

# BIOMEDICINOS MOKSLAI

## BIOMEDICAL SCIENCES

Sporto mokslas / Sport Science  
2015, Nr. 3(81), p. 46–51 / No. 3(81), pp. 46–51, 2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.15823/sm.2015.18>

### Irkluotojų aerobinio pajėgumo kaita skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais

*Kristina Justinavičienė, prof. dr. Arvydas Stasiulis*  
Lietuvos sporto universitetas

#### Santrauka

Tyrimo objektas – irkluotojų aerobinis pajėgumas. Literatūros šaltinių teigimu, talentingų sportininkų paieška, jų atranka ir sportinis rengimas – viena svarbiausių šiuolaikinio sporto problemų. Svarbiausia yra sudaryti palankias sąlygas siekti puikių sportinių rezultatų, todėl turėtų būti tinkamai sutvarkyta sportininkų rengimo sistema: treniruotės metodika, organizavimas, kontrolė ir valdymas.

Irkluotojai varžosi klasikiniame 2000 m nuotolyje. Nuotolio įveikimo trukmė – nuo 5 min 20 s iki 9 min – priklauso nuo valčių klasės, meistriškumo ir nuo oro sąlygų. Irklavime sportinius rezultatus sąlygoja sportininkų fizinio ir funkcinio pajėgumo lygmuo. Lietuvoje irkluotojų parengtumui kontroliuoti ir stebėti per mažai atliekama fiziologinių testavimų, todėl manome, kad šiai problemai spręsti tikslinga pasitelkti sporto mokslo tyrimų metodologiją.

Tyrimė dalyvavo aštuoni didelio meistriškumo akademinio irklavimo sportininkai, kurių amžius –  $19,0 \pm 1,6$  metų, ūgis –  $181,3 \pm 6,4$  cm, svoris –  $75,3 \pm 9,2$  kg. Kūno sudėties rodikliai buvo nustatomi specialiomis svarstyklėmis „Tanita Body Composition Analyzer TBF-300“ (Japonija). Aerobinis pajėgumas tirtas nuosekliai didinant krūvį, atliekamą irklavimo ergometru CONCEPT II. Viso tyrimo ir atsigavimo metu naudojant nešiojamąją sistemą „Oxycon Mobile“ (Jaeger, Vokietija) buvo registruojami dujų apykaitos rodikliai: deguonies suvartojimas ( $VO_2$ ), anglies dioksido išskyrimo greitis ( $VCO_2$ ), kvėpavimo dažnis, kvėpavimo tūris ir plaučių ventilacija ( $Ve$ ). ŠSD viso krūvio ir atsigavimo metu buvo registruojamas naudojant telemetrinį ŠSD matuoklį „Polar S810i“ (Polar, Suomija). Kapiliarinio kraujo mėginiai buvo imami iš piršto praėjus 5 min po nuosekliai didinamo krūvio. Buvo apskaičiuojami rodiklių aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Taikyta kartotinių bandymų dispersinė analizė. Skaičiavimai atlikti IBM SPSS „Statistics“ 19 ir MS „Excel“ 2010 programomis.

Tyrimo tikslas – nustatyti irkluotojų aerobinio pajėgumo kaitą skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais. Tyrimo uždaviniai: nustatyti irkluotojų submaksimalius aerobinės ištvėmės rodiklius skirtingais metinio ciklo laikotarpiais; nustatyti irkluotojų maksimalius aerobinės ištvėmės rodiklius skirtingais metinio ciklo laikotarpiais.

Išanalizavus tyrimo duomenis nustatyta:

1. Irkluotojų  $VO_2$  ties  $VeS1$  ir  $VeS2$ , plaučių  $Ve$  ties  $VeS1$  ir  $VeS2$  ir ŠSD ties  $VeS2$  statistiškai reikšmingai nesiskyrė skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais ( $p < 0,05$ ). Statistiškai reikšmingas skirtumas buvo tik ŠSD ties  $VeS1$  ( $p > 0,05$ ).

2. Irkluotojų  $VO_{2max}$ , santykinio  $VO_{2max}$ , ŠSD $_{max}$ ,  $KT_{max}$ ,  $O_{2max}$  pulsas, santykinis  $O_{2max}$  pulsas ir maksimalusis kvėpavimo koeficientas statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $p < 0,05$ ). Statistiškai reikšmingai skyrėsi irkluotojų  $VE_{max}$ ,  $KD_{max}$  laktato koncentracija kraujyje 5 min po fizinio krūvio ( $p > 0,05$ ).

3. Daugelis irkluotojų aerobinės ištvėmės rodiklių mažai kito viso testavimo metu, tačiau didžiausi pakitimai matomi po antro testavimo.

