

## Naučni članak

**Dobra aerobna sposobnost u vrhunskom fudbalu:  
poželjna ili obavezna?***Suzić J., Mazić S., Ostojić S., Velkovski S., Dikić N., Mitrović D.*Laboratorija za fiziologiju fizičke aktivnosti  
Institut za fiziologiju, Medicinski fakultet u Beogradu**Sažetak**

Cilj istraživanja bio je ispitivanje aerobne sposobnosti fudbalera prve savezne lige Srbije i Crne Gore (SCG), utvrđivanje eventualnih razlika u odnosu na poziciju u timu kao i komparacija dobijenih rezultata sa podacima iz evropskih zemalja. Testiran je 31 fudbaler (starosti  $25,2 \pm 4,2$  god) prvoligaškog kluba, neposredno pre početka pripremnog perioda. Primenjen je maksimalni višestepeni test na tredmilu pri čemu je direktno merena maksimalna potrošnja kiseonika ( $VO_2$  max) i srčana frekvenca (HR). Vrednosti kardiovaskularnih i respiratornih parametara registrovane su na svakih 30 sekundi uz kontinuiran dvanaestokanalni EKG monitoring. Najvišu srednju vrednost  $VO_2$  max imali su vezni igrači ( $53,3 \pm 1,9$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), zatim napadači ( $52,9 \pm 4,4$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), odbrambeni igrači ( $51,8 \pm 3,3$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) dok su najniže vrednosti zabeležene kod golmana ( $50,5 \pm 1,8$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>). Nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u  $VO_2$  max između igrača na različitim pozicijama, osim između golmana i veznih igrača ( $p < 0,05$ ). Poređenjem sa standardima savremenog fudbala evropskih zemalja utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) u srednjim vrednostima  $VO_2$  max između igrača na svim pozicijama, sa izuzetkom golmana. Jedan od razloga male razlike u  $VO_2$  max naših igrača na različitim pozicijama može biti neadekvatno doziranje samog trenaznog procesa što bi objasnilo i ogromnu razliku u aerobnom kapacitetu između naših i fudbalera evropskih zemalja. Relativno loši rezultati ispitivanog tima ističu važnost unapredjenja u doziranju optimalnog, individualno-specifičnog treninga, posebno u radu sa mladjim kategorijama kao neophodan korak na putu ka dostizanju vrhunskih sportskih rezultata.

**Ključne reči:** fudbal, maksimalna potrošnja kiseonika**Good aerobic capacity in elite soccer: preferable or obligatory?****Abstract**

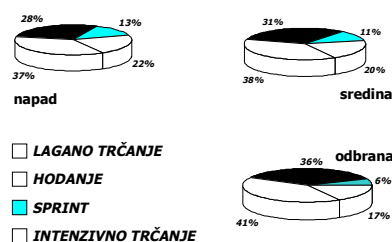
The aim of this study was to determine the aerobic capacity of Serbian professional club soccer players, variations associated with the positional role and to make comparison with European top leagues counterparts. 31 male soccer player (age  $25.2 \pm 4.2$ ) performed an incremental ramp protocol on treadmill at the beginning of a preparation period. Maximal oxygen consumption ( $VO_2$  max) and HR were measured directly. The highest mean estimated  $VO_2$  max values had midfield players ( $53.3 \pm 1.9$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) than forwards ( $52.9 \pm 4.4$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), defenders ( $51.8 \pm 3.3$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) and goal-

keepers ( $50.5 \pm 1.8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). No statistical differences were found in  $\text{VO}_2$  max between players on different positions, except between goalkeepers and midfield players ( $p < 0.05$ ). Comparing with results reported from other European soccer teams, we found that Serbian players had lower mean  $\text{VO}_2$  max within each positional group ( $p < 0.01$ ) except for goalkeepers. The small difference in inter-player  $\text{VO}_2$  max values most likely reflects lower-quality training programs. That could also be an explanation for large differences in mean  $\text{VO}_2$  max between our players and European counterparts. Relatively lower results of Serbian players lead us to conclusion that there is a great importance of improving and designing optimal position-specific training, especially with young categories. That could be a necessary step to achieve the best performance.

