

## Didelio meistriškumo baidarininkų aerobinis metabolizmas įvairaus intensyvumo darbe

Ričardas Nekriošius<sup>1</sup>, prof. dr. Rūta Dadelienė<sup>2</sup>  
Lietuvos sporto universitetas<sup>1</sup>, Vilniaus universitetas<sup>2</sup>

### Santrauka

*Darbo tikslas – tirti didelio meistriškumo baidarininkų oksigenacijos raumenyse kaitą varžybinėje ir įvairaus intensyvumo veikloje.*

*Tyrimo organizavimas ir metodai. Tyrimai atlikti varžybų laikotarpio pradžioje, atsigavimo mikrocikle (3 dienos). Matuojamas sportininkų aerobinis pajėgumas, raumenų oksigenacija. Fiksuojamas fizinio krūvio intensyvumas, trukmė, sportininkų pulso dažnis (PD). Nustatoma laktato (La) koncentracija kapiliariniame kraujyje. Sportininkai atliko penkis skirtingus fizinius krūvius.*

*Tyrimo rezultatai. Labai pajėgių baidarininkų kojos ir krūtinės raumenyse, atliekant specialius fizinius krūvius, oksigenacijos vyksmas buvo labai intensyvus ir priklausė nuo darbo intensyvumo ir trukmės. Baidarininkams dirbant iki 2VAS galingumu, kojų raumenyse deguonies mažėjo mažiau, o dirbant didelio intensyvumo darbą kojų raumenyse deguonies mažėjo net daugiau nei krūtinės raumenyse. Taigi tyrimas atskleidė kojų raumenų darbo reikšmę baidarininkams dirbant labai dideliu, artimu kritiniam intensyvumui, galingumu. Pastebėta, kad baidarininkams atliekant kartotines pratybas (6 kartus dirbo po 6 min. 220 W (2VAS) galingumu pailsėdami 6 min.) ir atliekant tokios pačios apimties kartotines pratybas (6 kartus dirbo po 6 min. ilsėdamasis tarp atkarpų 6 min. Tačiau per 6 min. darbo jie 15 s atliko intensyvią 320 W galingumo intervalinį specialų fizinį krūvį ir 45 s dirbdami lengvai, 100 W galingumu) laktato koncentracija baidarininkų arteriniame kraujyje abejose pratybose didėjo vienodai. Taigi, turint tikslą baidarininkų raumenų valdymą ir judesių galingumą priartinti prie varžybinio lygmens, tikslinga taikyti trumpo didelio intensyvumo intervalinį darbą. Tokių tyrimų taikymas platesniam sportininkų kontingentui kelia mokslinį interesą ir gali duoti praktinės naudos rengiant didelio meistriškumo baidarininkus.*

**Raktažodžiai:** didelio meistriškumo baidarininkai, raumenų oksigenacija, įvairaus intensyvumo darbas.

### Įvadas

Vyrų baidarių sporte pasaulio ir Europos pagrindinėse varžybose startuojama trijuose nuotoliuose: įveikiant 200 m nuotolį darbo trukmė yra 30–40 s, jo metu vyrauja kreatinfosfatinis ir glikolitinis energijos gamybos būdas; darbo trukmė įveikiant 500 m distanciją – 80–100 s, čia yra reikšmingi visi trys energijos gamybos būdai, 1 000 m nuotolį įveikti užtrunkama 180–250 s, čia didžiausią vaidmenį vaidina glikolitinės reakcijos ir aerobinis metabolizmas (Neumann et al., 2007; Kenney et al., 2015).

Didelio meistriškumo baidarininkų raumenų aerobinis metabolizmas yra aktyviai tiriamas. Nemažai mokslininkų nagrinėjo 500 ir 1 000 m nuotolių įveikimo energetikos ypatumus (Bulgione, Lazzer, Colli, Intorini, Di Prampero, 2011; Borges, Dascombe, Bullock, Coutts, 2015; Zouhal, Le Douairon Lahaye, Abderrahaman, Minter, Herbez, Castagna, 2012; Nilson, Rosdahl 2016; Paquette, Bieuzen, Billaut, 2018) tyrinėjo besitreniruojančių įveikiant įvairius nuotolius baidarininkų ir kanojininkų oksigenacijos reiškinius įvairių darbų

dirbančiuose raumenyse. Tačiau šių tiriamų sportininkų meistriškumas buvo nedidelis. Oksigenacijos reiškiniai atskiruose raumenyse, jų grupėse didelio meistriškumo sportininkų varžybinėje veikloje ir dirbant tam tikro intensyvumo specialųjį darbą kelia didelį sporto fiziologų susidomėjimą.

