UTICAJ SPORTSKOG TRENINGA NA VRIJEDNOSTI AEROBNOG KAPACITETA

INFLUENCE OF SPORTS TRAINING TO AEROBIC CAPACITY VALUES

Nenad Ponorac, Amela Matavulj, Zvezdana Rajkovača,
Peđa Kovačević, Nikola Grujić*

Sažetak. Pojam aerobni kapacitet označava obim aerobnih metaboličkih procesa u organizmu čovjeka, a osnova je fizičke, odnosno radne sposobnosti sportiste. Sportskim treningom se poboljšavaju funkcionalne sposobnosti organizma i podižu vrijednosti energetske kapaciteta sportiste, tako da ima neprocjenjiv doprinos u postizanju vrhunskih sportskih rezultata.

Cilj rada je bio da se analizom parametara aerobnog kapaciteta ispita uticaj sportskog treninga na fizičku sposobnost, tako što će se analizirati parametri aerobnog kapaciteta kod sportista različitih sportskih disciplina i dobijene vrijednosti uporediti sa vrijednostima izmjerenim kod onih koji nisu sportisti.

Ispitivanjem je obuhvaćeno 50 sportista (veslači i fudbaleri) i 28 nesportista. Parametri aerobnog kapaciteta (ukupno izvršeni rad - A, maksimalna voljna ventilacija - Ve i maksimalna potrošnja kiseonika - VO_2max) su mjereni tokom određivanja VO_2max direktnom metodom.

Grupa sportista je ostvarila bolje rezultate u svim mjerenim parametrima u odnosu na grupu nesportista. Najveće vrijednosti Ve ostvarili su veslači (142 L/min) u odnosu na fudbalere (123 L/min) i nesportiste (82,7 L/min). Najbolje rezultate VO_2max ostvarili su veslači (4,52 L/min - 55,8 mL/kg/min) u odnosu na fudbalere (4,2 L/min - 53,6 mL/kg/min) i nesportiste (3,28 L/min - 42,3 mL/kg/min). Veslanje je sport koji za uspješno bavljenje zahtijeva visok aerobni potencijal, kao i dobru plućnu ventilaciju i VO_2max .

Sportski trening značajno utiče na parametre aerobnog kapaciteta, što pokazuju i rezultati prikazani u ovom radu.

Ključne riječi: Sportski trening, Aerobni kapacitet

Uvod

Jedan od najvažnijih ciljeva sporta je vrhunski sportski rezultat. Kroz kretanje sportskog rezultata vrši se provjera, a zatim i vrednovanje svih ličnih i kolektivnih napora potrebnih za njegovo postizanje. Sportski rezultat se sastoji od pet komponenti. To su fizička sposobnost sportiste, podijeljena na dva energetska kapaciteta (aerobni i anaerobni), zatim elementi tehnike, taktike i na kraju motivisanost

sportiste. Neki od navedenih faktora mogu se vrlo precizno izmjeriti. Prvenstveno se misli na fizičku sposobnost sportiste (*engl., physical fitness*) [1].

Termin *aerobni kapacitet* označava opšti obim aerobnih metaboličkih procesa u organizmu čovjeka. Aerobni kapacitet predstavlja, po obimu, veći dio ukupnog energetske kapaciteta čovjeka, a osnova je fizičke sposobnosti sportiste [2]. Sve hemijske reakcije putem kojih se vrši oslobađanje energije odvijaju se uz prisustvo kiseonika (aerobna

glikoliza, Krebsov ciklus, elektron transportni sistem i β -oksidacija). Aerobni energetske procesi obezbjeđuju energiju za dugotrajni rad, a tipične sportske aerobne aktivnosti su biciklizam, plivanje, veslanje, trčanje na duge i srednje staze, triatlon.

Sportskim treningom se podižu funkcionalne sposobnosti organizma. Cilj mu je postizanje morfo-funkcionalne adaptacije organizma na sve veće i veće fizičke zahtjeve. Trening je, uglavnom, usmjeren na podizanje vrijednosti energetskih kapaciteta sportiste i ima neprocjenjiv doprinos poboljšanju sportskog rezultata [3]. Specifičnost trenaznog procesa omogućava poboljšanje jednog ili drugog dijela energetskog kapaciteta, pa tako imamo i podjelu na aerobne i anaerobne treninge.

