

## ANAEROBNI KAPACITETI VRHUNSKIH BORACA

UDK 612.215:796.8

*Patrik Drid<sup>1</sup>, Tatjana Trivić<sup>1</sup>, Miodrag Drapšin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Novi Sad

<sup>2</sup>Medicinski fakultet, Novi Sad

**Izvod:** U istraživanju je učestvovalo 96 sportista iz tri borilačka sporta (34 džudista, 29 boksera i 33 rvača). Poređenjem rezultata testiranja kod sportista različitih sportskih specijalnosti, dobijene su značajne razlike u vrednostima nekih parametara između pojedinih sportova. Kod džudista, boksera i rvača izmerene su velike vrednosti ergometrijskog parametra "peak power" (815 W, 702 W, 770W), kao i relativne vrednosti ovog parametra (10.1 W/kg, 8.78 W/kg, 9.18 W/kg). Za razliku od nekih drugih autora gde se navode nešto više vrednosti za parametar "peak power" kod grupe rvača (10.2 W/kg) (Inbar i saradnici, 1996) u našem istraživanju nisu zabeležene maksimalne vrednosti ovog parametra.

**Ključne reči:** Džudo, boks, rvanje, Wingate test

### Uvod

Da bi bio ostvaren traženi sportski rezultat neophodan je naporan rad. Međutim, ni to nije dovoljno. Sistematizacija trenaznog procesa i mogućnost njegove kvantifikacije su neophodne da bi se prevazišli čisto empirijski okviri. Cilj treninga jeste postizanje biološke adaptacije organizma radi mogućnosti izvođenja specifičnog zadatka, sa višim stepenom opterećenja (Bar Or, 1984). Anaerobni kapacitet ispitivane osobe se može odrediti na više načina, biopsijom mišića, funkcionalnim testovima (u trajanju do jednog minuta), određivanjem kiseoničnog duga i kiseoničnog deficita, odnosno koncentracijom laktata u krvi (kao pokazateljem intenzivnosti metaboličkih procesa u organizmu). Funkcionalni motorički testovi, u kojima se od ispitanika traži da u kratkom vremenskom periodu ostvare maksimalan mišićni rad (trčanje uz stepenice ili na tredmilu, vožnja ergobicikla) za određivanje aerobnog i anaerobnog kapaciteta, spadaju u grupu testova koji daju velik broj korisnih informacija o funkcionalnim sposobnostima. Ovi testovi ne spadaju u direktne metode, njihova neinvazivnost i reproducibilnost čini ih pogodnim za praćenje parametara energetske kapaciteta (Margaria i sar., 1966; Lakomy, 1984; Bar-Or, 1987). Pre aplikovanja testa na ispitanika neophodno je odlučiti se za određenu vrstu testa, koja je specifična za metabolički profil sporta kojim se ispitanik bavi.

Visoka specijalizovanost sportskih disciplina nameće i visoko specijalizovan tip treninga, koji će favorizovati određenu metaboličku adaptaciju mišića. Najbolja ocena trenaznog rada je sportski rezultat, ali da bi se dobile smernice u toku priprema za takmičenje neophodno je izmeriti ostvareno. Primena funkcionalnih testova je jedan

od mogućih načina monitoringa. Pre aplikovanja testa na ispitanika neophodno je odlučiti se za određenu vrstu testa, specifičnu za metabolički profil sporta kojim se ispitanik bavi. Metabolički profil mišića je uslovljen procentualnim odnosom tipa vlakana (FT, ST), i ogleda se u favorizovanju aerobnog ili anaerobnog puta za dobijanje energije u toku mišićne kontrakcije.

Cilj našeg istraživanja je bio da utvrdimo parametre anaerobnog kapaciteta u različitim boričkim sportovima i utvrdimo postojanje eventualnih razlika između njih.

## Materijal i metod

### *Ergometrijska merenja*

Sva testiranja Wingate testom (WAnT) vršena su u Laboratoriji za funkcionalnu dijagnostiku, Zavoda za Fiziologiju Medicinskog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu. WAnT je biciklergometarski "all-out" test trajanja 30 s. Maksimalno opterećenje se postiže okretanjem točka sa ugrađenim lopaticama, prethodno baždarenog motorom poznate snage, protiv otpora strujanja vazduha (Dotan i Bar-Or, 1983). Testiranja su vršena na biciklergometru pod identičnim mikroklimatskim uslovima. Sva ispitivanja su sprovedena istim oglednim postupkom (Bernard i saradnici, 1997).