*Mūsų darbo tikslas – tirti didelio meistriškumo baidarininkų (pasaulio čempionatų prizininkų) oksigenacijos raumenyse kaitą varžybinėje ir įvairaus intensyvumo veikloje.*

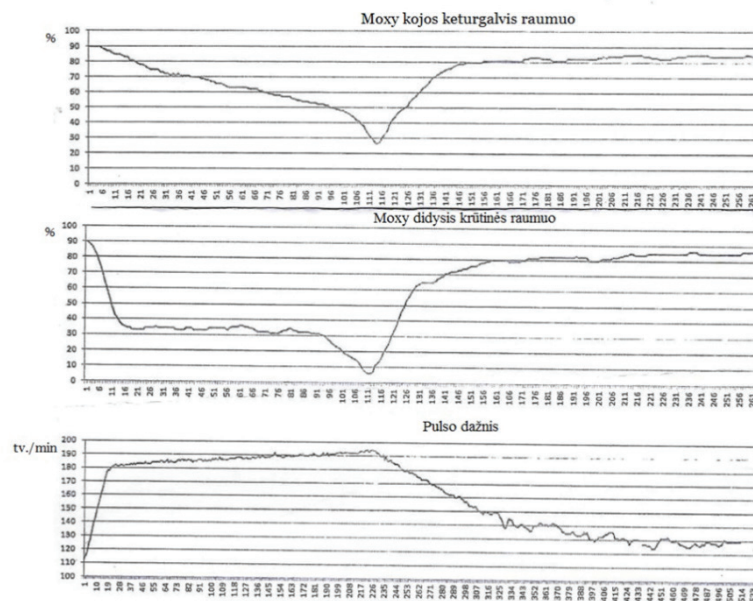
**Tyrimo organizavimas ir metodai.** Atliktas vieno atvejo veiksmo tyrimas, nes tokio didelio meistriškumo baidarininkų grupės sudaryti galimybių nėra. Tyrime dalyvavo du 31–32 m. amžiaus, 184,5 ir 186 cm ūgio, 90,7 ir 88,6 kg kūno masės sportininkai (2011 ir 2018 m. pasaulio čempionatų prizininkai) (tekste minimi kaip pirmasis sportininkas ir antrasis sportininkas). Tyrimai atlikti 2018 m. varžybų laikotarpio pradžioje, atsigavimo mikrocikle (3 dienos). Sportininkų aerobinis pajėgumas buvo nustatytas dujų analizatoriumi „Oxicon

Mobile“, dirbama buvo su specialiu baidarių ergometru „Dansprint“ pagal Thodenso (1991) metodiką. Raumenų oksigenacija buvo tiriama trumpų infraraudonųjų spindulių (NIRS) deguonies monitoriumi „Moxy“. Pirmas daviklis buvo uždėtas ant kairės kojos keturgalvio raumens (lot. *Musculus quadriceps femori*) vidurio, antras daviklis buvo uždėtas ant krūtinės raumens (lot. *Musculus pectoralis major*). Daviklis priklijuojamas tamsia lipnia juosta, kad užtikrintų išorės šviesos nepatekimą. Priklijuotas daviklis prispaudžiamas aptemptomis sportinėmis tamprėmis. Po fizinio krūvio „Moxy“ daviklio duomenys buvo perkeltami į kompiuterio programą ir išsaugomi tolesnei analizei. Fiksuojamas fizinio krūvio galingumas, sportininkų pulso dažnis (PD). Nustatoma laktato (La) koncentracija kapiliariniame kraujyje.