**Raktažodžiai:** irkluotojai, aerobinis pajėgumas, metinė treniruotė.

#### Įvadas

Per pastaruosius metus pastebima ryški konkurencijos didėjimo tendencija (Raslanas, 2001). Viena iš priežasčių – nuolat stengiamasi tobulinti treniruotės procesą. Sisteminių treniruotės programų sudarymas, remiantis moksliniais ir praktiniais pagrindais, lemia puikius sportinius rezultatus. Kompleksiniai irkluotojų organizmo adaptacijos prie fizinio krūvio eigos tyrimai leidžia veiksmingiau valdyti treniruotės vyksmą, koreguoti organizacinių

priemonių planus ir taikyti atsigavimo priemones. Lietuvoje irkluotojų parengtumui kontroliuoti ir stebėti per mažai atliekama fiziologinių testavimų, todėl manome, kad šiai problemai spręsti tikslinga pasitelkti sporto mokslo tyrimų metodologiją.

Lietuvos didelio meistriškumo irkluotojų rengimo ypatumus tyrinėja Raslanas ir kt. (1998–2004), Skernevičius ir kt. (2004). Irklavime sportinius rezultatus sąlygoja sportininkų fizinio ir funkcinio pajėgumo lygmuo. Funkcines irkluotojų galimybes

ir jų realizavimą lemia daugelis veiksnių: organizmo aerobiniai ir anaerobiniai gebėjimai, techninis ir taktinis bei psichologinis parengtumas (Skernevičius, 1997), todėl aktualu stebėti sportininkų fizinių ir fiziologinių parengtumą per visą metinį ciklą.

Tyrimo praktinį reikšmingumą ir taikymo perspektyvas nusako tai, kad gauti tyrimo rezultatai ir analizė galės padėti treneriams ir medikams labiau bendradarbiauti, dozuoti fizinius krūvius, išsaugant sportininkų sveikatą, o šiems siekti puikių sportinių rezultatų.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti irklutojų aerobinio pajėgumo kaitą skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais.

#### **Uždaviniai:**

1. Išanalizuoti irklutojų treniruotės kaitą skirtingais metinio ciklo laikotarpiais.
2. Nustatyti irklutojų aerobinį pajėgumą skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais.

### **Tyrimo metodika ir organizavimas**

**Tyrimo objektas** – irklutojų aerobinis pajėgumas. **Tiriamieji** – aštuoni didelio meistriškumo akademinio irklavimo sportininkai, kurių amžius –  $19,0 \pm 1,6$  metų, ūgis –  $181,3 \pm 6,4$  cm, svoris –  $75,3 \pm 9,2$  kg.

**Tyrimo metodai. Antropometriniai matavimai.** Ūgio matuokle buvo išmatuotas tiriamųjų ūgis. Kūno sudėties rodikliai buvo matuojami specialiomis svarstyklėmis „Tanita Body Composition Analyzer TBF-300“ (Japonija). Atsistojuos ant specialios pakyls prietaisas fiksavo kūno masę (kg).

**Ergometrija.** Irklavimo ergometru CONCEPT II buvo atliekamas nuosekliai didinamas krūvis ir naudojant nešiojamąją sistemą „Oxycon Mobile“ (Jaeger, Vokietija) tirtas aerobinis pajėgumas. Tiriamašis prieš testą atliko 10 min pramankštą irklavimo ergometru. Testo pradžioje (2 min) buvo atliekamas vienodas 75 W krūvis, tada kas 1 min žodžiu buvo liepiama didinti krūvį po 25 W. Testas buvo atliekamas iki tol, kol sportininkas nebesugebėjo išlaikyti reikiamo nuosekliai didinamo krūvio. Tada tiriamašis 5 min ilsėjosi gulėdamas.

**Spirometrija.** Viso tyrimo ir atsigavimo metu naudojant nešiojamąją sistemą „Oxycon Mobile“ (Jaeger, Vokietija) buvo registruojami dujų apykaitos rodikliai: deguonies suvartojimas ( $VO_2$ ), anglies dioksido išskyrimo greitis ( $VCO_2$ ), kvėpavimo dažnis, kvėpavimo tūris ir plaučių ventilacija (Ve). Iš jų vėliau buvo apskaičiuojami išvestiniai rodikliai, reikalingi ventiliaciniam slenksčiams nustatyti: pir-

mas ir antras ventiliaciniai slenksčiai (VeS1, VeS2), Ve ir  $VO_2$  ties VeS1, VeS2, maksimalusis deguonies suvartojimas ( $VO_{2max}$ ), maksimalioji plaučių ventilacija ( $VE_{max}$ ), maksimalusis kvėpavimo tūris ( $KT_{max}$ ), maksimalusis kvėpavimo dažnis ( $KD_{max}$ ), maksimalusis  $O_2$  pulsas, maksimalusis kvėpavimo koeficientas.