**Key words:** soccer, maximal oxygen uptake

## UVOD

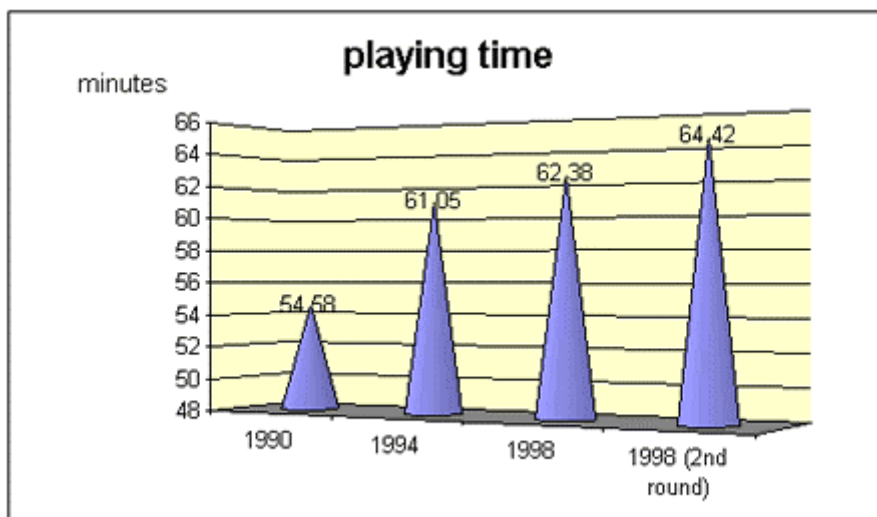
Fudbal karakteriše kontinuiran tok aktivnosti sa intermitentnim intenzitetom igre i veoma niskim koeficijentom uspešnosti (broj postignutih golova) prema posedovanju lopte. Profesionalni fudbaler u toku igre predje oko 10 km (1, 2). Pri tome je lagano trčanje ( $< 11 \text{ km/h}$ ;  $< 80\%$  maksimalne potrošnje kiseonika -  $\text{VO}_2$  max) zastupljeno u najvećem procentu od ukupnih kretnih radnji, posle čega idu hodanje i intenzivno trčanje ( $11-18 \text{ km/h}$ ; oko  $80\%$   $\text{VO}_2$  max) a zatim sprint ( $11-27 \text{ km/h}$ ;  $< 85\%$   $\text{VO}_2$  max) (Slika 1). Srčana frekvencija (HR) je konstantno iznad  $150 \text{ udara}\cdot\text{min}^{-1}$  i tokom dve trećine utakmice prelazi  $85\%$  od vrednosti maksimalne srčane frekvencije ( $\text{HR}_{\text{max}}$ ) (10, 13). Po prirodi igre to odgovara aerobnim potrebama od oko  $80\%$  maksimalne potrošnje kiseonika (1, 3).



**Slika 1.** Zastupljenost kretnih radnji u fudbalu po pozicijama u timu (1)

Dobra aerobna sposobnost nesumnjivo utiče i na izvođenje eksplozivnih kretnih radnji kako u smislu kvantiteta (broj sprinteva po utakmici) tako i kvaliteta (bez usporavanja). Istraživanja pokazuju da, posebno u fudbalu, dobar aerobni kapacitet organizma predstavlja jedan od najvažnijih preduslova za postizanje vrhunskih rezultata. Tako studija mađarske prve savezne lige govori o značajnoj korelaciji između pozicije na tabeli i  $\text{VO}_2$  max, gde je prvoplasirani tim na kraju prvenstva imao najvišu srednju vrednost  $\text{VO}_2$  max, drugi tim nešto nižu, treći još nižu itd. (4) Energetske potrebe organizma u

fudbalu variraju i u velikoj meri zavise od ranga takmičenja, pozicije u timu, modela igre, faze trenažnog ciklusa (5). Tako golmane karakteriše eksplozivnost, fleksibilnost i velika brzina reakcije; odbrambene igrače izdržljivost i koordinacija, dok se napadači odlikuju izuzetnom brzinom i eksplozivnošću (9). Sa druge strane, broj odigranih utakmica u sezoni se stalno povećava a nova pravila diktiraju brži i intenzivniji tempo igre (Slika 2).