Cilj rada je bio da se analizom parametara aerobnog kapaciteta ispita uticaj sportskog treninga na fizičku sposobnost, tako što će se analizirati parametri aerobnog kapaciteta kod sportista različitih disciplina i dobijene vrijednosti uporediti sa onim izmjerenim kod nesportista.

Ispitanici i metode

Ispitivanjem je obuhvaćeno 78 lica muškog pola. Ispitivani sportisti bili su veslači i ($n=24$) i fudbaleri ($n=26$), a ispitana je i grupa nesportista ($n=28$).

Parametri aerobnog kapaciteta su određivani tokom mjerenja maksimalne potrošnje kiseonika (VO_2max). Maksimalna potrošnja kiseonika određivana je direktnom metodom, bicikl-ergometarskim "all out" testom u trajanju od 6 minuta. Respiratorni parametri registrovani su pomoću paramagnetnog analizatora Mijnhardt Oxycon 4 analyzer (Mijnhardt, Odijk, the Netherlands), baždarenog smjesom gasova poznate koncentracije.

Tokom posljednjeg minuta zagrijavanja, kao i tokom svih 6 minuta testa, registrovani su slijedeći parametri, koji su ujedno najbolji pokazatelji aerobnog kapaciteta:

- izvršeni rad za šest minuta testa (A; kJ),
- maksimalna voljna ventilacija (Ve ; L/min),
- maksimalna potrošnja kiseonika (VO_2max ; mL/kg/min).

Statistička obrada dobijenih rezultata vršila se izračunavanjem srednje vrijednosti i standardne devijacije. Za provjeru statističke značajnosti razlike korišćen je Student t-test.

Rezultati

Dosadašnja istraživanja u oblasti fiziologije sporta pokazala su da postoji visok stepen korelacije između izvršenog rada i VO_2max , a samim tim ukazuju na povezanost veličine ostvarenog rada i energije oslobođene aerobnim putem [4]. Ova činjenica omogućava da se ukupno izvršeni rad može koristiti kao pokazatelj fizičke radne sposobnosti, što je i osnova nekih testova (PWC 170, Wmax) (slika 1).

Slika 1. Vrijednosti ukupno izvršenog rada (kJ)

Statistički značajno najmanje vrijednosti izmjerene su kod nesportista ($p<0,01$). Najveće vrijednosti zabilježene su kod veslača, a dobre rezultate ostvarili su i fudbaleri.

Maksimalna voljna ventilacija (Ve)

Maksimalna voljna ventilacija, kao parametar respiratorne funkcije, veoma je pogodna za praćenje razlika u aerobnom kapacitetu. Bez obzira koliko je efikasan kardiovaskularni i mišićni sistem, izdržljivost sportiste će biti oslabljena ukoliko pluća ne snabdijevaju organizam dovoljnom količinom kiseonika (slika 2).

Slika 2. Vrijednosti maksimalne voljne ventilacije (L/min)

Najveće vrijednosti Ve izmjerene su kod veslača, a zatim kod fudbalera. Postoji statistički

značajna razlika ($p < 0,01$) između grupa sportista u odnosu na nesportiste. Ovakvi rezultati ne iznenađuju ukoliko se uzme u obzir važnost aerobnog kapaciteta za uspješno bavljenje sportom, a naročito onim, tipa izdržljivosti u koje spada i veslanje.

Maksimalna potrošnja kiseonika (VO_{2max})

Maksimalna potrošnja kiseonika (VO_{2max}) predstavlja maksimalni nivo metabolizma koji može da se postigne aerobnim putem. Ujedno predstavlja najprecizniji i opšteprihvaćeni pokazatelj veličine aerobnog kapaciteta, odražavajući funkcionalnu sposobnost kardiovaskularnog i respiratornog sistema.

Budući da na apsolutnu vrijednost VO_{2max} u velikoj mjeri utiče tjelesna masa ispitanika, objektivniji je način izražavanja u relativnim jedinicama: mililitar po kilogramu tjelesne mase u minuti (mL/kg/min) (slika 3).

Slika 3. Vrijednosti maksimalne potrošnje kiseonika (mL/kg/min)

Najniže vrijednosti ostvarili su nesportisti i statistički su značajno manje u odnosu na grupu sportista ($p < 0,01$). Najbolje rezultate postigli su veslači, međutim, nema statistički značajne razlike u odnosu na grupu fudbalera. To ukazuje na važnost aerobnog kapaciteta za uspješno bavljenje fudbalom.