**ŠSD registravimas ir analizė.** ŠSD buvo registruojamas viso krūvio ir atsigavimo metu naudojant telemetrinį ŠSD matuoklį „Polar S810i“ (Polar, Suomija). ŠSD 5 s rodiklių vidurkiai iš matuoklio automatiškai buvo registruojami kompiuteryje. Iš jų vėliau apskaičiuoti: širdies susitraukimų dažnis ties VeS1 ir VeS2, maksimalusis ŠSD, procentinis ŠSD nuo  $ŠSD_{max}$ .

**Kraujo laktato koncentracijos nustatymas.** Kapiliarinio kraujo mėginiai buvo imami iš piršto praėjus 5 min po nuosekliai didinamo krūvio. Specialiomis vienkartinėmis priemonėmis buvo imami 0,1 ml kapiliarinio kraujo mėginiai iš rankos piršto, prieš tai sportininko odą dezinfekavus. Laktato koncentracija buvo nustatoma analizatoriumi „Accutrend Lactate“ (Vokietija).

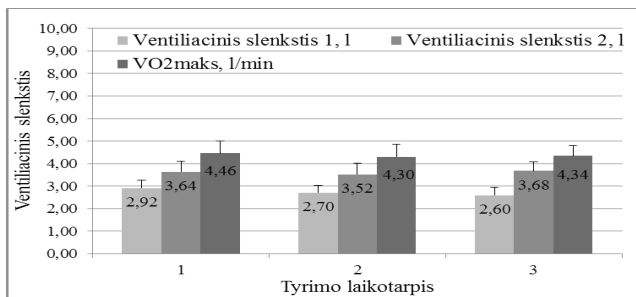
**Tyrimo organizavimas.** Tyrimas buvo atliekamas Lietuvos sporto universiteto Sporto fiziologijos laboratorijoje nuo 2011 m. rudens iki 2012 m. vasaros. Irklutojai testą atliko tris kartus: pirmas testavimas vyko parengiamojo laikotarpio pradžioje (2011-11-20–2011-12-10), antras – parengiamojo laikotarpio viduryje (2012-03-01–2012-03-15) ir trečias – varžybų laikotarpio pradžioje (2012-05-25–2012-06-10). Visų testavimų metu buvo atliekamas vienodas pasiruošimas ir krūvis.

**Statistinė analizė.** Buvo apskaičiuojami rodiklių aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Taikyta kartotinių bandymų dispersinė analizė. Skaičiavimai atlikti IBM SPSS „Statistics“ 19 ir MS „Excel“ 2010 programomis. Pasirinktas statistinio reikšmingumo lygmuo  $p < 0,05$ .

### **Tyrimo rezultatai**

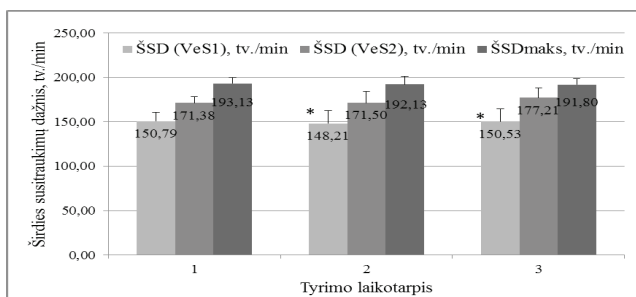
Irklutojų  $VO_2$  ties VeS1 metinės treniruotės laikotarpiu šiek tiek sumažėjo: parengiamojo laikotarpio pradžioje buvo  $2,92 \pm 0,34$  l/min, parengiamojo laikotarpio viduryje –  $2,70 \pm 0,34$  l/min, o varžybų laikotarpiu sumažėjo iki  $2,60 \pm 0,33$  l/min. Rezultatų skirtumai tarp testavimų nebuvo statistiškai reikšmingi ( $p > 0,52$ ). Statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo ir tarp irklutojų  $VO_2$  ties VeS2 pirmo, antro ir trečio testavimo rezultatų ( $p < 0,18$ ).  $VO_2$  pirmo, antro ir trečio testavimo metu atitinkamai buvo:

3,64 ± 0,48 l/min, 3,52 ± 0,49 l/min ir 3,68 ± 0,38 l/min. Sportininkų  $VO_{2max}$  šiek tiek mažėjo tarp pirmo (4,46 ± 0,53 l/min) ir antro (4,30 ± 0,56 l/min) testavimo, o tarp antro ir trečio (4,34 ± 0,45 l/min) testavimo nedaug didėjo. Tarp testavimų nebuvo statistiškai reikšmingo skirtumo ( $p < 0,76$ ) (žr. 1 pav.).



