

Medicinski fakultet, Banja Luka
Katedra za fiziologiju

Originalni naučni rad
Original study
UDK 612.22:796.071.2
DOI 10.2298/MPNS0710427P

ANALIZA ANAEROBNOG KAPACITETA SPORTISTA KOJI SE BAVE RAZLIČITIM SPORTOVIMA

THE ASSESSMENT OF ANAEROBIC CAPACITY IN ATHLETES OF VARIOUS SPORTS

Nenad PONORAC, Amela MATAVULJ, Zvezdana RAJKOVAČA i Peđa KOVAČEVIĆ

Sažetak - Namera ovog istraživanja bila je da pruži što potpuniju sliku o anaerobnom energetsom kapacitetu sportista, razlikama u energetske sposobnostima sportista u odnosu na vrstu sporta kojim se bave kao i razlikama u odnosu na nesportiste. Ciljevi istraživanja su bili analiza parametara anaerobnog kapaciteta sportista, te ispitivanje uticaja vrste i dužine trenajnog procesa na vrednosti anaerobnog kapaciteta. Ukupno je ispitano 95 ispitanika kojima je meren anaerobni kapacitet. U ispitivanje su uključeni nesportisti i sportisti različitih sportskih specijalnosti (džudisti, fudbaleri i veslači). Anaerobni kapacitet je određivan *Wingate* testom. Rezultati istraživanja pokazuju da su statistički značajno najbolje rezultate ostvarili džudisti (maksimalna snaga 798 W - 9,64 W/kg) u odnosu na fudbalere (maksimalna snaga 763 W - 9,75 W/kg), veslače (maksimalna snaga 691 W - 8,8 W/kg) i nesportiste (maksimalna snaga 557 W - 6,93 W/kg). Džudo spada u sportove tipa snage sa predominacijom anaerobnog kapaciteta. Rezultati pokazuju i veće vrednosti u anaerobnom kapacitetu sportista u odnosu na nesportiste, što je posledica isključivo trenajnog procesa.

Ključne reči: Anaerobni prag; Sport; Naprezanje; Fudbal; Fizička izdržljivost

Ne MeSH: Wingate Test

Uvod

Sport je odavno prestao da bude zabava u slobodno vreme i igra. Od Olimpijskih igara, kada je bio odraz zdravog duha u zdravom telu, vrhunski sport je tokom prošlog veka postao ozbiljna profesija čiji razvoj i praćenje zahteva ozbiljan naučni pristup.

Sportski rezultat se sastoji od pet komponenti. To su fizička sposobnost sportiste, podeljena između dva energetska kapaciteta (aerobni i anaerobni kapacitet), zatim elementi tehnike, taktike i na kraju motivisanost sportiste. Neki od navedenih faktora koji utiču na rezultat mogu se vrlo precizno izmeriti. Prvenstveno se misli na fizičku sposobnost sportiste.

U zavisnosti od biohemijske prirode energetske procesa, energija za mišićni rad može se dobiti aerobnim ili anaerobnim procesima, a to uslovljava i uslovnu podelu ukupnog energetske kapaciteta na njegov aerobni i anaerobni deo [1].

Anaerobni kapacitet energiju potrebnu za mišićni rad obezbeđuje bez prisustva kiseonika. Odigrava se trenutno, velikog je intenziteta, malog obima, a enzimski sistem je smešten u citosolu mišićne ćelije. Sportske aktivnosti koje zavise od anaerobne konverzije energije po pravilu su vrlo brze, snažne i intenzivne (džudo, rvanje, trčanje na kratke pruge, dizanje tegova) [2].

Razviti metodologiju za merenje energetske kapaciteta u sportu i kontinuirano praćenje individualnih karakteristika sportiste, znači pomoći sportisti da najkraćim putem dođe do zapaženog sportske rezultata, odnosno, da maksimalno razvije svoj biološki potencijal [3]. Ujedno, jedan je od najvažnijih zadataka fiziologije sporta.

Ovim radom smo hteli da pružimo što potpuniju sliku o anaerobnom energetsom kapacitetu sportista, razlikama u anaerobnim sposobnostima sportista u odnosu na vrstu sporta kojim se bave kao, i razlikama u odnosu na nesportiste. Definisani su sledeći ciljevi:

1. Analiza parametara anaerobnog kapaciteta grupa sportista međusobno različitih po vrsti sporta kojim se bave;
2. Ispitivanje uticaja trenajnog procesa na vrednosti anaerobnog kapaciteta, tj. utvrđivanje postojanja razlike između sportista i nesportista;
3. Ispitivanje uticaja dužine trenajnog procesa na vrednosti energetske kapaciteta.