Tiriant baidarininkų raumenų oksigenacijos kaitą, sportininkai atliko penkis skirtingus fizinius krūvius: 1) 1 000 m varžybinis specifinis krūvis (darbo galingumas buvo 96–98 proc. nuo kritinės intensyvumo ribos (KIR) galingumo); 2) specialus fizinis krūvis buvo atliktas dirbant 10 min. 5 min. palaipsniui didinant fizinį galingumą nuo 100 W kas 30 s po 25 W iki 220 W antro ventiliacinio anaerobinio slenksčio (2VAS); 3) specialų fizinį krūvį tiriamieji pradėjo dirbti 100 W galingumu. Po 2 min. galingumas buvo didinamas kas

30 s po 20 W, kol pasiekė KIR – 320 W; 4) ketvirto fizinio krūvio metu sportininkai kartotinėse pratybose dirbo 6 kartus po 6 min. 220 W galingumu pailsėdami 6 min.; 5) penkto fizinio krūvio metu tiriamieji dirbo 6 kartus po 6 min. ilsėdamiesi tarp atkarpu 6 min. Tačiau per 6 min. darbo jie atliko trumpo ir intensyvaus darbo intervalinį specialųjį fizinį krūvį, intensyviai 320 W galingumu dirbdami 15 ir 45 s dirbdami lengvai 100 W intensyvumu. Taip per 6 min. atliekamos šešios atkarpos po 15 s intensyvaus darbo.

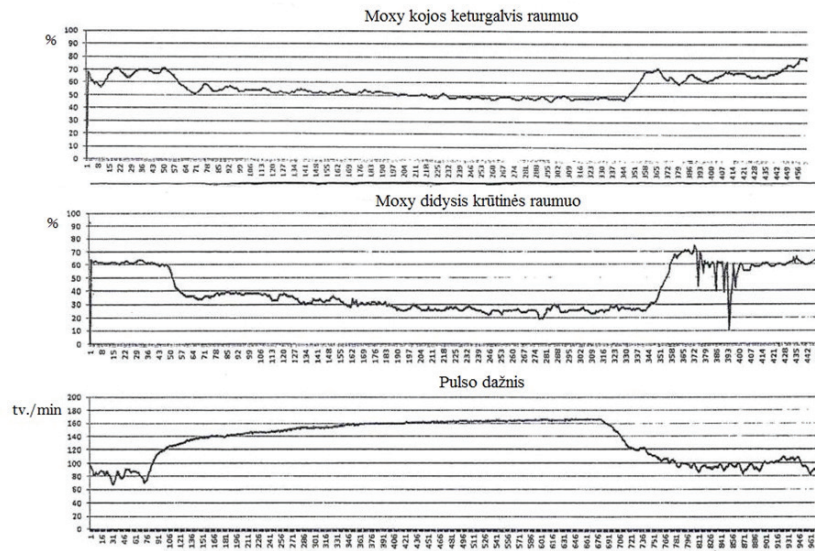
**Tyrimo rezultatai.** Tiriant baidarininkų raumenų oksigenacijos kaitą, sportininkai atliko 1 000 m varžybinį specifinį krūvį, kurį jie įveikė per 3 min. 39 s ir 3 min. 40 s. Šio darbo galingumas buvo 96–98 % nuo KIR galingumo. Pulso dažnis (PD) pirmojo sportininko nuotolio pradžioje buvo 176 tv./min. ir didėjo iki 184 tv./min., o antrojo sportininko – nuo 182 tv./min. ir didėjo iki 195 tv./min. Abiejų sportininkų raumenų oksigenacijos kaita buvo be esminių skirtumų. Per pirmąsias 20 s kojos raumenyse deguonies sumažėjo nuo 90 iki 35 proc., toks lygmuo išliko iki 3 min. 20 s. Toliau tęsiant darbą ir finišuojant deguonies kiekis raumenyse smarkiai mažėjo ir pasiekė 5 % lygmenį (1 pav.), nors darbo intensyvumas buvo tolygus.