Registracija opterećenja je vršena direktno, putem računara u koji je postavljen modul za merenje broja okretaja točka biciklergometra. Softverska podrška je obezbeđena setom programa sa mogućnošću grafičkog zapisa opterećenja tokom 30 s, uz mogućnost memorisanja podataka. Navedenim metodom omogućeno je direktno praćenje testiranja, i brza analiza osnovnih pokazatelja anaerobnih sposobnosti (Peak Power, Peak Power/ telesna masa, i indeks zamora i prirast) (MacIntosh i saradnici, 2003). Pored navedenih mogućnosti, programska podrška je pružala podatke i o kvantitativnim vrednostima anaerobne energije u toku bilo kog vremenskog perioda od 1. do 30. sekunde maksimalnog rada, uz automatsku ocenu apsolutnih i relativnih vrednosti oba registrovana parametra, kao i zbirnu ocenu celokupnog anaerobnog energetskog kapaciteta.

Ispitanici su bili upoznati sa načinom izvođenja testa. Za vreme izvođenja samog testa, ispitanici su prisustvovali eksperimentalnom postupku osoba koje su testirane pre njih. Cilj ovakvog načina rada je bio uspostavljanje još bolje saradnje sa ispitanicima i smanjenje anksioznosti (Billaut i saradnici, 2003).

Pre početka testa svim ispitanicima je rečeno da se zagreju okrećući pedale biciklergometra. Samo zagrevanje je trajalo 10 minuta. Cilj zagrevanja je bio postizanje adaptacije fizioloških parametara organizma na viši nivo, koji je obezbeđivao maksimalan rezultat na samom testu (Bar-Or, 1987).

Test je počinjao zvučnim signalom iz računara koji je označavao i početak registracije opterećenja, nakon čega su ispitanici maksimalnom brzinom okretali pedale biciklergometra, u trajanju od 30 s (Reiser i saradnici, 2002). Visina sedišta je podešavana za svakog ispitanika pre početka izvođenja testa. Konvencionalna dužina ručice pedale na biciklergometru iznosi 16.5 cm. U mnogim pa i u našoj laboratoriji ova dužina upotrebljavana je za sve ispitanike nezavisno od njihove visine i dužine nogu. Kao obavezan deo opreme biciklergometra dodate su korpe za patiku (klipseri) (Capmal i Vandewalle, 1997).

## Uzorak ispitanika

U istraživanju je učestvovalo 96 sportista iz tri borilačka sporta (džudo, boks i rvanje). Iz Tabele 1 se može videti da su sportisti iz sva tri borilačka sporta istog prosečnog uzrasta kao i telesne mase i visine.

**Tabela 1.** Osnovni statistici vrhunskih boraca Vojvodine

Parametar	AS			S			Min			Max		
	J (n=34)	B (n=29)	R (n=33)	J	B	R	J	B	R	J	B	R
Telesna visina (cm)	182	182	179	4,11	6,05	5,17	171	173	168	188	194	189
Telesna masa (kg)	81,2	80,5	83,7	8,51	9,06	8,51	70,0	70,0	70,0	97,0	99,0	99,5
Starost (god)	20,0	21,4	20,4	2,19	2,70	2,75	16,0	17,0	16,0	25,0	26,0	26,0
Sportski staž (god)	8,22	8,68	9,77	3,39	3,09	5,26	4,00	1,00	2,00	14,0	13,0	23,0

J – džudo, B – boks, R – rvanje

## Metode obrade podataka

Rezultati merenja su grupisani prema vrsti sporta. Za svaku grupu izračunati su osnovni statistici.

## Rezultati

U Tabeli 2 su prikazani rezultati testiranja Wingate testom džudista, boksera i rvača. Džudisti su postigli najbolje rezultate ergometrijskog parametra "peak power" kao i njegove relativne vrednosti (Pik/TM). Džudisti su pokazali izuzetne rezultate ukoliko posmatramo parametar brzine postizanja „peak power” (prirast ili akceleracija), a ukoliko se taj parametar prati u odnosu na telesnu masu tada je uočena značajnija razlika između rvača i boksera u odnosu na džudiste, u korist džudista.

