

# SKIRTINGO MEISTRISKUMO AEROBININKIŲ ANAEROBINIS PAJĖGUMAS MINANT VELOERGOMETRĄ

Arvydas Stasiulis, Kristina Zaičėnkoviėnė, Roma Aleksandraviėienė  
*Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva*

**Arvydas Stasiulis.** Profesorius biomedicinos mokslų daktaras. Lietuvos kūno kultūros akademijos Prorektorius mokslo reikalams. Mokslinių tyrimų kryptis — aerobinio pajėgumo greitoji ir lėtoji adaptacija dėl treniruotės, laboratorinių krūvių poveikio.

## SANTRAUKA

*Sportinė aerobika yra viena iš naujausių gimnastikos sporto šakų, kurią kultivuodami sportininkai pagal muziką turi atlikti didelio intensyvumo pagrindinius aerobikos judesius ir jungti juos su jėgos, šuolių, lankstumo, pusiausvyros pratimais. Kaip ir kitos gimnastikos rūšys, sportinė aerobika reikalauja aerobinės ir anaerobinės ištvermės, šoklumo, lankstumo, jėgos ir puikios koordinacijos. Visos šios fizinės ypatybės turi būti rodomos varžybinio pratimo metu (vidutinė trukmė — 2 min), atliekant koordinaciškai sudėtingus judesius bei įvairaus sudėtingumo elementus dideliu intensyvumu be poilsio intervalų (Sports Aerobics Code of Points, 2002). Fiziologinius pokyčius specifinio fizinio krūvio (varžybinės veiklos) metu tyrė ispanų mokslininkai (Rodriguez et al., 1998). R. Aleksandraviėienė (2005) ištyrė skirtingo meistriškumo aerobininkų aerobinį pajėgumą ir energijos sąnaudas varžybinės veiklos metu.*

*Tyrimo tikslas — nustatyti skirtingo meistriškumo aerobininkų anaerobinį pajėgumą minant veloergometrą. Buvo tiriama 18 aerobikos sportininkų. Išanalizavus varžybinių pratimų sudėtingumą ir varžybų rezultatus, jos buvo suskirstytos į didesnio ir mažesnio sportinio meistriškumo grupes. Visos tiriamosios atliko 30 sekundžių maksimalų Vingeito testą „Monark“ veloergometru. Testo ir atsigavimo po jo metu buvo registruojamas širdies susitraukimų dažnis naudojant „Polar“ pulso matuoklį S-810 (Suomija). Kapiliarinio kraujo mėginiai buvo imami atsigavimo metu po Vingeito testo praėjus 5 ir 20 minučių kraujo laktato (La) koncentracijai nustatyti.*

*ŠSD įsidirbimo greitis Vingeito testo metu buvo geresnis didesnio meistriškumo grupėje, nors rodiklių skirtumas tarp grupių nebuvo statistiškai reikšmingas. ŠSD atsigavimo greičio rodikliai po Vingeito testo panašūs abiejose grupėse ( $p > 0,05$ ). Maksimali laktato koncentracija kraujyje ir laktato sumažėjimo greitis po Vingeito testo taip pat buvo panašūs. Didesnę maksimalią galią Vingeito testo pradžioje pasiekė mažesnio meistriškumo aerobininkės (atitinkamai 7,76 (0,62) ir 7,579 (0,9) W/kg mažesnio ir didesnio meistriškumo grupėse), o galios sumažėjimas buvo didesnis mažesnio meistriškumo grupėje, nors skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas. Abiejų grupių sportininkų didžiausio mynimo dažnumo rodikliai buvo panašūs.*

*Rezultatai rodo, kad skirtingo meistriškumo aerobininkų ŠSD kaita Vingeito testo metu nesiskiria. Pastebima mažesnio anaerobinio galingumo, bet didesnės anaerobinės ištvermės (atliekant 30 s Vingeito testą) tendencija didelio meistriškumo aerobininkų grupėje. Nustatytas didelis individualių anaerobinio pajėgumo rodiklių skirtumas tarp visų tiriamųjų grupių.*

**Raktažodžiai:** sportinė aerobika, anaerobinis pajėgumas, Vingeito testas, širdies susitraukimų dažnis.

## IVADAS

Sportinei aerobikai būdinga intensyvi varžybinė veikla, trunkanti nepilnas 2 minutes. Toks darbas apkrauna daugelį kūno raumenų, lavina aerobinį ir anaerobinį organizmo pajėgumą. Sportinės aerobikos varžybų ir pratybų metu pastebimi beveik maksimalūs vegetacinių sistemų rodiklių pokyčiai, apkraunamos tiek aerobinės, tiek ir anaerobinės raumenų ATP sintezės sistemos (Rodriguez et al., 1998; Aleksandraviėienė, 2005). Nustatyta, kad aerobininkės yra vidutinio aerobinio pajėgumo, vertinant sunkinamo laipiojimo krūvio

ar bėgtakio testo duomenis (Aleksandraviėienė, 2005; Aleksandraviėienė, Stasiulis, 2005).

