  max by t-test for two independent groups revealed a statistically significant difference between kayakers and football players in the variable  $VO_2$  max in favor of kayakers, between football players and judoka in a favor of football players, and kayakers and judoka in a favor of kayakers. In the variable heart rate loading, statistically significant differences were observed.

**Key words:** functional abilities, football players, kayakers, judoka, differences.

## Uvod

Maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2$  max) ili aerobni kapacitet je kapacitet koji organizam može da transportuje i iskoristi u toku vežbanja sa postepenim pojačavanjem intenziteta.  $VO_2$  max se iskazuje ili u apsolutnom odnosu u litrima u minuti (l/min) ili u relativnom odnosu u mililitrima po kilogramu u minuti (ml/kg/min). Ovaj relativni odnos se često koristi da bi se sportisti mogli upoređivati u smislu izdržljivosti i snage. Merenje  $VO_2$  max se obavlja testom opterećenja gde se otpor, a time i intenzitet vežbanja postepeno povećavaju (na traci ili ergo-biciklu), dok se meri odnos koncentracije udahnutog kiseonika i izdahnutog ugljen dioksida. Inspirijum i ekspirijum mere se posebnom aparaturom, a da bi se to postiglo sportista sve vreme testa nosi masku koja je stavljena na lice. Maksimalni  $VO_2$  se dostiže kada se potrošnja kiseonika ustali na nekom nivou i pored povećavanja opterećenja (Bowers, Fox, 1988).

Sportsko nadmetanje predstavlja klasičan test fizičke sposobnosti sportiste. Aerobni kapacitet je integralni pokazatelj funkcionalne sposobnosti svih sistema koji učestvuju u dopremanju, transportu i energetske transformacije kiseonika (kardio-pulmonalna sposobnost, funkcionalna sposobnost mišića za stvaranje ATP-a u prisustvu kiseonika). Oštećenje funkcije bilo koje karike u lancu iskorištavanja kiseonika, u manjoj ili većoj meri, utiče na sniženje nivoa fizičke sposobnosti sportiste (Wilmore, Costill, 1999).

Fiziološku osnovu fizičkog radnog kapaciteta (physical working capacity) odnosno, kod nas uobičajenog termina fizičke sposobnosti (physical fitness), čini funkcionalna sposobnost organizma da

poveća nivo metaboličkih procesa u skladu za zahtevima fizičkog napora kojem se izlaže. U odnosu na vrstu kineziološke aktivnosti, različite su i energetske potrebe, koje zavise od energetske kapaciteta. Metabolički procesi u ovom smislu podrazumevaju transformaciju hemijske energije u mehaničku, tačnije, mišićnu kontrakciju.

S obzirom da su energetske mogućnosti ljudskog organizma (sportiste) sigurno najvažniji faktori koji određuju granice u fizičkoj sposobnosti, pa tako i bavljenje sportom, dozvoljava se i poistovećivanje fizičke sposobnosti sa veličinom energetske kapaciteta. Termin „aerobni kapacitet” označava opšti obim aerobnih metaboličkih procesa u organizmu čoveka, a predstavlja veći deo ukupnog energetske kapaciteta čoveka (Grujić, 1985). Za razliku od toga, termin „maksimalna potrošnja kiseonika” ( $VO_2$  max), ili po anglosaksonskim autorima „maksimalna aerobna moć” (maximal aerobic power), odnosi se na intenzitet aerobnih procesa i u stvari predstavlja sposobnost organizma da u određenom trenutku utroši, za njega najveću količinu kiseonika.

Visok nivo aerobnog kapaciteta neophodan je za uspeh u mnogim sportovima, a prvenstveno u onima, tipa izdržljivosti, u koje spadaju kajak (sport koji je aerobnog karaktera), fudbal (sport anaerobno-aerobnog karaktera) i džudo (anaerobnog karaktera). S obzirom da se sportovi razlikuju po energetskom utrošku, interesantno bi bilo utvrditi da li postoje i statistički značajne razlike između njih u  $VO_2$  max i srčanoj frekvenci.