**Tabela 2.** Rezultati WAnT grupe džudista, boksera i rvača

	Pik	Pik/TM	Prirast	Prir./TM	Rad	Rad/TM	Zamor	Pad snage
Džudo	815±149	10,1±1,64	138±33,3	1,70±0,35	16995±2731	210±28,2	36,6±19,0	18,3±9,13
Boks	702±104	8,78±1,39	115±24,7	1,44±0,32	14872±2177	186±30,0	31,4±26,7	14,4±11,3
Rvanje	770±202	9,18±2,18	124±43,1	1,47±0,47	15631±3394	187±38,9	38,8±26,3	19,4±13,0

## Diskusija

Cilj našeg istraživanja je bio da se odredi fiziološki odgovor organizma grupa sportista različitih sportskih specijalnosti (džudo, boks, rvanje) na programiranu fizičku aktivnost, odnosno sportski trening. Jedna od osnovnih vrsta treninga koji se primenjuje kod svih navedenih sportova, u toku različitih pripremnih ciklusa, je i trening snage. U okviru različitih sportova ovaj trening se koristi za poboljšanje snage, brzine i eksplozivnosti, nakon koje se u trenažni program dodaju kompleksi vežbi specifični za dati sport, sa ciljem da se dalje pospeše željene biomotorne sposobnosti (Calvo i saradnici, 2002).

Trening snage pored pripreme sportista, značajan je i u medicinskoj rehabilitaciji, a zauzima i vodeće mesto u mnogim "fitness" programima rekreativaca. Postoji velik broj radova koji su istraživali uticaj treninga snage na adaptacione promene u mišićima. Među prvim promenama koje se mogu zabeležiti tokom izlaganja mišića opterećenju je povećanje mišićne snage. Kod netreniranih osoba ovo povećanje mišićne snage može da iznosi i do 30%, u toku prvih 4-6 nedelja rada (Moritani i De Vries, 1979). Nakon povećanja snage, posle prvih 5-6 nedelja, javljaju se vidljive promene u smislu mišićne hipertrofije, koja predstavlja adaptaciju organizma na ponovljeno izlaganje opterećenju uz povećanje volumena mišićnih vlakana (Drapšin i saradnici, 2003b). U mišićnim vlaknima dolazi do sinteze novih kontraktilnih elemenata, povećanja broja mitohondrija, količine visoko energetskih fosfata i glikogena (Welsman i saradnici, 1997). Uz to povećava se broj sarkomera, pri čemu dominiraju procesi proteosinteze. Vidljive promene u smislu hipertrofije najranije se primećuju nakon oko 6 nedelja (Moritani i DeVries, 1979). Uz povećanje volumena mišićnih vlakana odvija se i pojačana kapilarizacija u mišićima, ali se ukupna količina u odnosu na površinu poprečnog preseka ne menja. Danas se kao direktan uzrok ovoj pojavi ne navodi ni jedan konkretan činilac, ali više autora naglašava da je povećanje mišićne mase praćeno i pojavom angiogeneze. Nasuprot ovim nalazima neki autori naglašavaju da angiogeneza ne prati mišićnu hipertrofiju, nego u toku rada dolazi do otvaranja već postojećih kapilara (Kraemer i Patton, 1995).

Strukturne promene prate metaboličke promene kao posledice treninga. Neki istraživači naglašavaju da se promene u smislu mišićne hipertrofije, nastale kao posledica treninga snage, ne ispoljavaju u jednakoj meri na ceo mišić. Značajnije promene se odvijaju na račun tipa II vlakana (Greer i saradnici, 1998), za koje je karakteristično da većim delom koriste anaerobne izvore energije za mišićnu kontrakciju. Postoji pozitivna korelacija između broja mišićnih vlakana tipa II, i aktivnosti glikolitičkih enzima. Ova povezanost je znatno veća u grupi ranije treniranih osoba (sportista). Kodne sportista nije nađena ovakva korelacija. U radovima nekih istraživača pokazano je da postoji pozitivna korelacija između površine poprečnog preseka mišića natkolenice i anaerobnog radnog kapaciteta, merenog WAnT. Time se ukazuje na značaj hipertrofije za povećanje anaerobnog radnog kapaciteta (Miura i saradnici, 2002). Na osnovu iznetih podataka možemo zaključiti da trening snage stimuliše trenirane grupe mišića, u pravcu povećanja anaerobnog kapaciteta.

