

UTICAJ SPORTSKOG TRENINGA NA VRIJEDNOSTI ANAEROBNOG KAPACITETA

INFLUENCE OF SPORTS TRAINING TO ANAEROBIC CAPACITY VALUES

Nenad Ponorac, Zorislava Zagorac, Amela Matavulj

Sažetak. Pojam "anaerobni kapacitet" predstavlja skup anaerobnih metaboličkih procesa u organizmu i manji je dio ukupnog energetskeg kapaciteta sportiste. Sportski trening je postupak kojim se poboljšavaju funkcionalne sposobnosti organizma, a usmjeren je na podizanje vrijednosti energetskeg kapaciteta i ima neprocjenjiv doprinos u postizanju sportskog rezultata. Cilj rada je bio da se na osnovu analize parametara anaerobnog kapaciteta kod sportista različitih sportskih disciplina procjeni uticaj sportskog treninga na njihovu fizičku sposobnost, a dobijene vrijednosti će se uporediti i sa vrijednostima izmjerenim kod osoba koje nisu sportisti. Ispitivanjem je obuhvaćeno 54 sportista (džudisti i fudbaleri) i 32 osobe koje nisu sportisti. Parametri anaerobnog kapaciteta (vršna i srednja snaga) mjereni su Wingate testom. Grupa sportista je ostvarila bolje rezultate u svim mjerenim parametrima u odnosu na grupu u kojoj nisu bili sportisti. Veće vrijednosti vršne snage ostvarili su džudisti (9,64 Watt/kg) u odnosu na fudbalere (9,57 Watt/kg) i osobe koje nisu sportisti (6,93 Watt/kg). Takođe, veće vrijednost i srednje snage ostvarili su džudisti (203 J/kg) u odnosu na fudbalere (198 J/kg) i osobe koje nisu sportisti (145 J/kg). Sportske aktivnosti i trening značajno utiču na parametre anaerobnog kapaciteta.

Ključne riječi: Anaerobni kapacitet, Sportski trening, Wingate test

Uvod

Dugo vremena određivanje fizičke sposobnosti poistovjećivano je sa određivanjem aerobnog kapaciteta. Na taj način je neopravdano izostavljan anaerobni kapacitet, koji je po mnogo manji dio ukupnog energetskeg kapaciteta čovjeka, ali zato po važnosti u nekim sportovima i značajniji od aerobnog. Razlog za to bi mogao biti nedostatak lako primjenjivog laboratorijskog testa, kao i činjenica da je za ovakav vid testiranja neophodno angažovanje cjelokupnog anaerobnog kapaciteta uz supramaksimalno opterećenje. To od ispitanika zahtijeva snažnu motivaciju, što se naročito teško ostvaruje kod osoba koje nisu sportiste.

Anaerobni kapacitet energiju potrebnu za mišićni rad obezbjeđuje bez prisustva kiseonika. Sastoji se od ATP-CP sistema i glikolitičkog

sistema (anaerobna glikoliza), energija se oslobađa trenutno, velikog je intenziteta, malog obima, a enzimski sistem mu je smješten u citosolu mišićne ćelije [1].

Sportske aktivnosti, kod kojih dominira anaerobna konverzija energije, su po pravilu vrlo brze, snažne i intenzivne (džudo, rvanje, trčanje na kratke pruge, dizanje tegova). I u sportovima koji se svrstavaju u pretežno aerobne, anaerobni kapacitet postaje veoma bitan tokom pojedinih perioda takmičenja. Svaki skok u košarci, smeč u odbojci, sprint u fudbalu ili finiš u veslanju i biciklizmu govori u prilog tome, ističući nedjeljivost energetskeg kapaciteta tokom sportske aktivnosti.

Sportski trening je postupak kojim se podižu funkcionalne sposobnosti organizma. Cilj mu je postizanje morfofunkcionalne adaptacije organizma na sve veće i veće fizičke zahtjeve. Trening je

uglavnom usmjeren na podizanje vrijednosti energetske kapaciteta sportiste i ima neprocjenjiv doprinos poboljšanju sportskog rezultata [2].