**Slika 2.** Promene u igri devedesetih godina

Takvi zahtevi podrazumevaju izuzetnu fizičku pripremljenost svih igrača na terenu što bi mogao biti razlog manjih razlika u aerobnom kapacitetu u odnosu na poziciju u timu. Poznato je da aerobna sposobnost zavisi od tri bitna faktora:  $VO_2$  max, anaerobnog praga i ekonomičnosti rada (7) tj. ekonomičnosti trčanja ("running economy"; RE). Maksimalna potrošnja kiseonika je najveća količina kiseonika koju osoba može da preuzme iz udahnutog vazduha tokom dinamičke fizičke aktivnosti koja angažuje velike mišićne grupe (8). Ekonomičnost trčanja predstavlja kiseonički dug na submaksimalnom intenzitetu vežbanja i može varirati i preko 20% kod sportista sa približnom vrednošću  $VO_2$  max (10).

## CILJ

Ciljevi istraživanja su bili ispitivanje aerobne sposobnosti fudbalera prve savezne lige Srbije i Crne Gore (SCG), utvrđivanje eventualnih razlika u odnosu na poziciju u timu i komparacija dobijenih rezultata sa podacima iz evropskih zemalja.

## METODOLOGIJA

Testiran je 31 fudbaler (starosti  $25.2 \pm 4.2$  god.) prvoligaškog kluba SCG neposredno pre početka pripremnog perioda. Ispitanici su dobrovoljno pristupili testiranju uz odobrenje Etičkog komiteta Medicinskog fakulteta u Beogradu. Unapred su bili informisani o samom protokolu testiranja kao i mogućnosti da ga svojevolumeno prekinu u bilo kom trenutku. Primenjen je maksimalni višestepeni test na tredmilu pri čemu je direktno merena  $VO_2$  max (Jaeger Oxycon pro) i HR. Vrednosti kardiovaskularnih i respiratornih

parametara registrovane su na svakih 30 sekundi uz kontinuiran dvanaestokanalni EKG monitoring. Protokol sa elevacijom tredmila od 3% započinje brzinom od 6 km/h (zagrevanje) nakon čega se na svaka tri minuta traka ubrzava za 2 km/h. Merena je vrednost arterijskog krvnog pritiska pre i neposredno posle završetka testa. Testiranje je obavljeno u isto doba dana pod istim spoljašnjim uslovima ( $T = 18-23^{\circ}\text{C}$ ; vlažnost vazduha  $< 70\%$ ). Kriterijumi za prekidanje testa bili su ispunjenost 2 od 4 uslova: 1) dostignut plato  $\text{VO}_2 \text{ max}$  ( $2 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) 2) dostignut  $\text{HR}_{\text{max}}$  ( $\text{HR}_{\text{max}} = 220 - \text{godine starosti}$ ) 3)  $\text{RER} > 1,2$  (koeficijent respiratorne razmene) i 4) pojava subjektivnih tegoba.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati su prikazani u srednjim vrednostima  $\pm$  SD i statistički obrađeni korišćenjem studentovog T testa za dva nezavisna mala uzorka. Kao što se vidi iz tabele 1, golmani imaju najnižu a vezni igrači najvišu srednju vrednost  $\text{VO}_2 \text{ max}$  što se slaže sa podacima iz literature (1,5,10).

**Tabela 1** Fiziološke karakteristike ispitanika po pozicijama u timu (TV - telesna visina; TM - telesna masa;  $\text{VO}_2 \text{ max}$  - maksimalna potrošnja kiseonika; HR mir- srčana frekvenca u miru; HR max - maksimalna srčana frekvenca).