Određivanje  $VO_2$  max u ovim slučajevima od posebnog je značaja pošto je za kajakaše aerobna sposobnost od presudne važnosti. Aerobni metabolički procesi doprinose više od 70% od ukupno potrebne energije pri kajakaškoj trci u trajanju od šest minuta (Pripstein, Rhodes, McKenzie, Coutts, 1999).

Fudbal, kao predstavnik kineziologije kompleksnih aktivnosti, zahteva intermitentan rad sa preplitanjem aerobnih i anaerobnih aktivnosti, tako da se od sportista zahteva efikasan energetski sistem koji će mu omogućiti da bude aktivan svih 90 min. u punom tempu. Podaci koje iznose (Živanić, Životić-Vanović, Mijić, Dragojević, 1999) vezani za fiziološki profil fudbalera, govore da je prosečno pređena distanca tokom utakmice, naših (srpskih) prvoligaških fudblera, 8–12 km sa odnosom aerobno/anaerobni rad od 90%/10%.

Na uzorku od 67 sportista, (26 fudbalera, 24 veslača i 17 džudista) Ponorac, Matavulj, Grujić, Rajkovača i Kovačević (2005) su izvršili merenje maksimalne potrošnje kiseonika. Najviše vrednosti, izražene u apsolutnim jedinicama, zabeležene su u grupi veslača (4,52 l/min). One su statistički značajno veće od ostalih grupa ispitanika. Fudbaleri su ostvarili potrošnju kiseonika od 4,2 l/min, a džudisti 3,58 l/min. Sličan odnos vrednosti  $VO_2$  max zadržao se i analizom vrednosti izraženih u relativnim jedinicama. Najbolje rezultate postigli su veslači, međutim, nema statistički značajne razlike u odnosu na grupu fudbalera. To govori o važnosti aerobnog kapaciteta za uspešno bavljenje fudbalom. Nešto niže vrednosti imaju džudisti.

Međutim, značajno veće vrednosti zabeležene su tokom nekih drugih ispitivanja funkcionalne sposobnosti fudbalera. Tako Wisloff, Helgerud, Hoff (1998), ispitujući dva tima Norveške profesionalne lige, daju rezultate od 60 ml/kg/min. Casajus, (2001) je zabeležio 66,4 ml/kg/min kod fudbalera Španske prve lige. Helgerud, Engen, Wisloff, Hoff (2001) iznose podatke o 64,3 ml/kg/min, takođe kod norveških profesionalaca. Vrednosti  $VO_2$  max od 58 ml/kg/min odredili su singapurski istraživači za isti rang takmičenja (Aziz, Chia, Teh, 2000). Proučavajući fiziološki profil nacionalnog tima Saudijske Arabije, Al-Hazzaa i sar. (2001) iznose podatke o 56,8 ml/kg/min dodajući da su vrednosti znatno niže nego one koje su date u izveštajima za elitne fudbalere drugih država i u toj činjenici daje delimično objašnjenje za slab uspeh saudijskog tima na svetskim takmičenjima.

Cilj istraživanja je da se utvrde vrednosti  $VO_2$  max kod sportista različitih vrsta sportova kao i utvrđivanje statistički značajnih razlika  $VO_2$  max i srčane frekvence u opterećenju kod fudbalera, kajakaša i džudista.

## Metod

Testiranje funkcionalne sposobnosti sportista različitih sportova bilo je izvršeno na uzorku od 45 ispitanika, 15 fudbalera FK „Čukarički Stankom“ iz Beograda, 15 kajakaša KK „Ivo Lola Ribar“ iz Beograda i 15 džudista JK „Olimp“ iz Beograda, uzrasta 19-25 godina.

Testiranje funkcionalne sposobnosti sportista različitih sportista podrazumevalo je merenje:

- maksimalne potrošnje kiseonika ( $VO_2$  max) putem testa Conkonijev test na pokretnoj traci i
- srčane frekvence u opterećenju istim funkcionalnim testom.

Ova testiranja su bila izvršena u toku februara 2011. godine u Beogradu.