Diskusija

Aerobni trening, poznat još i kao trening kardiorespiratorne izdržljivosti ili samo izdržljivosti, nakon određenog vremena izaziva niz adaptacionih promjena koje će poboljšati aerobnu sposobnost. Izdržljivost je širi pojam koji u sebi sjedinjuje dva različita, ali tijesno povezana uža pojma: mišićnu i kardiovaskularnu izdržljivost.

Kod mišićne izdržljivosti metabolička adaptacija na aerobni trening uključuje povećanje obima ST vlakana, povećanje sadržaja mioglobina u ST vlaknu, povećanje broja i veličine mitohondrija, te poboljšanje njihove funkcionalne sposobnosti (povećanje aktivnosti enzima oksidativnog metabolizma), kao i porast broja kapilara koji okružuju pojedino mišićno vlakno [5]. Mišićna izdržljivost je lokalna i specifična za pojedine mišiće.

Kardiorespiratorna izdržljivost predstavlja sposobnost cijelog tijela da održi produženu aktivnost i mnogi autori je smatraju za najvažniju komponentu fizičke sposobnosti [6]. Da bi se uspješno pratio uticaj treninga na kardiorespiratornu izdržljivost izabrani su parametri koji daju najbolje informacije o aerobnoj sposobnosti, a pri tome se mogu lako i jednostavno određivati.

Posmatrajući vrijednosti svih mjerenih parametara, utvrđeno je da su statistički značajno veće vrijednosti ostvarene u grupama sportista u odnosu na nesportiste. Dobro je poznato i naučno potvrđeno da redovna fizička aktivnost utiče na povećanje aerobne sposobnosti. Te razlike mogu da se kreću i do 30% u odnosu na fizički neaktivna (sedentarna) lica [6].

Plućna ventilacija je prva karika na putu dostavljanja kiseonika ćelijama. Veslanje spada u grupu sportova tipa izdržljivosti, gdje je veličina aerobnih procesa ključna za postizanje dobrih rezultata. Tako se objašnjavaju najveće vrijednosti koje su utvrđene kod veslača u ovom ispitivanju.

Dobre rezultate su ostvarili i fudbaleri. Fudbal, kao predstavnik sportskih igara, zahtijeva intermitentan rad sa preplitanjem aerobnih i anaerobnih aktivnosti. Od igrača se zahtijeva efikasan energetska sistem koji će mu omogućiti da odigra svih 90 minuta u punom tempu.

Podaci koje iznosi Živanić, vezano za fiziološki profil fudbalera, govore da je odnos aerobno/anaerobni rad 90% prema 10% [7]. Hoff i saradnici su pronašli značajno veće vrijednosti V_e (174 L/min) testirajući grupu fudbalera nacionalnog ranga Norveške u odnosu na ovdje prikazane rezultate (123 L/min) [8].

Nesportisti su ostvarili prosječno najslabije rezultate, statistički značajno manje nego grupa sportista ($p < 0,01$). Razlike u veličini maksimalne plućne ventilacije između sportista i nesportista objašnjavaju se jačom respiratornom muskulaturom, kao i efikasnijom mehanikom disanja, koje nastaju

kao rezultat adaptaconih promjena tokom trenažnog procesa. Pozitivne efekte fizičke aktivnosti na poboljšanje parametara respiratorne funkcije u populaciji srednjoškolaca dokumentovali su Szot i saradnici ispitujući 56 učenika koji se aktivno bave plivanjem sa 28 prosječno fizički aktivnih osoba [9]. Te razlike su potvrđene i u ovdje prikazanom ispitivanju. Zbog toga, vrijednosti plućne ventilacije pri maksimalnom opterećenju mogu biti dobar pokazatelj fizičke radne sposobnosti.

Analizirajući vrijednosti VO_{2max} vidi se da nema statistički značajne razlike između veslača i fudbalera što potvrđuje važnost aerobnih procesa u ovim sportovima. Nesportisti su i ovdje ostvarili prosječno najslabije rezultate, što je i očekivano. Pozitivne efekte sportskog treninga na aerobnu sposobnost potvrđuju i skorašnja istraživanja Ziemba i saradnika koji su ispitivali uticaj doziranog treninga na izdržljivosti [10]. Do sličnih zapažanja je došao i Diaz sa saradnicima koji su ispitivali uticaj sportskog treninga na aerobni kapacitet fudbalera [11].