Za određivanje anaerobnih sposobnosti ispitanika koristio se Wingate anaerobni test. WAnT spada u grupu testova kojima se pouzdano određuju parametri anaerobnog kapaciteta (Bar-Or, 1987; Bulbulian i saradnici, 1996). Prema standardnom protokolu on se izvodi u trajanju od 30 s. Sva testiranja su vršena u Laboratoriji za funkcionalnu dijagnostiku, Zavoda za fiziologiju Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu (Karaba i saradnici, 2007).

Energija potrebna za mišićni rad ostvaren u toku WAnT dobija se najvećim delom iz anaerobnih izvora, putem glikolize. Ranije se smatralo da je udeo energije iz aerobnih izvora veći (oko 30%), ali neki od novije objavljenih radova ukazuju da se svega 18% energije u toku WAnT dobija na ovaj način. Alaktična komponenta anaerobnih izvora, koju čine visoko energetski fosfati, učestvuje sa 31% (Bogdanis i saradnici, 1996), dok laktični deo anaerobnih izvora daje 50% energije potrebne za izvođenje ovog testa (Beneke i saradnici, 2002).

Poređenjem rezultata testiranja kod sportista različitih sportskih specijalnosti dobijene su značajne razlike u vrednostima nekih parametara između pojedinih borilačkih sportova. Tako su kod džudista, boksera i rvača izmerene vrednosti ergometrijskog parametra "peak power" (815 W, 702 W, 770 W), kao i relativne vrednosti ovog parametra (10.1 W/kg, 8.78 W/kg, 9.18 W/kg). Džudo sa novim trendom u pravilima i načinu vođenja borbe ima predominantne anaerobne karakteristike. Trening i samu borbu karakterišu kratkotrajne, eksplozivne aktivnosti, sa značajnom anaerobnom produkcijom energije, što se odražava na metaboličku kontrolu na celularnom nivou i podiže je na viši nivo u toku dugogodišnjeg treninga. Kvantifikaciju ovih adaptacija omogućava nam Wingate parametar "peak power" koji se upravo i odnosi na razgradnju visokoenergetskih fosfata. On pokazuje statistički značajnu razliku u odnosu na boksera i rvače ( $p < 0.05$ ) (Drapšin, 2003a).

Vrednost "zamora" ili indeks zamora (Z) predstavlja izvedenu vrednost, izražava se u procentima i izračunava se po formuli:

$$Z = (A - B / A) * 100$$

gde je A maksimalna postignuta vrednost parametra "peak power", a B vrednost "peak power" na kraju testa. Zamor predstavlja procenat pada snage u toku WanT i sam za sebe ne govori mnogo o anaerobnom kapacitetu ispitanika, ali posmatran u svetlu drugih parametara dobijenih u toku WanT može da ukazuje na nivo fizičke spremnosti. Tako na primer visoka vrednost Z, uz visoku vrednost "peak power", govori da je došlo do velikog pada snage u toku izvođenja testa, što može da ukazuje na nisku anaerobnu radnu sposobnost ispitanika. Vrednosti Z u rasponu 30-50%, uz adekvatne vrednosti "peak power", ukazuju na postojanje zadovoljavajućeg anaerobnog kapaciteta ispitanika (Grujić i saradnici, 2002).

Posmatrajući parametar brzine postizanja "peak power" (prirast ili akceleracija), uočavamo statistički značajnu razliku između grupe džudista (143 W/s, 115 W/s, 124 W/s). Objašnjenje leži u pretpostavci da parametar akceleracije daje novu dimenziju metaboličkom putu razgradnje kreatin-fosfata. Upravo u džuduo je pored snage značajna i brzina postizanja te snage, tj. eksplozivnost, jer protivnika treba naglo savladati tehnikom koja se izvodi u kratkom vremenskom periodu.