Procena maksimalne potrošnje kiseonika i srčane frekvence u opterećenju (koje predstavljaju funkcionalne varijable u radu biće merene direktnom metodom, Conkonijevim testom na pokretnoj traci. U trkačkom testu sportisti su startovali trčanjem brzinom od 5 km/h. Prva tri minuta testa brzina je bila nepromenljiva, a tek nakon tog vremena počelo je progresivno opterećenje, koje se povećavalo na svakih 30 sekundi (ili na svakih sledećih 200 m za 0,5 km/h se povećava brzina trčanja), a tempo se kontroliše ili uz pomoć male mape sa zadnim tempom trčanja (papirom sa zadanim prolazima na svakih 50 m) u rukama ili signalima od strane profesora sporta. Kraj Conconijevog testa je nemogućnost sportiste da održi zadani tempo. Rezultati testa za svakog sportistu su njegovi dostignuti nivoi ili istrčane udaljenosti odnosno brzine trčanja. Na temelju rezultata testa moguće je proceniti postotak  $VO_2$  max u litrama po kg u minutu ( $lO_2$ /min-apsolutne jedinice mere).

U obradi podataka bila je korištena deskriptivna statistika za izračunavanje osnovnih deskriptivnih statistika funkcionalnih varijabli: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (S), minimalne i maksimalne vrednosti rezultata merenja. Radi utvrđivanja statistički značajnih razlika između funkcionalnih varijabli kod različitih grupa sportista, bila je primenjena univarijatna analiza varijanse (ANOVA).

## Rezultati

U Tabeli 1. predstavljene su vrednosti osnovnih deskriptivnih statistika funkcionalnih varijabi za tri različite grupa sportista, različitih sportova. Vrednosti F odnosa ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika ( $p=0,00$ ) između ispitanika različitih grupa samo u varijabli za procenu maksimalne potrošnje kiseonika ( $VO_2$  max).

Vrednosti aritmetičkih sredina i standardnih devijacija ukazuju na homogenost ispitanika sve tri grupe u varijabli za procenu rada srca u opterećenju. Srčana frekvencija u opterećenju, kod sve tri grupe sportista.

**TABELA 1.** OSNOVNI DESKRIPTIVNI STATISTICI FUNKCIONALNIH VARIJABLI

| Varijabla                                  | Grupa     | AS     | S    | MIN  | MAX  | F     | t    |
|--|-----------|--------|------|------|------|-------|------|
| VO <sub>2</sub> max (lO <sub>2</sub> /min) | Fudbaleri | 4,34   | 0,50 | 3,54 | 5,36 |       |      |
|  | Kajakaši  | 4,68   | 0,51 | 4,00 | 5,52 | 19,60 | 0,00 |
|  | Džudisti  | 3,69   | 0,27 | 3,31 | 4,22 |       |      |
| Srčana frekvenca u opterećenju (frek.)     | Fudbaleri | 183,33 | 9,08 | 165  | 196  |       |      |
|  | Kajakaši  | 181,93 | 7,17 | 172  | 193  | 1,51  | 0,23 |
|  | Džudisti  | 187,20 | 9,40 | 165  | 197  |       |      |

Legenda: AS - aritmetička sredina; S - standardna devijacija; MIN - minimalne vrednosti rezultata merenja; MAX - maksimalne vrednosti rezultata merenja; F – F test; p – nivo statističke značajnosti za F testa;

U Tabeli 2. predstavljene su vrednosti razlika aritmetičkih sredina i statistički značajnih razlika između tri grupe sportista serijom t-testova.

**TABELA 2.** SERIJA T-TESTOVA (LSD) I RAZLIKE AS

| Varijabla                              | (I) Grupa | (J) Grupa | Razlike AS | P    |
|--|-----------|-----------|------------|------|
| VO <sub>2</sub> max (l/min)            | 1         | 2         | -0,35      | 0,04 |
|  |           | 3         | 0,65       | 0,00 |
|  | 2         | 1         | 0,35       | 0,04 |
|  |           | 3         | 1,00       | 0,00 |
|  | 3         | 1         | -0,65      | 0,00 |
|  |           | 2         | -1,00      | 0,00 |
| Srčana frekvenca u opterećenju (frek.) | 1         | 2         | 1,40       | 0,66 |
|  |           | 3         | -3,87      | 0,23 |
|  | 2         | 1         | -1,40      | 0,66 |
|  |           | 3         | -5,27      | 0,10 |
|  | 3         | 1         | 3,87       | 0,23 |
|  |           | 2         | 5,27       | 0,10 |