1 pav. Irkluotojų  $VO_2$  ir  $VO_{2max}$  kaita skirtingais metinės trenirotės laikotarpiais

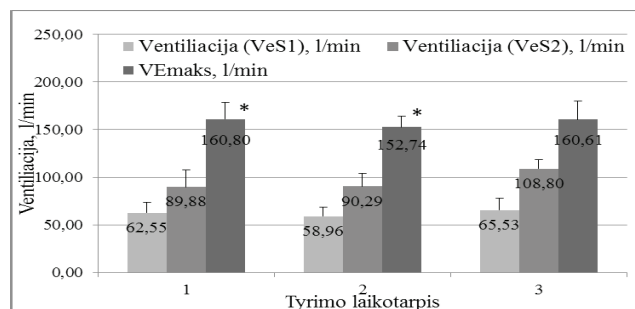
Širdies susitraukimų dažnio (ŠSD) ties VeS1 antro testavimo rezultatai ( $148,21 \pm 14,66$  k./min) statistiškai reikšmingai ( $p > 0,04$ ) sumažėjo, lyginant su pirmo testavimo rezultatais ( $150,79 \pm 9,99$  k./min). Tarp antro ir trečio ( $150,53 \pm 13,92$  k./min) testavimo rezultatai statistiškai reikšmingai ( $p > 0,01$ ) padidėjo. ŠSD ties VeS2 didėjo nuo  $171,38 \pm 6,80$  k./min pirmo testavimo metu iki  $177,21 \pm 11,11$  k./min trečio testavimo metu, tačiau statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo ( $p < 0,13$ ). Irkluotojų  $\dot{V}O_{2max}$  visų testavimų laikotarpiu šiek tiek mažėjo, bet statistiškai reikšmingo skirtumo taip pat nebuvo ( $p < 0,53$ ). Per pirmą testavimą  $\dot{V}O_{2max}$  buvo  $193,13 \pm 7,06$  k./min, per antrą –  $192,13 \pm 9,26$  k./min, o per trečią –  $191,80 \pm 7,12$  k./min (žr. 2 pav.)



2 pav. Irkluotojų ŠSD ir  $\dot{V}O_{2max}$  kaita skirtingais metinės trenirotės laikotarpiais

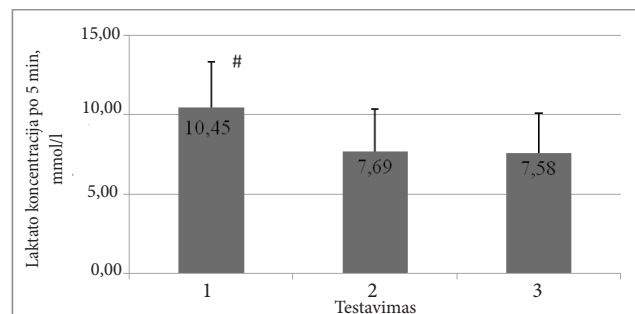
Plaučių ventilacija ties VeS1 pirmame tyrimo etape buvo  $62,55 \pm 10,91$  l/min, antrame – sumažėjo iki  $58,96 \pm 9,45$  l/min, o trečiame siekė  $65,53 \pm 12,60$  l/min. Skirtumai tarp testavimo rezultatų nebuvo statistiškai reikšmingi ( $p > 0,13$ ). Plaučių ventilacija ties VeS2 per pirmą testavimą buvo  $89,88 \pm 17,52$  l/min, per antrą –  $90,29 \pm 13,88$  l/min,

o per trečią – net  $108,80 \pm 9,91$  l/min, tačiau atlikus skaičiavimus statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatyta ( $p < 0,33$ ). Maksimalioji plaučių ventilacija ( $\dot{V}E_{max}$ ) statistiškai reikšmingai sumažėjo ( $p < 0,01$ ) nuo  $160,80 \pm 17,93$  l/min per pirmą testavimą iki  $152,74 \pm 11,43$  l/min per antrą testavimą. Per trečią testavimą  $\dot{V}E_{max}$  buvo  $160,61 \pm 19,46$  l/min, tačiau statistiškai reikšmingo skirtumo tarp antro ( $p < 0,38$ ) ir trečio ( $p < 0,62$ ) testavimo rezultatų nebuvo (žr. 3 pav.).