Pozicija	N	Starost (god)	TV (cm)	TM (kg)	$\text{VO}_2 \text{ max}$ (ml/kg/min)	HR mir (u/min)	HR max (u/min)
Golman	4	$26,3 \pm 5,7$	$194,3 \pm 6,2$	$92,5 \pm 4,7$	$50,5 \pm 1,8$	$60,3 \pm 6,9$	$184 \pm 9,1$
Odbrana	12	$26,3 \pm 2,7$	$181,8 \pm 4,2$	$76,4 \pm 4,9$	$51,8 \pm 3,3$	$64,5 \pm 13,7$	$189,8 \pm 8,5$
Vezni	7	$23,6 \pm 4,2$	$178,9 \pm 6,0$	$75,3 \pm 5,6$	$53,3 \pm 1,9$	$65,1 \pm 8,2$	$191,2 \pm 6,4$
Napad	8	$24,4 \pm 5,5$	$181,6 \pm 6,6$	$82,0 \pm 6,0$	$52,9 \pm 4,4$	$68,7 \pm 15,1$	$19,30 \pm 6,5$
Prosečno	31	$25,2 \pm 4,3$	$182,7 \pm 7,1$	$79,7 \pm 7,6$	$52,2 \pm 3,2$	$65,2 \pm 12,1$	$190,2 \pm 7,7$

Na drugom mestu po potrošnji su napadači a na trećem odbrambeni igrači. Međutim, nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike (SZR) u  $\text{VO}_2 \text{ max}$  između igrača na različitim pozicijama, osim između golmana i veznih igrača ( $p < 0,05$ ). Poređenjem sa standardima savremenog fudbala evropskih zemalja, naši ispitanici imaju nižu srednju vrednost  $\text{VO}_2 \text{ max}$  na svim pozicijama ( $p < 0,01$ ), sa izuzetkom golmana (Tabela 2).

**Tabela 2.** Prosečne vrednosti potrošnje kiseonika ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ), telesne mase (TM) i telesne visine (TV) vrhunskih fudbalera (Reilly i sar. 2000).

	Golmani	Odbrana	Vezni	Napad	Prosečno
$\text{VO}_2 \text{ max}$ (ml/kg/min)	51	59	63	60	58,2
TV (cm)	184	177	173	172	176,5
TM (kg)	79,4	69,9	67,6	67,7	71,2

Zavisnost  $\text{VO}_2$  od brzine trčanja ("ekonomija trčanja"; RE;  $\text{VO}_2 \text{ brzina}^{-1}$ ) prikazana je na Tabeli 3. Osoba sa većom RE troši manje energije za održavanje određene brzine trčanja tj. bolje koristi aerobni kapacitet tako da je nepostojanje SZR u vrednostima RE još jedan pokazatelj slične fizičke pripremljenosti naših igrača na različitim pozicijama.

**Tabela 3.** Srednje vrednosti potrošnje kiseonika tokom testa po pozicijama u timu

VO2 max (ml/kg/min)	Brzina trčanja (km/h)					
	6	8	10	12	14	16
Golmani	20,8 ± 1,7	33,4 ± 1,8	40,1 ± 1,8	45,8 ± 2,6	48,6 ± 1,6	46,9 ± 4,8
Odbrana	20,2 ± 1,8	31,4 ± 1,7	37,4 ± 2,5	44,4 ± 2,3	48,7 ± 2,1	51,0 ± 2,7
Vezni	22,2 ± 2,9	32,8 ± 1,9	39,2 ± 2,2	45,6 ± 2,6	49,7 ± 3,3	52,2 ± 1,7
Napad	21,9 ± 1,8	32,5 ± 1,8	39,0 ± 1,8	44,6 ± 2,8	49,6 ± 2,7	53,6 ± 3,9