Vienas iš populiariausių ir prieinamiausių testų anaerobiniam pajėgumui nustatyti — 30 sekundžių maksimalus Vingeito testas veloergometru (Inbar et al., 1996). Tarp daugybės įvairių šakų sportininkų tyrimų neaptikome darbų, analizuojančių aerobikos sportininkų anaerobinį pajėgumą taikant šį testą.

**Tyrimo tikslas** — nustatyti skirtingo meistriškumo aerobininkų anaerobinį pajėgumą minant veloergometrą.

## TYRIMO METODAI

**Tiriamosios.** Buvo tiriama 18 skirtingo meistriškumo aerobikos sportininkų, kurios pagal varžybinių pratimų sudėtingumą ir varžybų rezultatus suskirstytos į dvi grupes: didesnio (D) ir mažesnio (M) meistriškumo. Tiriamųjų antropometriniai duomenys ir amžius pateikti 1 lentelėje.

**Vingeito testas.** Testavimo dieną tiriamosios nesportavo, o išvakarėse galėjo atlikti tik nesunkų fizinį krūvį. Tiriamųjų anaerobinį pajėgumą nustatėme Vingeito testu (Bar-Or, 1987). Buvo testuojama *Monark 834 E* veloergometru, leidžiančiu matuoti darbo galią ir mynimo dažnumą viso testo metu (5 s intervalais). Tiriamosios, sėdėdamos ant veloergometro, maksimaliomis pastangomis jį mynė 30 sekundžių. Viso testo metu jos buvo skatinamos palaikyti kuo didesnę mynimo dažnumą. Buvo parinktas individualus mechaninis veloergometro pasipriešinimas kiekvienai tiriamajai ir sudarė 7,5% jos kūno masės. Prieš tai buvo atliekama 5 minučių pramankšta, kurios metu tiriamosios mynė veloergometrą tolygiai 50–75 W galingumu ir atliko keletą labai trumpų greitėjimų. Tarp pramankštos ir 30 sekundžių testo maksimaliu pajėgumu tiriamosios vieną minutę išsėjosi. Baigus testą specialią kompiuterio programą pateikė duomenų išsklotinę ir galios mažėjimo kreivę anaerobinio krūvio metu.

**Laktato koncentracija** kraujyje buvo nustatoma naudojant analizatorių „Eksan-G“. Modifikuotas analizatorius (jame įtaisyta membrana su fermentu laktato oksidaze) gali nustatyti 0,8–25 mmol / l laktato koncentraciją (Kulis et al., 1988). Kapiliarinio kraujo mėginiai buvo imami iš piršto praėjus 5 ir 20 minučių po Vingeito testo.

**ŠSD kaitos analizė.** Per visą testavimo laiką ŠSD registruoti buvo naudojamas pulso matuoklis su atmintimi (*Polar Accurex-Plus*), kuris kas 5 sekundes fiksuodavo ŠSD reikšmes. ŠSD kaitos greitis Vingeito testo metu ir per pirmą minutę po

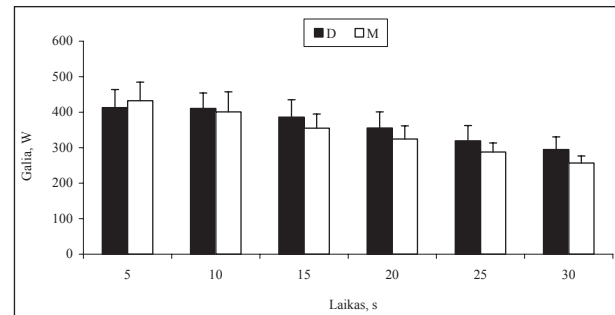
jo buvo apskaičiuojamas ŠSD pokytį (tvinksniais) dalijant iš laiko (s).

**Matematinė statistika.** Buvo apskaičiuojami rodiklių aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Aritmetiniai vidurkiai palyginti naudojant neparametrinį Kolmogorovo—Smirnovą testą, taikytą nepriklausomoms imtims. Statistinių hipotezių reikšmingumui patikrinti buvo pasirinktas patikimumo lygmuo  $p < 0,05$ . Visi apskaičiavimai atlikti naudojant programinį paketą „Statistica for Windows“.