3 pav. Irkluotojų plaučių ventilacijos ir maksimaliosios plaučių ventilacijos kaita skirtingais metinės trenirotės laikotarpiais

Irkluotojų laktato koncentracija kraujyje 5 min po fizinio krūvio per pirmą testavimą buvo  $10,45 \pm 2,90$  mmol/l, per antrą –  $7,69 \pm 2,67$  mmol/l, o per trečią –  $7,58 \pm 2,52$  mmol/l. Statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas tarp pirmo ir trečio testavimo rezultatų ( $p < 0,02$ ) (žr. 4 pav.).



4 pav. Irkluotojų laktato koncentracija kraujyje 5 min po fizinio krūvio skirtingais metinės trenirotės laikotarpiais

Lentelė

$KT_{max}$ ,  $KD_{max}$ ,  $O_{2max}$  krūvio trukmės ir galingumo rodiklių kaita skirtingais metinės trenirotės laikotarpiais

Rodikliai	Metinės trenirotės laikotarpiai		
	1	2	3
$KT_{max}$ (l)	2,81	2,80	2,77
$KD_{max}$ (k/min)	67,64	64,70*	68,18*
$O_{2max}$ (ml/tv.)	23,82	22,87	21,89
Nuosekliai didinamo krūvio trukmė (min)	13,13	12,75*	14,13*
Galingumas (W)	353,13	345,75*	378,13*

\* – tarp tyrimo laikotarpių statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,05$ )

Lentelėje pateikti  $KT_{max}$ ,  $KD_{max}$ ,  $O_{2max}$  krūvio trukmės ir galingumo rodikliai skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais. Metinės treniruotės laikotarpiu maksimalus kvėpavimo tūris ( $KT_{max}$ ) mažėjo. Per pirmą testavimą buvo  $2,81 \pm 0,46$  l, per antrą –  $2,80 \pm 0,47$  l, o per trečią – tik  $2,77 \pm 0,57$  l. Tarp testavimo rezultatų statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta ( $p < 0,15$ ).

Irkluotojų maksimalus kvėpavimo dažnis ( $KD_{max}$ ) per pirmą testavimą buvo  $67,64 \pm 8,00$  k./min. Tarp antro ( $64,70 \pm 6,85$  k./min) ir trečio ( $68,18 \pm 11,86$  k./min) testavimo rezultatų nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,02$ ).

Maksimalus deguonies pulsas ( $O_{2max}$ ) mažėjo per visus testavimus. Didžiausias  $O_{2max}$  rodiklis buvo per pirmą testavimą –  $23,82 \pm 3,20$  ml/tv. Per antrą ir trečią testavimus sumažėjo atitinkamai iki  $22,87 \pm 3,77$  ml/tv. ir  $21,89 \pm 3,56$  ml/tv., tačiau tarp rezultatų statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta ( $p < 0,10$ ).

Irkluotojų nuosekliai didinamo krūvio trukmė per pirmą testavimą buvo  $13,13 \pm 1,55$  min, o per antrą – trumpesnė, t. y.  $12,75 \pm 1,49$  min, tačiau statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta ( $p < 0,47$ ). Per trečią testavimą irkluočių nuosekliai didinamo krūvio trukmė pailgėjo iki  $14,13 \pm 1,36$  min ir nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,02$ ) tarp antro ir trečio testavimų. Tačiau tarp pirmo ir trečio testavimų statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo ( $p < 0,13$ ).

Irkluotojų galingumas svyravo per visus testavimus. Iš pradžių (tarp pirmo ir antro testavimų) galingumas statistiškai nereikšmingai ( $p < 0,85$ ) sumažėjo nuo  $353,13 \pm 38,82$  W (pirmas testavimas) iki  $343,75 \pm 37,20$  W (antras testavimas), o vėliau (tarp antro ir trečio testavimų) statistiškai reikšmingai ( $p < 0,02$ ) padidėjo iki  $378,13 \pm 33,91$  W (trečias testavimas). Tačiau tarp pirmo ir trečio testavimo rezultatų statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo ( $p < 0,95$ ).

### Tyrimo rezultatų aptarimas

Tyrimas parodė, kad  $VO_2$  ties VeS1 sumažėjo nuo pirmo iki trečio testavimo, o  $VO_2$  ties VeS2 padidėjo. Nors statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo, galima teigti, kad  $VO_2$  ties VeS1 ir VeS2 gerėjo.

Daugelis autorių (Secher et al., 1983; Kramer et al., 1994; Russell et al., 1998; Cosgrove et al., 1999; Pripstein et al., 1999; Yoshiga et al., 2000; Ingham et al., 2002, ir kt.) pabrėžia, kad tarp 2000 m irklavimo ergometru rezultatų ir  $VO_{2max}$  yra koreliacija.