Materijal i metode

Ispitanici

Kompletan ogledni postupak prošlo je 106 ispitanika muškog pola. Ispitivanje se vršilo na sportistima različitih sportske specijalnosti, kod kojih veličina celokupnog energetske kapaciteta, kao i odnos njegove aerobno-anaerobne komponente nemaju isti značaj za postizanje sportske rezultata. Kontrolnu grupu činili su nesportisti (n=32). Grupe sportista su činili:

1. džudisti (n=26),
2. fudbaleri (n=28),
3. veslači (n=18).

Analizirajući antropometrijske i ostale karakteristike uočavamo da je grupa veslača najmlađa grupa ispitanika sa najkraćim sportskim stažom, grupa fudbalera najstarija i sa najdužim sportskim stažom.

Antropometrijske mere su približne kod sve tri grupe ispitanika, jedino je kod grupe džudista zabeležena nešto veća telesna masa u odnosu na ostale

SkraćenicePP - *peak power*, maksimalna snaga, anaerobna snagaMP - *mean power*, prosečna snaga, anaerobni kapacitet

grupe ispitanika. Uticaj telesne mase na vrednosti parametara anaerobnog kapaciteta može da se izbegne izražavanjem u relativnim jedinicama, po kilogramu telesne mase.

Metodologija istraživanja

Za određivanje anaerobnog kapaciteta, u praksi, najčešće se koriste motorički testovi, što je bilo primenjeno i u ovom istraživanju. Anaerobni kapacitet određivan je *Wingate anaerobic* testom (WAnT). *Wingate* test je zbog svoje praktičnosti, ekonomičnosti, lake izvodljivosti i broja informacija koje pruža trenutno svetski najpopularniji test u ispitivanju anaerobnog kapaciteta čoveka. Mnogi ga nazivaju i "najtestiranijim testom" [4].

To je test maksimalnog opterećenja, *all out* test, koji se izvodi na bicikl ergometru sa mehaničkim kočenjem, u trajanju od 30 sekundi [5].

Na osnovu ovog testa u laboratorijskim uslovima mogu se izmeriti svi elementi anaerobnog kapaciteta tj. on daje informacije o alaktatnoj i laktatnoj komponenti anaerobnog kapaciteta.

Njih određuju sledeći parametri testa mereni u našem istraživanju:

1. *Peak Power* (PP) - maksimalna snaga ili anaerobna snaga (Watt);

2. *Mean Power* (MP) - prosečna snaga ili anaerobni kapacitet (J).

Statistička obrada parametara rađena je izračunavanjem sledećih statističkih varijabli:

1. \bar{x} - srednja vrednost,

2. SD - standardna devijacija.

Za proveru statističke značajnosti razlike korišćen je Studentov t-test.

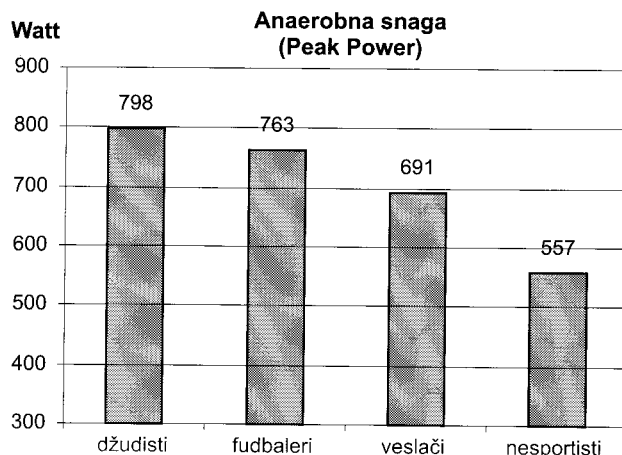
Rezultati

Oba određivana parametara izražena su u apsolutnim (Watt, J) i relativnim jedinicama (Watt/kg, J/kg)

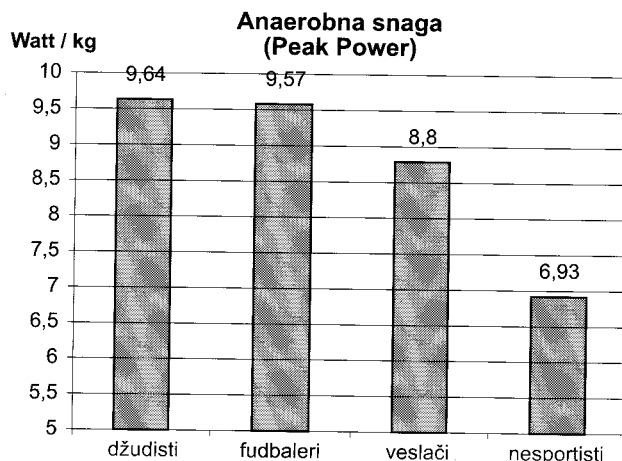
Na osnovu vrednosti anaerobne snage izražene u apsolutnim jedinicama vidi se da je najbolje rezultate postigla grupa džudista, sa statistički značajno najvećim prosečnim vrednostima ($p < 0,05$), zatim slede fudbaleri, pa veslači ($p < 0,05$). Najniže vrednosti zabeležene su kod grupe nesportista. Razlika je statistički značajna u odnosu na sportiste ($p < 0,01$) (Grafikon 1).