## REZULTATAI

Palyginę ŠSD įsidirbimo greitį Vingeito testo metu matome, kad pirmos grupės rodikliai yra didesni, negu antros, nors skirtumas tarp grupių rodiklių nėra statistiškai reikšmingas (2 lent.). ŠSD atsigavimo greičių po Vingeito testo rodikliai panašūs abiejose grupėse ( $p > 0,05$ ). Maksimali laktato koncentracija kraujyje po Vingeito testo taip pat buvo panaši tarp abiejų grupių tiriamųjų. Laktato sumažėjimo greitis po Vingeito testo buvo didesnis mažesnio meistriškumo grupėje, bet skirtumas statistiškai nereikšmingas.

Iš galios kitimo 30 sekundžių maksimalaus intensyvumo krūvio metu matyti (žr. pav.), kad per pirmas 5 sekundes didesnę galią pasiekė mažesnio meistriškumo grupės sportininkės. Priešingai, didesnio meistriškumo grupėje galios sumažėjimas buvo



Pav. Didelio (D) ir mažo (M) meistriškumo aerobininkų galios kitimas Vingeito testo metu

Tiriamųjų skaičius	Amžius, m.	Ūgis, cm	Svoris, kg
18	20,9 (4,6)	165,0 (5,1)	55,5 (4,6)

1 lentelė. Tiriamųjų amžius ir antropometriniai duomenys (aritmetinis vidurkis ir standartiniai nuokrypiai)

Rodikliai	Didelio meistriškumo (n = 9)	Mažo meistriškumo (n = 9)
La <sub>max</sub> , mmol / l	6,49 (0,85) 13,1	6,78 (0,91) 13,4
La atsigavimo greitis, mmol / l / min	0,0377 (0,0169) 44,8	0,0393 (0,0218) 55,4
ŠSD įsidirbimo greitis, tv. / s	2,86 (1,46) 51,0	1,93 (0,43) 22,3
ŠSD atsigavimo greitis, tv. / s	0,43 (0,19) 44,2	0,44 (0,16) 36,4
Didžiausia galia, W / kg	7,579 (0,9) 11,8	7,76 (0,62) 8,0
Galios sumažėjimas, W / s	3,93 (1,94) 49,4	5,32 (1,91) 35,9
Didžiausias mynimo dažnis, k. / min	145,5 (19,7) 13,5	142,6 (12,2) 8,6

2 lentelė. Skirtingo meistriškumo aerobininkų ŠSD, laktato koncentracijos ir darbo galios rodikliai (vidurkiai, standartiniai nuokrypiai) ir variacijos koeficientai) Vingeito testo ir atsigavimo po jo metu

**Pastaba.** La<sub>max</sub> — kraujo laktato koncentracija praėjus 5 minutėms po testo; La atsigavimo greitis — kraujo laktato koncentracijos sumažėjimo greitis 5–20 atsigavimo minutę.

mažesnis, negu mažesnio meistriskumo grupėje. Abiem atvejais skirtumas taip pat nepasiekė statistškai reikšmingo lygmens. Abiejų grupių didžiausio mynimo dažnumo rodikliai panašūs (2 lent.).

Pažymėtina, kad ŠSD kaitos, maksimalios laktato koncentracijos ir galios kitimo Vingeito testo metu rodiklių sklaida didelė. Minėtų rodiklių variacijos koeficientai siekia net 50% (2 lent.).

## REZULTATŲ APTARIMAS

Šiuo tyrimu nustatėme, kad nepaisant ryškaus individualių rodiklių skirtumo didesnio meistriskumo aerobininkų ŠSD kaita greitesnė darbo metu ir šiek tiek mažesni anaerobinio galingumo, bet geresni anaerobinės ištvermės rodikliai.