Minėtose studijose  $VO_{2max}$  buvo nustatomas bėgant bėgtakiu, todėl buvo tikimasi, kad  $VO_{2max}$  bus apie 3 % mažesnis už reikšmes, nustatytas irkluojant ergometru (Yoshiga et al., 2003). Gauti tyrimai dar kartą patvirtino tiesioginį ryšį tarp  $VO_{2max}$  ir irklavimo rezultatų.

Mūsų tyrimo metu ŠSD ties VeS1 nuo pirmo testavimo statistiškai reikšmingai sumažėjo iki antro testavimo, o per trečią testavimą, atliekant nuosekliai didinamą krūvį, ŠSD vėl statistiškai reikšmingai padidėjo. ŠSD ties VeS2 visais tyrimo etapais turėjo tendenciją didėti. Deja, mažai mokslininkų kreipia į tai dėmesį. O mūsų nuomone, ŠSD rodikliai turi didelę įtaką deguonies išnešiojimui po organizmą, o kartu ir aerobiniam pajėgumui.

Dėl daugelio rodiklių ryškių skirtumų nebuvimo įtakos galėjo turėti treniruotės vyksmas. Pirmo testavimo rezultatai buvo pakankamai geri, nors irkluočiai buvo po pereinamojo laikotarpio, kai atliekamas ne toks intensyvus krūvis. Per antrą testavimą buvo nedidelis fiziologinių rodiklių sumažėjimas. Manome, kad šiuo laikotarpiu treneriai labiausiai stengėsi pagerinti jėgos ypatybes. Remiantis ankstesniais kitų mokslininkų tyrimais (Hagerman, 1984; Petkus, Raslanas, 2006) ir išnagrinėjus tirtų irkluočių fizinę bei funkcinę išsivystymą pastebėta, kad labai svarbų vaidmenį siekiant puikių rezultatų atlieka: aerobinio pajėgumo didinimas ties aerobinio slenksčio riba, darbas ties kritinio intensyvumo riba, specialusis fizinis rengimas, kūno masė, raumenų ir riebalų masė bei plaštakų jėga.

$VO_{2max}$  irkluočiams labai svarbus, tai vienas svarbiausių rodiklių. Tačiau mus labai nustebino, kad mūsų tyrime nenustatytas didelis jo pagerėjimas skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais. Testavimų rezultatų vidurkiai reikšmingai nesiskiria, o palyginus kiekvieno sportininko individualius rezultatus pastebėtas ne tik  $VO_{2max}$  padidėjimas, bet net sumažėjimas. Mūsų nuomone, tokius rezultatus galėjo lemti laboratorinės testo atlikimo sąlygos.

Daugelis tokių tyrimų atliekama tomis pačiomis sąlygomis kaip ir pats irklavimas – gryname ore ant vandens. Mokslininkai (Cabo et al., 2011) atliko tyrimą ant vandens, remiantis jo duomenimis galima nustatyti pirmąjį ir antrąjį ventiliacijos slenkstį pagal širdies susitraukimų dažnio rezultatus, taikant Conconi metodą. Mokslininkai nustatė, kad aerobinis širdies susitraukimų slenkstis pasiekiamas, kai ŠSD yra 92 % ŠSD<sub>max</sub>, o  $VO_{2max}$  pasiekiamas, kai ŠSD yra 73,7 %. Tačiau antrasis ventiliacinis slenkstis pasiekiamas, kai  $VO_2$  (2,5 %), pulso dažnis (3 %) ir

greitis (2 %) yra ties aerobinio širdies susitraukimo slenksčio riba.

Literatūroje nurodoma, kad darbo galingumas ties anaerobinio slenksčio (AS) riba yra pagrindinis irkluotojų pajėgumo rodiklis, ypač tų, kurie irkluoja vienvietę arba dvivietę valtį (Steinaker, 1993). Nustatyta patikima AS rodiklių koreliacija su aerobinės ištvermės sporto šakų rezultatais (Kolchinskaya, 1997), nurodomas  $VO_{2max}$  glaudus ryšys ( $r = 0,71$ ) su 2000 m nuotolio įveikimo rezultatu, išryškina-  
mas  $VO_{2max}$  reikšmingumas irkluotojų parengtumui ir ypač pabrėžiama rodiklio – kiek laiko irkluotojas gali dirbti tokiu intensyvumu – svarba (Thoden, 1991), pažymima, kad irklavimo sporte taip pat svarbus specialusis parengtumas, kad yra reikšmingi ir anaerobinės energijos gamybos rodikliai (Мищенко и др., 2003), kad nemažas vaidmuo tenka ir fizinio išsivystymo parametrams (Budgett, 1989; Hahn, Bourdon, 1995).