Kako je WanT validan anaerobni test, najveće vrednosti svih pokazatelja trebalo bi očekivati kod sportista uključenih u anaerobne aktivnosti. Iako su neki autori koristili dobijene vrednosti u sklopu opisa ukupnog fiziološkog profila kod različitih sportskih disciplina (Bar-Or, 1984; Inbar 1996; Calbert i saradnici, 2003) relativno je teško porediti njihove rezultate jer su dobijeni različitim protokolima testiranja, nekompatibilnom sportskom specijalnošću i različitom starošću i sportskim stažom.

Ipak sprovedene su i neke studije u kojima su poređeni različiti sportovi. Skinner i O'Connor (1987) su zabeležili značajno veće razlike u vrednostima "peak power" kod sportista uključenih u tipično „anaerobne“ sportove ( dizači tegova) u odnosu na one kod prevashodno „aerobnih sportova“ (maratonci). Vrednosti za gimnastičare i rvače bile su između ova dva ekstrema. Kod maratonaca su zabeležene niže vrednosti indeksa zamora (26-33%) nego u ostale tri grupe (43-46%). Drugim rečima „anerobni sportisti“ su imali veće inicijane vrednosti ali su se zamarali znatno brže od „aerobnih“ gde je situacija obrnuta (MacIntosh i saradnici, 2003).

Inbar je našao najveće vrednosti "peak power" kod veslača, a najniže kod maratonaca. Sličnu studiju sprovedli su Di Pampero i saradnici na vrhunskim sporti-

stima različitih sportskih specijalnosti koristeći Margaria step running test. Različite vrednosti mehaničke snage dobijene tokom Margaria testa u odnosu na Wingate test mogu se objasniti kraćim trajanjem i eksplozivnijoj prirodi ovog testa. Inbar je (1996) našao povezanost indeksa zamora i "peak power" ostvarene tokom prvih sekundi testa. U drugim studijama je potvrđena ova povezanost (Esbjörnsson-Liljedahl i saradnici, 1999): zabeležen je pozitivni koeficijent korelacije između indeksa zamora i procenta FT mišićnih vlakana.

## Literatura

- Bar-Or, O. (1984). The growth and development of children's physiological and perceptual responses to exercise. In: Ilmarinen J, Valimaki I. Children and Sport Pediatric Work Physiology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 3-17.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test. Sports Medicine, 4, 381-394.
- Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithäuser, R.M., Hutler, M. (2002). How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? European Journal of Applied Physiology, 87 (4,5), 388-392.
- Beneke, R., Hütler, M., Jung, M., Leithäuser, R.M. (2005). Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents, and adults. Journal of Applied Physiology, 99, 499-504.
- Bernard, T., Giacomoni, M., Gavarry, O., Seymat, M., Falgairette, G. (1997). Time-of-day effects in maximal anaerobic leg exercise. European Journal of Applied Physiology, 77 (1/2), 1333-1338.
- Billaut, F., Giacomoni, M., Falgairette, G. (2003). Maximal intermittent cycling exercise: effects of recovery duration and gender. Journal of Applied Physiology, 95, 1632-1637.
- Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., Boobis, L.H., Lakomy, H.K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. Journal of Applied Physiology, 80, 876-884.
- Bompa, T.O. (1999). Strength and power development. In: Periodization: Theory and Methodology of Training, 4th edition. Champaign: Human Kinetics.
- Bulbulian, R., Jeong, J.-W., Murphy, M. (1996). Comparison of anaerobic components of the Wingate and Critical Power tests in males and females. Medicine & Science in Sports & Exercise, 28, 1336-1341.
- Burgomaster, K.A., Hughes, S.C., Heigenhauser, G.J.F., Bradwell, S.N., Gibala, M.J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. Journal of Applied Physiology, 98, 1985-1990.
- Calbet, J.A.L., De Paz, J.A., Garatachea, N., Cabeza de Vaca, S., Chavarren, J. (2003). Anaerobic energy provision does not limit Wingate exercise performance in endurance-trained cyclists. Journal of Applied Physiology, 94, 668-676.
- Calvo, M., Rodas, G., Vallejo, M., Estruch, A., Arcas, A. (2002). Heritability of explosive power and anaerobic capacity in humans; European Journal of Applied Physiology, 86 (3), 218-225.
- Capmal, S., Vandewalle, H. (1997). Torque-velocity relationship during cycle ergometer sprints with or without toe clips. European Journal of Applied Physiology, 76 (4), 375- 379.
- Dotan, R., Bar-Or, O. (1983). Load optimization for Wingate anaerobic test. European Journal of Applied Physiology, 51, 409-417.
- Drapšin, M. (2003a). Fiziološki odgovor organizma sportista i nesportista na programiranu fizičku aktivnost. Magistarska teza. Novi Sad: Medicinski fakultet.
- Drapšin, M., Barak, O., Grujić, N., Lažetić, B. (2003b). Praćenje nekih antropometrijskih i ergometrijskih parametara u toku 8. nedeljnog treninga snage. Primena anatomskih istraživanja u kliničkoj praksi, Sekcija za kliničku i primenjenu anatomiju, 190-196. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu.