Specifičnost trenažnog procesa omogućava poboljšanje, u većoj mjeri, jednog ili drugog dijela ukupnog energetske kapaciteta, pa postoji podjela na aerobne i anaerobne treninge [2,3].

Cilj rada je bio da se na osnovu analize parametara anaerobnog kapaciteta ispita uticaj sportskog treninga na fizičku sposobnost, ispitujući sportiste različitih sportskih disciplina, a takođe da se dobijene vrijednosti uporede sa vrijednostima izmjerenim kod onih koji nisu sportisti.

Ispitanici i metode

Ispitivanjem je obuhvaćeno 86 muškaraca, 54 sportista i 32 koji nisu sportisti. Sportisti su bili džudisti (n=26) i fudbaleri (n=28).

Za određivanje anaerobnog kapaciteta u praksi se, najčešće, koriste motorički testovi, što je primijenjeno i u ovdje prikazanom istraživanju. Anaerobni kapacitet određivan je Wingate testom (*engl., Wingate ANaerobic 30 cycle Test, WANT*), koji je razvijen sedamdesetih godina prošlog vijeka u Wingate institutu u Izraelu. WANT je zbog svoje praktičnosti, ekonomičnosti, lake izvodljivosti i broja informacija koje pruža trenutno najzastupljeniji test za ispitivanje anaerobnog kapaciteta. Mnogi ga nazivaju i "najtestiranijim testom" [4].

To je test maksimalnog opterećenja, koji se izvodi na bicikl ergometru sa mehaničkim kočenjem. Podrazumijeva pedaliranje maksimalnom brzinom protiv konstantnog opterećenja u trajanju od 30 sekundi, a postignuto opterećenje se bilježi tokom šest petosekundnih perioda [5].

Na osnovu ovog testa u laboratorijskim uslovima mogu se izmjeriti svi elementi anaerobnog kapaciteta (nelaktatna i laktatna komponenta anaerobnog kapaciteta). Njih određuju slijedeći parametri testa, mjereni u istraživanju: vršna ili maksimalna snaga ili anaerobna snaga i srednja ili prosječna snaga ili anaerobni kapacitet.

Anaerobna snaga (*engl., Peak Power, PP*) ili maksimalna snaga, predstavlja najveću snagu postignutu u toku bilo kog petosekundnog perioda testa. Odražava energiju oslobođenu metabolizmom visokoenergetskih fosfata i obično se registruje u prvom ili drugom petosekundnom periodu testa [6]. Izražava se u vatima (Wattima) po kg tjelesne mase.

Anaerobni kapacitet (*engl., Mean Power, MP*) ili srednja snaga, predstavlja ukupan rad ostvaren u toku 30 sekundi testa i izražava se u džulima (Joule) po kg tjelesne mase. Ovaj parametar odražava vrijednost oba dijela anaerobnog kapaciteta, kreatin fosfatni i glikolitički.

Rezultati

Utvrđene prosječne vrijednosti anaerobne snage (PP) izražene u Wattima po kilogramu tjelesne mase, kao i prosječne vrijednosti anaerobnog kapaciteta (MP) izražene u Jouleima po kg tjelesne mase, prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Prosječne vrijednosti anaerobne snage (PP) i anaerobnog kapaciteta (MP)

Parametar	Džudisti	Fudbaleri	Nisu sportisti
Anaerobna snaga (Watt/kg)	9,64	9,57	6,93
Anaerobni kapacitet (J/kg)	203	198	145

Najviše prosječne vrijednosti anaerobne snage i kapaciteta zabilježene su u grupi džudista, a zatim u grupi fudbalera. Najniže vrijednosti ostvarili su oni koji se ne bave sportom. Statistički značajna razlika postoji samo između grupe sportista u odnosu na one koji nisu sportisti ($p < 0,01$), dok nije utvrđena između grupe džudista i fudbalera.