Vingeito testo duomenys rodo, kad didesnio meistriskumo aerobininkės yra mažesnio anaerobinio pajėgumo, bet atsparesnės nuovargiui maksimalaus intensyvumo veloergometriniu krūvio metu. Tai iš dalies gali priklausyti nuo geresnio aerobinio šios grupės sportininkų pajėgumo, kadangi apie 50% energijos tokio testo metu vis dėlto gaunama aerobiniu būdu (Inbar et al., 1996). Tai, kad anaerobinių procesų indėlis maksimalaus testo metu buvo panašus mūsų tirtose grupėse, rodo ir beveik viena laktato koncentracija 5 minutes po testo, panašus laktato sumažėjimo greitis atsigavimo laikotarpiu. Tyrimo metu nustatytos aerobininkų maksimalios galios reikšmės (7,56—7,76 W / kg) yra didesnės už literatūroje pateikiamas nesportuojančių jaunu merginų tas pačias reikšmes — 5,8 W / kg (Simoneau et al., 1983), bet mažesnės už greitojo čiuožimo sportininkų — 8,6 W / kg (Serresse, Simoneau et al., 1989) ar orientacininkų moterų —  $8,1 \pm 1,5$  W / kg (Mockus ir kt., 2000). Šių autorių tyrimo duomenimis, maksimali laktato koncentracija moterų grupėje buvo  $6,3 \pm 1,4$  mmol / l, t. y. labai panaši kaip ir mūsų tirtų aerobininkų. Neseniai publikuoto tyrimo duomenimis, didelio meistriskumo gimnastų maksimali galia Vingeito testo metu siekia net 10—12 W / kg (Lange et al., 2005). Taigi mūsų tirtų aerobininkų anaerobinį pajėgumą galima vertinti kaip vidutinį, kuris nedaug atsilieka nuo ištvermės šakų sportininkų.

Svarbiu aerobinio pajėgumo ir širdies bei kraujagyslių sistemos adaptacijos galimybių rodikliu laikoma ir ŠSD kaita darbo bei atsigavimo metu (Jones, Carter, 2000). Tiesa, jo ryšys su ištvermės sportininkų varžybiniais rezultatais dar ne visiškai aiškus. Yra duomenų, kad geresnį aerobinį pajėgumą turinčių asmenų ŠSD kaita darbo ir atsigavimo metu yra greitesnė (Imai et al., 1994). Tyrimai parodė, kad ŠSD po darbo greičiau sumažėja tų asmenų, kurių aerobinis darbingumas geresnis (Goldberg, Shephard, 1980). Ištyrus skirtingo fizinio parengtumo asmenis nustatyta, kad įsidirbimo pradžioje (ŠSD padidėja 20%) skirtumo tarp įvairaus trenirotumo grupių rodiklių nėra, bet ŠSD padidėjus 40, 60, 80 ir 100%, treniruotų asmenų organizmas adaptuojasi greičiau (Taylor et al., 1999). Manoma, kad tai susiję su didesniu parasimpatinės nervų sistemos poveikiu sportininkų širdies veiklai (Pierpoint et al., 2000). Šio tyrimo metu nepastebėta ryškaus ŠSD kaitos skirtumo tarp skirtingo meistriskumo aerobininkų, nors matyti, kad didesnio meistriskumo grupėje buvo greitesnė ŠSD kaita 30 sekundžių Vingeito testo metu.

Galima manyti, kad varžybinį sportinės aerobikos rezultatą lemia daugybė veiksnių, tarp kurių aerobinis ir anaerobinis pajėgumas turi tik vidutinę reikšmę. Mūsų tyrimai gal tik parodo didesnę ištvermės svarbą aerobininkų meistriskumui, nors tai gali būti susiję ir su nevienodu skirtingo meistriskumo aerobininkų treniruotės krūviu.

## IŠVADOS

1. Skirtingo meistriskumo aerobininkų anaerobinio pajėgumo rodikliai, ŠSD ir laktato kaita Vingeito testo ir atsigavimo po jo metu statistškai reikšmingai nesiskiria. Pastebima tendencija, kad didesnio meistriskumo aerobininkės yra mažesnio anaerobinio pajėgumo, bet didesni jų anaerobinės ištvermės rodikliai.
2. Nepriklausomai nuo aerobininkų meistriskumo pastebėtas didelis individualių anaerobinio pajėgumo, ypač anaerobinės ištvermės ir ŠSD kaitos, rodiklių skirtumas.

## LITERATŪRA

- Aleksandravičienė, R. (2005). *Skirtingo amžiaus ir trenirotumo moterų fiziologiniai pokyčiai ir energetika aerobikos pratimų metu: daktaro disertacija*. Kaunas: LKKA.
- Aleksandravičienė, R., Stasiulis, A. (2005). Physiological responses during competitive sports aerobic exercise. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 3 (57), 4—8.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate Anaerobic Test — an update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, 4, 381—394.
- Goldberg, D., Shephard, R. (1980). Stroke volume during recovery from upright bicycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 5, 33—37.
- Imai, K., Sato, H., Hori, M., Kusuoka, H., Ozaki, H. et al. (1994). Vagally mediated heart rate recovery after exer-

cise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 24, 1529—1535.

Inbar, O., Bar-Or, O., Skinner, J. (1996). *The Wingate anaerobic test*. Human Kinetics.

Jones, A. M., Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29 (6), 373—386.