- Esbjörnsson-Liljedahl, M., Bodin, K., Jansson, E. (2002). Smaller muscle ATP reduction in women than in men by repeated bouts of sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1075-1083.
- Esbjörnsson-Liljedahl, M., Johan Sundberg, C., Norman, B., Jansson, E. (1999). Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 87, 1326-1332.
- Greer, F., McLean, C., Graham, T.E. (1998). Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of Applied Physiology*, 85, 1502-1508.
- Grujić, N., Karaba, D., Lukač, D., Barak, O., Drapšin, M. (2002). Athletic training and functional diagnostics. *Acta Biologicae et Medicinae Experimentalis*, 27 (1), 22-24.
- Karaba Jakovljević, D., Popadić – Gačeša, J., Barak, O., Drapšin M. (2007). Motivacija i motorički testovi u sportu. *Medicinski pregled LX* ,5-6, 231-236.
- Kraemer, W.J., Patton, J.F. (1995). Compatibility of high – intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Applied Physiology*, 78, 976- 989.
- Inbar, O., O. Bar-Or, Skinner, J.S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lakomy, H. (1984) An ergometer for measuring the power generated during sprinting. *Journal of Physiology*, 11, 33.
- MacIntosh, B.R., Rishaug, P., Svedahl, K. (2003). Assessment of peak power and short-term work capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 88 (6), 572-579.
- Margaria, R., Aghemo, P., Rovelli, E. (1966) Measurement of muscular power (anaerobic) in Man. *Journal of Applied Physiology*, 21, 1661-1664.
- Miura, A., Endo, M., Sato, H., Barstow, T.J., Fukuba, Y. (2002). Relationship between the curvature constant parameter of the power-duration curve and muscle cross-sectional area of the thigh for cycle ergometry in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 3, 238-244.
- Moritani, T., DeVries, H.A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58, 115 – 130.
- Obert, P., Bedu, M., Fellmann, N., Falgairette, G., Beaune, B., Quintela, A. (1993). Effect of chronic hypoxia and socioeconomic status on VO<sub>2</sub>max and anaerobic power of Bolivian boys. *Journal of Applied Physiology*, 74, 888-896.
- Reiser, R.F., Maines, J.M., Eisenmann, J.C., Wilkinson, J.G. (2002). Standing and seated Wingate protocols in human cycling. Comparison of standard parameters. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 1-2, 152-157.
- Skinner, J.S., O'Connor, J. (1987). Wingate test: Cross – sectional and longitudinal analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 19, S73.
- Welsman, J.R., Armstrong, N., Kirby, B.J., Parsons, G., Sharpe, P., Winsley, R.J. (1997). Exercise performance and magnetic resonance imaging-determined thigh muscle volume in children. *European Journal of Applied Physiology*, 76(1), 92-7.

## ANAEROBIC CAPACITY OF ELITE MARTIAL ARTS FIGHTERS

### Summary

96 elite fighters practising three martial arts (34 judokas, 29 boxers and 33 wrestlers) took part in this study. The analyses revealed significant between-group differences in certain indices of anaerobic performance. Both judokas, boxers and wrestlers recorded high values for 'peak power' (815 W, 702 W and 770 W, respectively), as well as 'relative power' (10.1 W/kg, 8.78 W/kg and 9.18 W/kg). Unlike some other reports of

a slightly higher 'peak power' (10.2 W/kg; Inbar et al., 1996), they were not as high in our investigation.

**Key words:** judo, box, wrestling, Wingate test