1 pav. Baidarininko kojos keturgalvio raumens ir didžiojo krūtinės raumens deguonies įsotinimo ir pulso dažnio kaita atliekant 1 000 m varžybinį krūvį

Antras specialusis fizinis krūvis buvo atliktas dirbant 10 min. 5 min. palaipsniui didinant fizinį darbingumą nuo 100 W kas 30 s po 25 W iki 220 W, kuris yra sportininkų 2VAS. Tokiu galingumu dar buvo dirbama 5 min. PD siekė 166 tv./min. ir 182 tv./min., La koncentracija kapiliariniame kraujyje,

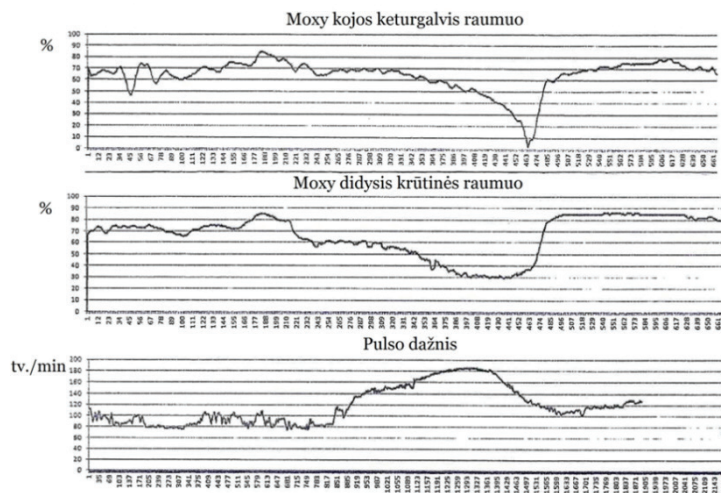
paimtame iš piršto, buvo 4,0 mmol/l. Deguonies kiekis pirmojo sportininko kojos raumenyje sumažėjo nuo 70 iki 48 %, krūtinės raumenyje – nuo 65 iki 35 % (2 pav.). Antrojo sportininko deguonies dinamika raumenyse skyrėsi mažai.



**2 pav.** Baidarininko kojos keturgalvio raumens ir didžiojo krūtinės raumens deguonies įsotinimo ir pulso dažnio kaita atliekant 5 min. palaipsniui didinamą fizinį krūvį nuo 100 W iki 2VAS.

Trečią specialųjį fizinį krūvį tiriamieji pradėjo dirbti 100 W galingumu. Po 2 min. galingumas buvo didinamas kas 30 s po 20 W, kol pasiekė kritinę intensyvumo ribą – 320 W. Pirmojo sportininko kojos raumenyse deguonies kiekis sumažėjo nuo 85 iki beveik 0 % (sumažėjo 85 %), o krūtinės raumenyje

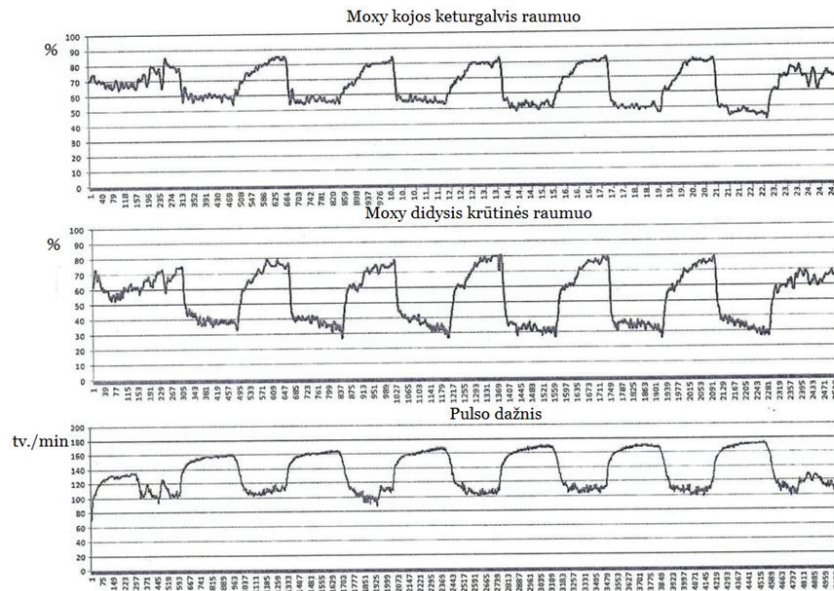
deguonies kiekis sumažėjo nuo 80 iki 30 % (mažėjimas 50 %). Pirmojo sportininko PD siekė 182 tv./min. (3 pav.), La koncentracija buvo 12,5 mmol/l. Antrojo sportininko deguonies kaita raumenyse mažai skyrėsi.