Diskusija

Regeneracija mišićnog ATP anaerobnim procesima jedna je od suštinskih odlika čovjeka prilikom fizičke aktivnosti, što je naročito izraženo tokom treninga, a posebno tokom sportskih takmičenja [7]. Dostojno se veoma malo znalo o anaerobnom energetske metabolizmu mišića koji je aktivan, za razliku od aerobnog metabolizma.

Mišićna ćelija ima izvanredno veliku sposobnost adaptacije, kako pod uticajem trenutne aktivnosti, tako i pod dugotrajnijim uticajima vezanim za rast i razvoj organizma. To se naročito odnosi na aktivno bavljenje sportom ili bilo kojom drugom organizovanom fizičkom aktivnošću [8].

Trening, kao dugotrajnija, planska aktivnost je postupak kojim se podižu funkcionalne sposobnosti organizma. Fiziološki procesi, pomoću kojih se organizam prilagođava na vježbanje naziva se

adaptacija na trening [9]. Svaka fizička aktivnost koja zahtijeva submaksimalne fizičke napore u trajanju od 6 do 90 sekundi može se nazvati anaerobnim treningom. Najčešće je to sprint, podizanje tereta, vertikalni skok ili bilo koja druga forsirana aktivnost povezana sa odgovarajućim sportom [2].

Anaerobni trening primarno dovodi do povećanja mišićne jačine, snage, veličine mišića (hipertrofija), promjena u energetske sistemima mišića i veće tolerancije na acido-bazni disbalans tokom visoko intenzivnih aktivnosti [2].

Na samom početku anaerobnog treninga odigrava se značajna nervna adaptacija koja u prvih 4 do 6 nedjelja u najvećoj mjeri doprinosi prirastu mišićne snage. Ovo potvrđuje novija studija Huntera i saradnika koji su tokom Wingate testa pratili elektromiografske signale [10]. U daljem toku trenajnog procesa, nakon 10 nedjelja, pojavljuje se mišićna hipertrofija, koja polako preuzima ovu ulogu.

Parametri Wingate testa su veoma informativni i pogodni za praćenje promjena u anaerobnom kapacitetu čovjeka, što je pokazala studija Chamarija i saradnika kojom su poredili terenske i laboratorijske testove anaerobnih sposobnosti kod 35 fudbalera [11], kao i studija Coopera i saradnika [12].

Posmatrajući prosječne vrijednosti mjerenih parametara u ovdje prikazanom istraživanju, vidi se da su statistički značajno veće vrijednosti ostvarene u grupama sportista nego kod onih koji nisu sportisti.

Najviše vrijednosti anaerobne snage i anaerobnog kapaciteta ostvarili su džudisti. Ovakav rezultat ne iznenađuje, može se reći da je i očekivan, pošto je džudo sport gdje anaerobni kapacitet igra presudnu ulogu u postizanju rezultata. Međutim, nije nađena statistički značajna razlika u odnosu na fudbalere. Fudbal spada u grupu mješovitih sportova sa podjednako važnom aerobnom i anaerobnom energetske komponentom, čiji je odnos aerobnog prema anaerobnom radu 90% prema 10%. Anaerobni rad se odnosi na dribling, šut, povremeno mijenjanje pravca kretanja i utrčavanje što je presudno za postizanje pogotka [13].

Poredeći rezultate fudbalera sa ekipama sličnog ranga (Saudijska nacionalna liga, PP/kg: 11,88 W/kg) zapažaju se znatno slabiji rezultati u istom rangu takmičenja [14]. Bolje rezultate iznosi i

McIntyre testirajući fudbalere Irske nacionalne lige (PP/kg: 10,72 W/kg) [15].

Očekivano najslabiji rezultat utvrđen je kod onih koji se ne bave sportom. To najbolje govori o pozitivnim efektima treninga na anaerobni kapacitet čovjeka. Longitudinalnim studijama utvrđen je porast anaerobnog kapaciteta sa starenjem sportiste i dužinom sportskog staža [16].