Mokslininkų grupė (Benson et al., 2011), atlikę tyrimą, padarė išvadą, kad vyrų  $VO_2$  yra didesnis 5,1 %, o efektyvumas didesnis net 5,3 %. Rezultatai parodė, kad tyrimas, atliekamas dinaminio irklavimo ergometru, irkluotojų jėgos paskirstymas, širdies darbas ir energijos panaudojimas pagerina irklavimo efektyvumą bei tyrimo rezultatų patikimumą.

## Išvados

1. Irkluotojų  $VO_2$  ties  $VeS1$  ir  $VeS2$ , plaučių  $Ve$  ties  $VeS1$  ir  $VeS2$  ir  $\dot{V}SSD$  ties  $VeS2$  statistiškai reikšmingai nesiskyrė skirtingais metinės treniruotės laikotarpiais ( $p < 0,05$ ). Statistiškai reikšmingas skirtumas buvo tik  $\dot{V}SSD$  ties  $VeS1$  ( $p > 0,05$ ).
2. Irkluotojų  $VO_{2max}$ , santykinio  $VO_{2max}$ ,  $\dot{V}SSD_{max}$ ,  $KT_{max}$ ,  $O_{2max}$  pulsas, santykinis  $O_{2max}$  pulsas ir maksimalus kvėpavimo koeficientas statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $p < 0,05$ ). Statistiškai reikšmingai skyrėsi irkluotojų  $VE_{max}$ ,  $KD_{max}$  laktato koncentracija kraujyje 5 min po fizinio krūvio ( $p > 0,05$ ).
3. Daugelis irkluotojų aerobinės ištvermės rodiklių mažai kito viso testavimo metu, tačiau didžiausi pakitimai matomi po antro testavimo.

## LITERATŪRA

1. Benson, A., Abendroth, J., King, D., Swensen, T. (2011). Comparison of rowing on a Concept 2 stationary and dynamic ergometer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 267–273.
2. Budgett, R. G. (1989). The road to success in international rowing. *British Journal of Sports Medicine*, 23, 49–50.
3. Cabo, J. V., Martinez-Cambor, P., Valle, M. (2011). Validity of the modified Conconi test for determining ventilatory threshold during on-water rowing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 616–623.
4. Cosgrove, M. J., Wilson, J., Watt, D., Grant, S. F. (1999). The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *Journal of Sports Sciences*, 17, 845–852.
5. Hahn, A., Bourdon, P. (1995). *Protocols for the Physiological Assessment of Rowers*. Australian Sports Commission. Section 3.
6. Hagerman, F. C. (1984). Applied physiology of rowing. *Sports Medicine*, 1, 303–326.
7. Ingham, S. A., Whyte, G. P., Jones, K., Nevill, A. M. (2002). Determinants of 2000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 243–246.
8. Yoshiga, C. C., Kawakami, Y., Fukunaga, T., Okamura, K., Higuchi, M. (2000). Anthropometric and physiological factors predicting 2000 m rowing ergometer performance time. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 6, 51–57.
9. Yoshiga, C. C., Higuchi, M., Oka, J. (2003). Lower heart rate response to ergometry rowing than to treadmill running in older men. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 23, 58–61.
10. Kolchinskaya, A. Z. (1997). Biological mechanisms and Means of Athletes Aerobic Power, Endurance and Working Capacity Improvement. *The Achievements in Physiology and Medicine for the Future of the Science*. Kaunas, 18.
11. Kramer, J. F., Leger, A., Peterson, D. H., Morrow, A. (1994). Rowing performances and selected descriptive, field and laboratory variables. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 19, 174–184.
12. Petkus, E., Raslanas, A. (2006). *Lietuvos irkluotojų rengimas*. Vilnius.
13. Pripstein, L. P., Rhodes, E. C., McKenzie, D. C., Coutts, K. D. (1999). Aerobic and anaerobic energy during a 2 km race simulation in female rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 79, 491–494.
14. Raslanas, A., Skernevičius, J. (1998). *Sportininkų testavimas*. Vilnius: LTOK
15. Raslanas A. (1998). Aerobinių ir anaerobinių rodiklių taikymas irkluotojų rengime. *Sporto mokslas*, 3(12), 28–30.
16. Raslanas, A., Riaubienė, E., Valčiukas, T., Opalnikova, A. (1998). Didelio meistriškumo irkluotojų išsivystymo, funkcinio pajėgumo kitimas per metinį treniruočių ciklą. *Sporto mokslas*, 5(14), 32–36.
17. Raslanas, A. (2001). *Lietuvos didelio meistriškumo sportininkų rengimo sistema: habilitacinis darbas*. Vilnius.
18. Raslanas, A., Venclovaitė, L. (2004). Irkluotojų varžybinės taktikos tyrimai. *Sporto mokslas*, 4(38), 30–35.
19. Russell, A. P., Le Rossingol, P. F., Sparrow, W. A. (1998). Prediction of elite schoolboy 2000 m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *Journal of Sports Sciences*, 16, 749–754.
20. Secher, N. H., Vaage, O., Jensen, K., Jackson, R. C. (1983). Maximum aerobic power in oarsmen. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 155–162.
21. Skernevičius, J. (1997). *Sporto treniruotės fiziologija*. Vilnius: LTOK.