Izražavajući rezultate anaerobne snage u relativnim jedinicama vidimo da su najviše vrednosti ostvarili džudisti, međutim, nema statistički značajne razlike u odnosu na fudbalere.

Veslači su ostvarili najslabije rezultate u grupi sportista ($p < 0,05$). Najniže vrednosti izmerene su u grupi nesportista ($p < 0,01$) (Grafikon 2).



Grafikon 1. Vrednosti anaerobne snage izražene u Watt-ima
Fig. 1. Anaerobic capacity expressed in Watts



Grafikon 2. Vrednosti anaerobae snage izražene u Watt/kg
Fig. 2. Anaerobic capacity expressed in Watts/kg

Analizirajući vrednosti anaerobnog kapaciteta, izražene u apsolutnim jedinicama, najviše vrednosti ostvarene su u grupi džudista (16 712 J). Slede fudbaleri (15 771 J), pa zatim veslači (15 196 J). Najniže vrednosti ostvarili su nesportisti (11 673 J). Statistička značajnost razlike postoji samo između grupe sportista u odnosu na nesportiste ($p < 0,01$), dok nije nađena pri poređenju pojedinih grupa sportista međusobno.

Izražavajući vrednosti MP u relativnim jedinicama (J/kg) nije došlo do promena u statističkoj značajnosti razlike u odnosu na izražavanje u apsolutnim jedinicama (J). Džudisti su ostvarili 203 J/kg, fudbaleri 198 J/kg, veslači 193 J/kg a nesportisti 145 J/kg.

Diskusija

Osnovne antropometrijske i ostale karakteristike (životno doba, sportski staž) ispitanika u našem

Tabela 1. Antropometrijske i druge karakteristike ispitanika testiranih Wingate testom**Table 1.** Anthropometric and personal data of subjects evaluated by Wingate test

Varijable (\bar{x}) Variables (\bar{x})	Džudisti Judo	Fudbaleri Football	Veslači Rowing	Nesportisti Non-athletes
Uzrast (god.) / Age (years)	21	23,5	16,3	20,8
Sportski staž (god.) Participation in sports (years)	8,81	12,6	2,5	0
TV / Body height (cm)	181	182	184	183
TM / Body weight (kg)	83,4	79,8	78,8	80,8

ispitivanju govore da se radi o grupama mladih ispitanika. Prosečno doba po grupama ne prelazi 23,5 godina.

Ako posmatramo sportski staž grupe sportista, vidimo da se radi o mladim sportistima, koji se duže vreme bave sportom. Prosečno trajanje sportskog staža džudista je 8,8 godina, fudbalera 12,6 godina.

Fudbaleri su ujedno i najstarija grupa ispitanika (23,5 godina prosečno). Najmlađa grupa sportista su veslači prosečnog starosnog doba od 16,3 godine. Oni ujedno imaju i najkraći sportski staž od samo 2,5 godine u proseku.

Najviše vrednosti anaerobne snage izražene u apsolutnim jedinicama ostvarili su džudisti. Ovakav rezultat ne iznenađuje, može se reći da je i očekivan, pošto je džudo predstavnik sportova gde anaerobni kapacitet igra presudnu ulogu u postizanju rezultata. Dobar rezultat bi se mogao pripisati i većoj telesnoj masi džudista u odnosu na ostale grupe sportista.

Vrednosti izražene u relativnim jedinicama ukazuju na stvarne anaerobne kvalitete grupe džudista ali i fudbalera, pošto nije nađena statistički značajna razlika u ovom parametru između ove dve grupe ispitanika. Fudbal spada u grupu mešovitih sportova sa podjednako važnom aerobnom i anaerobnom energetsom komponentom [6]. Anaerobni rad u fudbalu se odnosi na šut, povremeno naglo menjanje pravca kretanja - dribling i utrčavanje što je sve presudno za postizanje pogotka.

Veslači su ostvarili najslabije rezultate, izražene u apsolutnim i u relativnim jedinicama. Ovakav rezultat je i očekivan pošto je već navedeno da je gru-

pa veslača najmlađa, te sa najkraćim sportskim stažom, što se uzima kao razlog za njihov slab anaerobni učinak. Longitudinalnim studijama utvrđen rast anaerobnog kapaciteta sa rastom životnog doba sportiste i rastom sportskog staža [7]. Očekivano najslabije rezultate ostvarili su nesportisti. To najbolje govori o pozitivnim efektima treninga na anaerobni kapacitet, tačnije na ukupnu fizičku sposobnost čoveka [8].