Zaključak

Najviše prosječne vrijednosti anaerobne snage i kapaciteta utvrđene su kod sportista u sportovima snage, odnosno kod džudista, ali bez statistički značajne razlike u odnosu na fudbalere, zbog mješovitog karaktera fudbala.

Prosječne vrijednosti anaerobne snage i kapaciteta statistički su značajno veće kod sportista u odnosu na vrijednosti kod onih koji se ne bave sportom.

Literatura

1. Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics, 1994.
2. Baechle TR and Earle RW. Essentials of Strength Training and Conditioning. Champaign: Human Kinetics, 2000.
3. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. Sports Med. 2002; 32: 53-73.
4. Barfield JP, Sells PD, Rowe DA, Hannigan-Downs K. Practice effect of the Wingate anaerobic test. J Strength Cond Res. 2002; 16: 472-3.
5. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. The Wingate Anaerobic Test: Development and Application. Champaign: Human Kinetics, 1996.
6. Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithäuser RM, Hütler M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? Eur J Appl Physiol. 2002; 87: 388-92.
7. Bowers RW, Fox EL. Sports physiology. Dubuque: Wm. C. Brown, 1988.
8. Pećina M, Heimer S. Športska medicina. Zagreb: Naprijed, 1995.
9. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. Med Sci Sports Exerc. 2001; 33: 1925-31.
10. Hunter AM, St Clair Gibson A, Lambert MI, Nobbs L, Noakes TD. Effects of supramaximal exercise on

- the electromyographic signal. Br J Sports Med. 2003; 37: 296-9.
11. Chamari K, Hachana Y, Ahmed YB, Galy O, Sghaier F, Chatard JC, Hue O, Wisløff U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. Br J Sports Med. 2004; 38: 191-6.
 12. Cooper SM, Baker JS, Eaton ZE, Matthews N. A simple multistage field test for the prediction of anaerobic capacity in female games players. Br J Sports Med. 2004; 38: 784-9.
 13. Díaz FJ, Montaña JG, Melchor MT, García MR, Guerrero JH, Rivera AE, Tovar JA, Moreno MF. Changes of physical and functional characteristics in soccer players. Rev Invest Clin. 2003; 55: 528-34.
 14. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Refae SA, Sulaiman MA, Daftardar MY, Al-Ghamedi A, Al-Khuraiji KN. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. J Sports Med Phys Fitness. 2001; 41: 54-61.
 15. McIntyre MC, Hall M. Physiological profile in relation to playing position of elite college Gaelic footballers. Br J Sports Med. 2005; 39: 264-6.
 16. Calvo M, Rodas G, Vallejo M, Estruch A, Arcas A, Javierre C, Viscor G, Ventura JL. Heritability of explosive power and anaerobic capacity in humans. Eur J Appl Physiol. 2002; 86: 218-25.

Summary. *The term "anaerobic capacity" represents a series of anaerobic metabolic processes in the organism and is a smaller part of the total energy capacity of an athlete. Sports training is a procedure with which the functional capacities of the organism are improved, and is directed towards raising the energy capacities value, thus it is an immeasurable contribution to achieving good sports results. The aim of the study is to, on the basis of the analysis of anaerobic capacity parameters of the athletes in various sport disciplines, assess the influence of sports training to their physical capacities and to compare the obtained values with those measured in persons who are not athletes. The examination included 54 athletes (judoists and footballers) and 32 persons who were not athletes. Anaerobic capacity parameters were measured by the Wingate test. The athletes group had better performance in all the measured parameters relative to the group of non-athlete persons. Higher values of peak power were realized by the judoists (9.64 Watt/kg) compared to the footballers (9.57 Watt/kg) and non-athlete persons (6.93 Watt/kg). Also, higher values of mean power were realized by the judoists (203 J/kg), compared to the footballers (198 J/kg) and non-athlete persons (145 J/kg). Sports activities and training significantly influence the anaerobic capacity parameters.*

Key words: *Anaerobic capacity, Sports training, Wingate test*

Nenad Ponorac, Zorislava Zagorac, Amela Matavulj
Katedra za fiziologiju, Medicinski fakultet Banja Luka