22. Skernevičius, J., Raslanas, A., Dadelienė, R. (2004). *Sporto mokslo tyrimų metodologija*. Vilnius.
23. Steinacker, J. M. (1993). Physiological aspects of rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 3–10.
24. Thoden, J. S. (1991). Testing aerobic power. *Physiological Testing of High-Performance Athlete* (pp. 107–173). Human Kinetics.
25. Мищенко, В., Томяк, Т., Дьяченко, А. (2003). Индивидуальные особенности анаэробных возможностей как компонента специальной выносливости спортсменов. *Наука в олимпийском спорте*, 1, 57–62.

## ROWERS AEROBIC CAPACITY CHANGE AT DIFFERENT STAGES OF THE ANNUAL TRAINING

*Kristina Justinavičienė, Prof. Dr. Arvydas Stasiulis*  
Lithuanian Sports University

### SUMMARY

Research object – rowers' aerobic capacity. According to the literature, selection and preparation of talented athletes is one of the most important issues in contemporary sport. The key is to facilitate the achievement of high level sports performance, and athletes training system should be properly designed, including training methods, organization, control and management. Rowing competition is held in classical 2000 m distance. The duration of the race is from 5 min 20 s to 9 min depending on boat class, performance level and the weather. Rowing sports performance is caused by the athlete's physical and functional capacity level.

In the changing socioeconomic conditions for the sport development in the conditions of the increasing competition there is a problem how to improve performance level of the elite rowers of Lithuania. Aiming to win medals in major competitions conditions, it is important to monitor athletes during physiological stress. However, there is shortage in research of the preparation process of the rowers of Lithuania for the Olympics: their physical training load, body physical and functional abilities change and development.

The study involved 8 high performance academic rowing athletes. The age of the athletes – 19,0±1,6 years, height – 181,3 ±4 cm, weight – 75,3 ± 9,2 kg. Body composition parameters were measured by specific scales „Tanita Body Composition Analyzer TBF-300“ (Japan). Consistently increased workload has been carried out using rowing ergometer CONCEPT II and studied in aerobic capacity. Total research and recovery time using a portable system Oxycon Mobile (Jaeger, Germany) has recorded in gas exchange rates of oxygen consumption (VO<sub>2</sub>), carbon dioxide release rate (VCO<sub>2</sub>), respiratory rate, respiratory volume and pulmonary ventilation (VE).

Heart rate was recorded during the whole exercise and recovery time using telemetric heart rate meter Polar S810i (Polar, Finland). Capillary blood samples were taken from the finger 5 minutes after a consistent increase in workload. Arithmetic means and standard deviations were calculated. Repeated analysis of variance test has been applied. Calculations were made using IBM SPSS Statistics 19 and Microsoft® Excel 2010 programs.

Research aim was to determine aerobic capacity change at different periods of the annual training. Objectives of the study: 1. To determine rowers' submaximal aerobic endurance indicators at different periods of the annual cycle. 2. To determine rowers' maximal aerobic endurance indicators at different periods of the annual cycle.

Conclusions: 1. Rowers oxygen consumption at the first ventilation threshold and second ventilation threshold, pulmonary ventilation on ventilation threshold on the first and second ventilation threshold and heart rate at the second ventilation threshold was not statistically significant at different stages of the annual training. 2. Rowers' maximum oxygen consumption, comparative maximum oxygen consumption, maximum heart rate, maximum breathing frequency, maximum oxygen pulse, comparative maximum oxygen pulse and maximum respiratory rate was not statistically significant ( $p < 0.05$ ). Rowers' maximum ventilation, maximum respiratory rate and blood lactate concentration 5 min. after exercise was statistically significant differences ( $p > 0.05$ ). 3. Aerobic endurance indicators of rowers had few changes during all the tests, but the biggest changes are visible after the second test.

*Keywords:* rowers, aerobic capacity, the annual training.