**3 pav.** Baidarininko kojos keturgalvio raumens ir didžiojo krūtinės raumens deguonies įsotinimo ir pulso dažnio kaita atliekant 5 min. palaipsniui didinamą fizinį krūvį nuo 100 W iki KIR

Tyrimas atliktas, kai sportininkai kartotinėse pratybose dirbo 6 kartus po 6 min. 220 W (2VAS) galingumu pailsėdami 6 min. Po šešto pagreitėjimo pirmojo sportininko PD siekė 160–180 tv./min., La koncentracija – 3,8–4 mmol/l. Kojos raumenyse deguonies koncentracija mažėjo nuo 80 iki

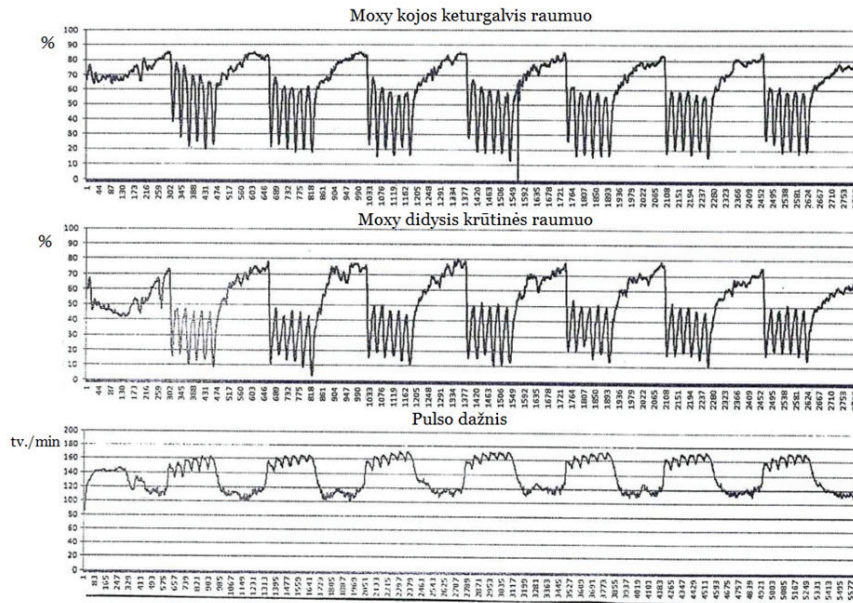
55–45 %, ilsintis per 6 min. ji grįždavo į pradinį lygmenį. Krūtinės raumenyje deguonis mažėdavo iki 35–30 %, po 6 min. poilsio grįždavo į 80 proc. lygmenį (4 pav.)



**4 pav.** Baidarininko kojos keturgalvio raumens ir didžiojo krūtinės raumens deguonies įsotinimo ir pulso dažnio kaita dirbant 6 kartus po 6 min. 220 W (2VAS) galingumu ilsintis 6 min.

Penktas tyrimas atliktas pratybose, kai tiriamasis dirbo 6 kartus po 6 min. ilsėdamasis tarp atkarpų 6 min. Tačiau per 6 min. darbo jis atliko trumpo ir intensyvaus darbo intervalinį specialųjį fizinį krūvį, intensyviai 320 W galingumu dirbdamas 15 s ir dirbdamas 45 s lengvai 100 W intensyvumu, taip per 6 min. atlikdamas šešias 15 s intensyvaus darbo atkarpas. Raumenų oksigenacijos tyrimai parodė, kad kojos raumenyse deguonies procentinis rodiklis, 15 s greitėjant, sumažėdavo iki 20 %, o 45 s dirbant sumažintu intensyvumu, padidėdavo iki 60 %. Per 6 min. atsigavimo laikotarpį

deguonies kiekis raumenyse grįždavo į 80 % lygmenį. Krūtinės raumenyje 15 s intensyviai dirbant deguonies koncentracija sumažėdavo dar daugiau, vidutiniškai iki 15 %, o per 45 s dirbant sumažintu intensyvumu, atsistatydavo iki 46 %. 6 min. atsigavimo laikotarpiu oksigenacijos rodiklis grįždavo į pradinį 75 % lygmenį (5 pav.). PD 6 min. intervalinio intensyvaus darbo metu svyravo tarp 150–165 tv./min. ir tarp 160–170 tv./min. Po paskutinės 6 min. intervalinio darbo atkarpas La koncentracija kapiliariniame kraujyje buvo 4,5–5,0 mmol/l.