Srčana frekvencija u miru (HR mir) kod vrhunskih fudbalera se kreće od 48 do 52 otkucaja min<sup>-1</sup> (10) dok je kod naših fudbalera bila znatno viša ( $p < 0,01$ ). Međutim, ispitanici su bili izuzetno motivisani ali i vidno uzbudjeni na samom početku testiranja tako da se relativno visoke vrednosti HR<sub>rest</sub> ne mogu smatrati objektivnim. Nova pravila i velika konkurencija diktiraju izuzetnu aerobnu sposobnost svih na terenu a neretko se dešava i da pojedini igrači menjaju pozicije u zavisnosti od potrebe utakmice. To može biti razlog male razlike u VO<sub>2</sub> max naših igrača na različitim pozicijama. Jedan od mogućih razloga može biti neadekvatno individualno-specifično doziranje samog trenajnog procesa što bi objasnilo i ogromnu razliku u aerobnom kapacitetu između naših i fudbalera evropskih zemalja. Kako se u toku razvoja vrhunskog sportiste maksimalna vrednost aerobnog kapaciteta dostigne u periodu od 17 do 22 god. nakon čega linearno opada sa godinama (10) kod naših fudbalera ne možemo računati na značajnije poboljšanje VO<sub>2</sub> max. Eventualno povećanje VO<sub>2</sub> max uslovljeno periodom trenajnog ciklusa (do 10%), još uvek nije dovoljno da zadovolji svetske i evropske standarde (5,6,10). Nedovoljna aerobna sposobnost onemogućava održavanje visokog nivoa aerobnog rada tokom cele utakmice i vodi progresivnom iscrpljenju posebno izraženom u poslednjih 15 minuta igre (11). To bi mogao biti vodeći razlog relativno loših rezultata naših klubova poslednjih godina u evropskim takmičenjima.

## ZAKLJUČCI

Funkcionalna ispitivanja daju korisne podatke o zdravlju igrača, planiranju i praćenju efekata treninga a mogu poslužiti i u ranoj selekciji sportista. Podatak da najveći broj naših ispitanika nikada nije podvrgnut sličnom testiranju zaista zabrinjava. Edukacija trenera, unapređenje u doziranju optimalnog, individualno-specifičnog treninga, posebno u radu sa mlađim kategorijama uz redovne zdravstvene preglede i stalni nadzor sportskog lekara, neophodan su korak na putu ka dostizanju vrhunskih sportskih rezultata.

## REFERENCE

1. Reilly, T., Clarus, J., Stibbe, A. (1993). Science and Football II. New York: E&FN Spon.
2. Mayhew, S. R., Wenger, H.A. (1985). Time-Motion Analysis of Professional Soccer. Journal of Human Movement Studies, 11, 49-52.
3. Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., et al. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, 33,1925–1931.

4. Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. In: Reilly T, Lees A, Davids K, et al., eds. Science and football. London: E&FN Spon, 95-107.
  5. Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological pre-dispositions for elite soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 669-683.
  6. Melo, R.S. (1997). *Qualidades Físicas e Psicológicas e Exercícios Técnicos do Atleta de Futebol*. Rio de Janeiro: Sprint.
  7. Pate, R.R., Kriska, A. (1984). Physiological basis of the sex difference in cardio-respiratory endurance. *Sports Medicine*, 1, 87-98.
  8. Wagner, P.D. (1996). Determinants of maximal oxygen transport and utilization. *Annual Review of Physiology*, 58, 21-50.
  9. Helgerud J., Ingjer F., Stromme, S.B. (1990). Sex differences in performance-matched marathon runners. *European Journal of Applied Physiology*, 61, 433-439.
  10. Shephard, R.J. (1999). Biology and medicine of soccer: An update. *Journal of Sport Sciences*, 17, 757-786.
  11. Živanić, S., i sar. (2003). Morfo-funkcionalne karakteristike prvoligaških fudbalera u SCG. *Sportska Medicina*, suppl. 1/03, 89.
  12. Wisloff, U., Helgerud, J., Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 30, 3, 462-467.
  13. Reilly, T., Williams, A.M., Nevill, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 695-702.
  14. Ostojić, S. (2003). Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *Journal of Exercise physiology online*, 6, 11-14.
  15. Bangsbo, J., Norregaard, L., Thorsoe F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Science*, 16, 110-116.
  16. Reilly, T., Ball, D. (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quarterly Exercise and Sport*, 55, 267-271.
- 

## KONTAKT

Suzić Jelena  
Laboratorija za fiziologiju fizičke aktivnosti  
Institut za fiziologiju, Medicinski fakultet u Beogradu  
Višegradska 26/II

Telefon: 011\*3611438  
Faks: 011\*3237634  
E-mail: medenko@EUnet.yu