Zaključci

Najbolje rezultate ostvarili su sportisti u sportovima tipa izdržljivosti, odnosno veslači. Dobre rezultate ostvarili su i fudbaleri. Tome su doprinijeli mješoviti karakter ovog sporta i važnost aerobnog kapaciteta za uspješno bavljenje fudbalom.

Uzevši u obzir morfološke i funkcionalne promjene koje su posljedica aerobnog trenažnog procesa, može se zaključiti da su vrijednosti svih parametara statistički značajno veće kod sportista, u odnosu na grupu koja se nije bavila sportom.

Literatura

1. Grujić N. Fiziologija sporta. Novi Sad: Futura, 2003.
2. Živanić S, Životić-Vanović M, Mijić R, Dragojević R. Aerobna sposobnost i njena procena Astrandovim testom opterećenja na bicikl-ergometru. Beograd: Udruženje za medicinu sporta Srbije, 1999.
3. Wilmore HJ, Costill LD. Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics, 1999.
4. Grujić N. Određivanje energetskog kapaciteta čoveka i njegove promjene pod uticajem hroničnog opterećenja [doktorska disertacija]. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, 1985.
5. Baechle TR, Earle RW. Essentials of training and Conditioning. Champaign: Human Kinetics, 2000.
6. 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.
7. Živanić S, Životić-Vanović M, Malićević S, Mijić R, Ostojić S, Bogdnović S. Morfo-funkcionalne karakteristike prvoligaških fudbalera u SCG. Prvi srpski kongres sportskih nauka i medicine sporta. 2-4. oktobar 2003, Beograd.
8. Hoff J, Wisloff U, Engen L C, Kemi O J. Soccer specific aerobic endurance training. Br J Sports Med. 2002; 36: 218-21.
9. Szot W, Lang-Mlynarska D, Wojtowicz B, Potocki A. Effect of physical training on growth and total cardiovascular and respiratory capacity in pupils from schools with different physical training programs. Przegl Lek. 2003; 60: 76-80.
10. Ziemba AW, Chwalbinska-Moneta J, Kaciuba-Uscilko H, Kruk B, Kryeminski K, Cybulski Nazar K. Early effects of short-term aerobic training. Physiological responses to graded exercise. J Sports Med Phys Fitness. 2003; 43: 57-63.
11. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT, Garcia MR, Guerrero JH, Rivera AE, Tovar JA, More MF. Changes of physical and functional characteristics in soccer players. Rev Invest Clin. 2003; 55: 528-34.

Summary. *The concept of aerobic capacity describes the volume of aerobic metabolic processes in the human organism, and it is the basis of physical, i.e. working ability of an athlete. Sports training improves functional capacities of the organism and raise the value of energetic capacity of an athlete, thus this makes an invaluable contribution to achieving top results in sports.*

The aim of the work was to examine the influence of sports training to physical ability by means of aerobic capacity parameters analysis in the way that it will be analyzed aerobic capacity parameters at the athletes in various sports disciplines and obtained values will be compared to the values measured at those persons who are not athletes.

The examination included 50 athletes (rowers and footballers) and 28 non-athletes. The aerobic capacity parameters (total work performed – A, maximal willing ventilation – V_e and maximal oxygen consumption – VO_{2max}) were measured in the course of determining VO_{2max} by direct method.

The group of athletes realized better results in all measure parameters in relation to the group of non-athletes. The highest values V_e were realized by the rowers (142 L/min) compared to the footballers (123 L/min), and non-athletes (82,7 L/min). The best VO_{2max} results were realized by the rowers (4,52 L/min - 55,8 mL/kg/min) compared to the footballers (4,2 L/min - 53,6 mL/kg/min) and non-athletes (3,28 L/min - 42,3 mL/kg/min). Rowing is the sport which requires a high aerobic potential as well as good lungs ventilation and VO_{2max} for achieving successful results.

Sports training significantly influences the aerobic capacity parameters, which is shown in the results presented in this work.

Key words: Sports training, Aerobic capacity

Nenad Ponorac, Amela Matavulj, Zvezdana Rajkovača, Peđa Kovačević,

Katedra za fiziologiju, Medicinski fakultet Banja Luka, Banja Luka

Nikola Grujić,

Zavod za fiziologiju, Medicinski fakultet Novi Sad, Novi Sad