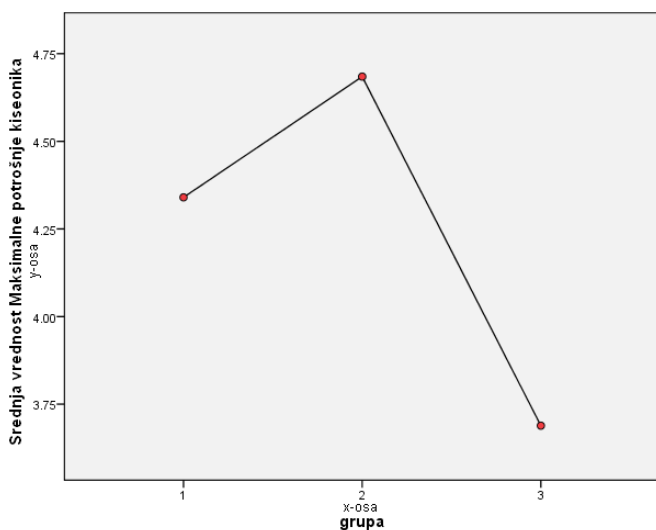
Legenda: p – nivo statističke značajnosti T-testa

Između fudbalera i kajakaša, u varijabli za procenu maksimalne potrošnje kiseonika (VO<sub>2</sub> max) postoji statistički značajna razlika (p=0,04) u korist kajakaša, koji su imali prosečno veće prosečne vrednosti u odnosu na fudbalere. Između fudbalera i džudista, postoji statistički značajna razlika u istoj varijabli u korist fudbalera (p=0,00). Takođe, postoji statistički značajna razlika između kajakaša i džudista u korist kajakaša (p=0,00).

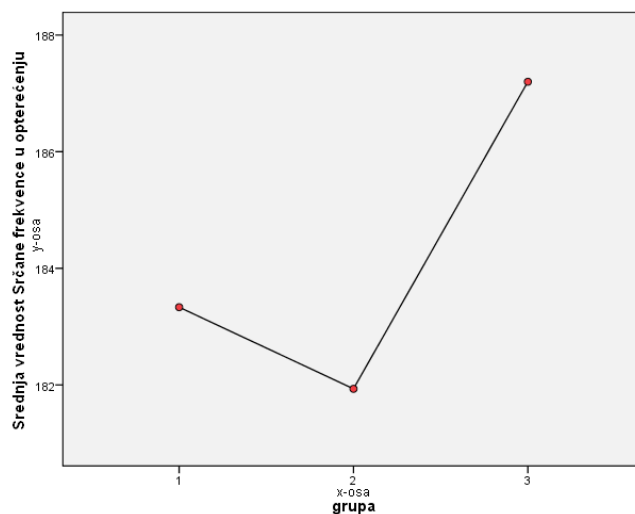
U varijabli za procenu rada srca u opterećenju, statistički značajne razlike između ispitanika različitih grupa nisu uočene (p>0,05).

Iz grafikona 1. lako se može uočiti da su najviše prosečne vrednosti maksimalne vrednosti potrošnje kiseonika (VO<sub>2</sub> max) zabeležene kod grupe 2 (kajakaša), nešto manje kod grupe 1 (fudbalera). Najmanje prosečne vrednosti su postigli džudisti (grupa 3).

Rezultati prosečnih vrednosti varijable Srčane frekvence u opterećenju ukazuju da su najmanje vrednosti uočene kod kajakaša (grupa 2), koji imaju izuzetno dobar aerobni kapacitet, zatim, neznatno više kod fudbalera (grupa 1). Najviše zabeležene vrednosti su uočene kod džudista (grupa 3).