Kulis, Y. Y., Laurinavichyus, V. S. A., Firantas, S. G. A. & Kurtinaitienė, B. S. (1988). Determination of lactic acid with an Exan-G analyser. *Journal of Analytical Chemistry of the USSR*, 43 (7), 1521—1523.

Lange, B., Halkin, A., Bury, T. (2005). Physiological requirements of high level gymnastics. *Revue Medicale de Liege*, 939—945.

Mockus, P., Stasiulis, A., Alekrinskis, A. (2000). Didelio meistriškumo Lietuvos orientacininkų anaerobinis pajėgumas. *Sporto mokslas*, 1 (19), 53—55.

Pierpoint, G., Stolpman, D., Gornick, C. (2000). Heart rate

recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 80, 16—174.

Rodriguez, F., Iglesias, X., Marina, M., Fado, C. (1998). Physiological demands of elite competitive aerobics. *Journal of Sports Science*, 16, 510—511.

Serrese, O., Ama, P., Simoneau, J. (1989). Anaerobic performances of sedentary and trained subjects. *Canadian Journal of Sport Science*, 14 (1), 46—52.

Simoneau, J., Lortie, G., Baulay, M., Bauchard, C. (1983). Tests of anaerobic alctatacid and lactacid capacities, description and reliability. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 2, 266—270.

*Sports Aerobics Code of Points 2001—2004*. (2002). Updated 26<sup>th</sup> July 2002. Federation Internationale de Gymnastique.

Taylor, A., Osborne, M., Bube, L., Stocks, M. (1999). Cardiorespiratory dynamics: sensitivity of the on — transition to endurance — training status. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 505—507.

## ANAEROBIC PERFORMANCE DURING CYCLING ERGOMETRY IN WOMEN'S SPORTS AEROBICS ATHLETES WITH DIFFERENT LEVEL OF TRAINING

Arvydas Stasiulis, Kristina Zaičėnkoviėnė, Roma Aleksandravičienė  
Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania

### ABSTRACT

Aerobic gymnastics is one of the newest branches in gymnastics sport, when athletes must perform continuous complex and high intensity movement patterns to music, which originate from traditional aerobic steps and strength, flexibility and balance exercises. Aerobic gymnastics is characterized as an intensive physical exercise in which a number of muscle groups are actively engaged as well as both aerobic and anaerobic capacity of the body is developed. In competitive activities (lasting 2 min on average) physical properties, such as strength, flexibility, coordination must be demonstrated without rest intervals (Sports Aerobics Code of Points, 2002).

Physiological responses during a competitive exercise in aerobic gymnastics were determined by Spanish scientists (Rodriguez et al., 1998), aerobic capacity and energy expenditure of aerobic gymnastics athletes of different level of training during competitive exercise were studied by R. Aleksandravičienė (2005).

The aim of this study was to determine the anaerobic performance during cycling ergometry in differently trained sports aerobics women athletes.

A group of Lithuanian aerobic competitors (n = 15) with different level of training were engaged as the subjects in this experiment. Their anaerobic performance was assessed by using 30 s Wingate anaerobic test. The heart rate (HR) dynamics during Wingate test and during recovery was evaluated as well. In addition, capillary blood samples were taken at 5th and 20th min of recovery after Wingate test for evaluation of blood lactate concentration.

HR dynamics during Wingate test was faster in HT group, but difference was not significant ( $p > 0.05$ ). HR dynamics during recovery was similar in both groups. The blood lactate concentration after Wingate test did not differ between groups. The rate of lactate decrease during recovery was higher in MT group. The maximal power during Wingate test was higher in MT group (7.76 (0.62) and 7.579 (0.9) W / kg in MT and WT groups, respectively), but the rate of fatigue was lower in WT group ( $p > 0.05$ ). The maximal pedalling frequency was similar in both groups.

The results of this study showed that better trained athletes' group demonstrated the tendency of faster HR kinetics during maximal Wingate test. The well trained sports aerobics' athletes also demonstrated the tendency of lower initial power but better fatigue resistance during 30 s maximal anaerobic test. There were large individual differences of anaerobic performance indexes independent of training level.

**Keywords:** sports aerobics, anaerobic capacity, Wingate test, heart rate.

Gauta 2006 m. kovo 5 d.  
Received on March 5, 2006

Priimta 2006 m. gegužės 25 d.  
Accepted on May 25, 2006

Arvydas Stasiulis  
Lietuvos kūno kultūros akademija  
(Lithuanian Academy of Physical Education)  
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas  
Lietuva (Lithuania)  
Tel +370 37 302623  
E-mail a.stasiulis@lkka.lt