Nema statističke značajnosti u razlikama anaerobnog kapaciteta, MP, između ispitivanih grupa sportista. Ovo se može objasniti time da sportisti anaerobnih sportova (džudo, rvanje itd.) imaju veće početne vrednosti rada tokom testa ali se brže zamaraju, dok je kod aerobnih sportova (veslanje, trčanje na duge pruge, biatlon) obrnuto. Tako se smanjuju razlike u vrednostima ukupno izvršenog rada tokom testa. Ovo su potvrdili Skinner i O'Connor analizirajući razlike između dizača tegova i maratonaca [9].

Zaključak

Na osnovu analize rezultata dobijenih u našem istraživanju možemo zaključiti sledeće:

Analizirajući parametre anaerobnog kapaciteta kod ispitivanih grupa sportista, najbolje rezultate ostvarili su džudisti. Ovaj sport spada u grupu sportova tipa snage sa predominacijom anaerobnog kapaciteta. Dobre rezultate ostvarili su i fudbaleri. Tome su doprineli mešoviti karakter ovog sporta i važnost anaerobnog kapaciteta za uspešno bavljenje fudbalom.

Uzevši u obzir morfološke i funkcionalne promene koje su posledica trenažnog procesa, zaključujemo da su vrednosti anaerobnog energetskeg kapaciteta statistički značajno veće kod grupa sportista u odnosu na grupu nesportista.

Posmatrajući parametre anaerobnog kapaciteta kod grupe veslača i poredeći rezultate sa prethodnim istraživanjima možemo zaključiti da dužina sportskog staža, odnosno period sistematskog bavljenja sportom, utiče na vrednosti kako anaerobnog kapaciteta tako i ukupnog energetskeg kapaciteta. U drugim grupama sportista nismo došli do sličnih saznanja.

Literatura

1. Heimer S, Medved R, Mišigoj-Duraković M, Matković B. Energetski kapacitet čoveka. U: Pećina M, Heimer S. Športska medicina. Zagreb: Naprijed; 1995.
2. Bowers RW, Fox EL. Sports physiology. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill; 1988.
3. Conley M. Bioenergetics of exercise and training In: Baechle TR, Earle RW. Essentials of training and conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000:95.
4. Barfield JS, Sells PD, Rowe DA, Hannigan-Downs K. Practice effect of the Wingate anaerobic test. J Strength Cond Res 2002;16(3):472-3.
5. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. The Wingate anaerobic test. Champaign IL: Human Kinetics; 1996.
6. Siegler J, Gaskill S, Ruby B. Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10-week, inseason, intermittent, high-intensity training protocol. J Strength Cond Res 2003;17(2):379-87.

7. Gursel Y, Sonel B, Gok H, Yalcin P. The peak oxygen uptake of healthy Turkish children with reference to age and sex: a pilot study. Turk J Pediatr 2004;46(1):38-43.

8. Heimer S. Uticaj treninga jakosti i snage na mišićne stanice. U: Pećina M, Heimer S. Športska medicina. Zagreb: Naprijed; 1995.

9. Skinner JS, O'Connor J. Wingate test: cross sectional and longitudinal analysis. Med Sci Sport Exerc 1987;19:73.

Summary

Introduction

The present study deals with anaerobic power capacity in athletes, differences between power capabilities of these athletes in relation to the type of sports and differences in regard to non-athletes. The goal of this study was to analyze parameters of anaerobic capacity and also to examine if the type and duration of the training period affect values of anaerobic capacity.

Material and Methods

This study included 95 male subjects: non-athletes and athletes of various sports: judo players, rowers and soccer players. Anaerobic capacity was determined using the Wingate test.

Key words: Anaerobic Threshold; Sports; Exertion; Football; Physical Endurance

Non MeSH: Wingate Test

Rad je primljen 29. VI 2005.

Prihvaćen za štampu 29. VIII 2005.

BIBLID.0025-8105:(2007):LX:9-10:427-430.

Results and Discussion

The obtained results show a statistically higher anaerobic capacity in judo players (PP 798 W - 9.64 W/kg) in regard to soccer players (PP 763 W - 9.75W/kg), rowers (PP 691 W - 8.8 W/kg) and non-athletes (PP 557 W - 6.93W/kg). Judo is a sport which requires high anaerobic capacity. Our results show that athletes have a higher anaerobic power capacity in regard to non-athletes. It can be explained solely by physical training.