Grafikon 1. Nacrt aritmetičkih sredina varijable za procenu  $VO_2$  max - Conkonijev test na pokretnoj traci



Grafikon 2. Nacrt aritmetičkih sredina varijable za procenu Srčane frekvence u opterećenju

## Diskusija

Nastale razlike u varijabli za procenu maksimalne potrošnje kiseonika mogu se pripisati različitim potrebama organizma za kiseonikom u fudbalu, koji je anaerobno-aerobni sport. Kajak je više aerobni sport, jer trke traju manje od tri minuta, a i trenajni procesi su vrlo često usmereni na aerobnu izdržljivost. U džudou borba traje tri minuta sa vrlo čestim prekidima, kako bi se sportisti namestili ili vratili u teren, popravili opremu. Iz tih razloga je džudo više sport anaerobnog tipa.

U drugoj ispitivanoj funkcionalnoj ispitivanoj varijabli statistički značajne razlike nisu uočene. Razlog zašto vrednosti aritmetičkih sredina i standardnih devijacija ukazuju na homogenost u sve tri grupe, u varijabli za procenu srčane frekvence u opterećenju može se pripisati njihovom kardiovaskularnom sistemu. Tačnije njihovo srce pumpa krv sličnom snagom i brzinom prilikom opterećenja bez obzira na maksimalnu potrošnju kiseonika prilikom progresivnog opterećenja, snage i stepena treniranosti.

Veličina maksimalne potrošnje kiseonika često se poistovećuje sa veličinom fizičke radne sposobnosti sportiste. Zbog toga određivanje  $VO_2$  max ima nezamenljivu ulogu u funkcionalnoj dijagnostici u sportu. Na vrednost  $VO_2$  max u velikoj meri utiče telesna težina ispitanika (a pošto je u džudou zastupljeno više težinskih grupa, verovatno su oni i bili prosečno teži), razlike koje su nastale u korist fudbalera i kajakaša u odnosu na grupu džudista, objašnjavaju se manjom prosečnom telesnom težinom fudbalera i kajakaša u odnosu na džudiste. Najviše vrednosti  $VO_2$  max, izražene u apsolutnim jedinicama, zabeležene su u grupi kajakaša. One su statistički značajno veće ( $p < 0,05$ ) od ostalih grupa ispitanika. Nastale razlike se mogu pripisati većoj potrebi kiseonika u toku treninga ili takmičenja kajakaša i njihovim izuzetnim aerobnim kapacitetom nastalim kajak treningom. Njihov sport (kineziologija monostrukturalnih aktivnosti) više je aerobnog karaktera, pa se i trenajni proces kajakaša bazira na treninzima koji vremenski kontinuirano traju duže.

Fudbal, kao predstavnik kineziologije kompleksnih aktivnosti, zahteva intermitentan rad sa preplitanjem aerobnih i anaerobnih aktivnosti, tako da se od sportista zahteva efikasan energetska sistem koji će mu omogućiti da bude aktivan svih 90 min u punom tempu (Casajus, 2001). Fudbaleri su ostvarili veće prosečne vrednosti, koje su i statistički značajnije u odnosu na džudiste. Ipak je fudbal sport u kome dominiraju dugotrajna ciklična lokomotorna kretanja, sa promenama ritma i tempa, jer akcija može da traje više minuta, uz neposrednu potrebu sportiste za pretrčavanjem terena više puta uzastopno, kako bi se vratio

u odbranu i otišao u napad, pa je i potreba za kiseonikom veća u fudbalu nego u džudou. Džudo sport je okarakterisan kao kineziologija polistrukturalnih aktivnosti u kome je neophodna veća statička sila koja je anaerobnog karaktera, prikom držanja protivnika za rever i čekanje idealnog momenta za napad ili prilike da se iskoristi snaga protivnika. Kretanja su sastavljena od otvorenih i poluotvorenih kretnih struktura, nisu dugotrajna, napadi su brzi i kratko traju. Pa se nastale statistički značajne razlike mogu pripisati različitoj potrebi za većom količinom kiseonika (većim aerobnim kapacitetom) u kineziologiji monostrukturnih i kompleksnih aktivnosti, kakvi su kajak i fudbal. Iz ovih razloga postoji statistički značajna razlika u korist fudbalera u odnosu na džudiste i kajakaša u odnosu na džudiste.

U kajaku, koji je sport cikličnog aerobnog karaktera, gde se pokreti ponavljaju u istim ili sličnim vremenskim intervalima, a trka zna da traje i duže od tri minuta, potrebe za učešćem kiseonika u metabolizmu i ishrani mišića je velika. Visok nivo aerobnog kapaciteta neophodan je za uspeh u mnogim sportovima, a prvenstveno u onima, tipa izdržljivosti, u koje spada i kajak. Zbog toga su najbolje rezultate, koji su statistički značajni postigli kajakaši. Ova činjenica upućuje na važnost aerobnog kapaciteta za uspešno bavljenje kajakom, ali pošto postoji razlika između fudbalera i džudista u korist fudbalera i o važnosti aerobnog kapaciteta kod sportista koji se bave fudbalom (Helgerud, Engen, Wisloffm, Hoff, 2001). Određivanje  $VO_2$  max u ovim slučajevima od posebnog je značaja, pošto je za kajakaše, aerobna sposobnost od presudne važnosti (Ponorac, Matavulj, Grujić, Rajkovača i Kovačević, 2005). Aerobni metabolički procesi doprinose više od 70% od ukupno potrebne energije pri kajakaškoj trci u trajanju od šest minuta.

Ovi rezultati istraživanja potvrđuju istraživanja Ponorca, Matavuljke, Grujića, Rajkovačke i Kovačevića (2005), koji su takođe potvrdili da sportisti sportova na vodi (veslača, sport koji je sličan po svojim energetski potrebama kajaku) poseduju statistički značajnije i bolje rezultate u odnosu na sportiste kolektivnih sportova (fudbalere) ili borilačke sportove (džudiste).

## Literatura

1. Al-Hazzaa, H.M., Almuzaini, K.S., Al-Refae, S.A., Sulaiman, M.A., Dafterdar, M.Y., Al-Ghamedi, A. et. al. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*; 41 (1), 54-61.
2. Aziz, A.R., Chia, M., Teh, K.C. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 40 (3), 195-200.
3. Bowers, R.W., Fox, E.L. (1988). *Sports Physiology*. 3rd. ed. Boston: McGraw-Hill.
4. Casajus, J.A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 41 (4), 463-469.
5. Grujić, N. (1985). *Određivanje energetskeg kapaciteta čoveka i njegove promjene pod uticajem hroničnog opterećenja*. Doktorska disertacija. Novi Sad: Medicinski fakultet.
6. Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloffm U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine Science Sports Exercices*, 33 (11), 1925-1931.
7. Ponorac, N., Matavulj, A., Grujić, N., Rajkovača, Z. i Kovačević, P. (2005). Maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2$  max) kao pokazatelj fizičke sposobnosti sportiste *Acta Medica Medianae*, 44 (4), 17-20.
8. Pripstein, L.P., Rhodes, E.C., McKenzie, D.C., Coutts, K.D. (1999). Aerobic and anaerobic energy during a 2-km race simulation in female rowers. *Europe Journal Apploud Physiology Occup Physiology*, 79 (6), 491-494.
9. Wilmore, H.J., Costill, L.D. (1999). *Physiology of sport and exercise*. 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics.
10. Wisloff, U., Helgerud, J., Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine Science Sports Execeries*, 30 (3), 462-467.
11. Živanić, S., Životić-Vanović, M., Malićević, S., Mijić, R., Ostojić, S., Bogdnović, S. (2003). Morfo-funkcionalne karakteristike prvoligaških fudbalera u SCG. U Zborniku sažetaka „Prvi srpski kongres sportskih nauka i medicine sporta“ (str. 23-32) Beograd: Medicinski fakultet.
12. Živanić, S., Životić-Vanović, M., Mijić, R., Dragojević, R. (1999). *Aerobna sposobnost i njena procena Astrandovim testom opterećenja na bicikl-ergometru*. Beograd: Udruženje za medicinu sporta Srbije.