**5 pav.** Baidarininkų kojos keturgalvio raumens ir didžiojo krūtinės raumens deguonies įsotėjimo ir pulso dažnio kaita dirbant 6 kartus po 6 min. ilsėdamasis tarp atkarpų 6 min.; per 6 min darbo atliekant 15 s intensyvaus 320 W darbo intervalinį specialųjį fizinį krūvį ir 45 s dirbant 100 W intensyvumu.

### Tyrimo rezultatų aptarimas ir išvados

Tyrimai parodė, kad didelio meistriškumo dviejų baidarininkų raumenų oksigenacijos kaita dirbant specialų įvairaus intensyvumo ir trukmės darbą skyrėsi labai mažai. Tyrimai atskleidė, kad labai pajėgių baidarininkų kojos ir krūtinės raumenyse, atliekant specialius fizinius krūvius, oksigenacijos vyksmas yra labai intensyvus ir priklauso nuo darbo intensyvumo bei trukmės. Tai patvirtino ir B. Dascombe ir kt. (2013) atliktas tyrimas. Baidarininkams dirbant iki 2VAS galingumu, kojų raumenyse deguonies mažėja mažiau, o dirbant didelio intensyvumo darbą kojų raumenyse deguonies mažėja net daugiau nei krūtinės raumenyse. Taigi tyrimas atskleidė kojų raumenų darbo reikšmę, baidarininkams dirbant labai dideliu, artimu kritiniam intensyvumui, galingumu. Kojų raumenų darbo reikšmę ir oksigenacijos procesus raumenyse taip pat tyrinėjo M. Paquette, F. Bieuzen ir F. Billaut (2018), tik jų tyrimo subjektas buvo nedidelio meistriškumo baidarininkai. M. Buchheit ir kt. (2012) tyrimai atskleidė, kad didelio intensyvumo intervalinėse treniruotėse La koncentracija kapiliariniame kraujyje priklauso nuo intensyvaus darbo atkarpų ilgio. Pastebėta, kad baidarininkams atliekant kartotines pratybas (6 kartus dirbo po 6 min. 220 W (2VAS) galingumu pailsėdami 6 min.) ir atliekant tokios pačios apimtį kartotines pratybas (6 kartus dirbo po 6 min.

ilsėdamasis tarp atkarpų 6 min. Tačiau per 6 min. darbo jis 15 s atliko intensyvų 320 W galingumo intervalinį specialų fizinį krūvį ir 45 s dirbdamas lengvai, 100 W intensyvumu) La koncentracija baidarininkų kapiliariniame kraujyje didėjo vienodai. Z. Milanovicus, G. Sporišas ir M. Westonas (2015) teigė, kad toks darbas skatina mioglobino kiekio didėjimą dirbančiuose raumenyse, taip pat ir  $VO_2$  max didėjimą.

Taigi, turint tikslą baidarininkų raumenų valdymą ir judesių galingumą priartinti prie varžybinio lygmens, mažai skatinant glikolitinę reakciją, tikslinga taikyti trumpo didelio intensyvumo intervalinį darbą. Mūsų tyrimai parodė, kad didelio meistriškumo baidarininkų tyrimuose, panaudojant NIRS deguonies monitorių, gauti duomenys atskleidžia aerobiniam metabolizmui būdingus reiškinius, atliekant varžybinę ir įvairaus intensyvumo trukmės specifinę veiklą. Dirbant 2VAS intensyvumu kojų raumenyse oksidacijos procesai vyksta mažiau negu krūtinės raumenyse, o darbą suintensyvinus iki KIR kojų raumenyje deguonies vartojimas suintensyvėja labiau nei krūtinės raumenyse. Todėl galima teigti, kad suaktyvinus darbą iki KIR kojų raumenų veiklą įgauna didesnę reikšmę. Tokių tyrimų taikymas platesniam sportininkų kontingentui kelia mokslinį interesą ir gali duoti praktinės naudos rengiant sportininkus.

## LITERATŪRA

1. Borges, T. O., Dascombe, B., Bullock, N., Coutts, A. J. (2015). Physiological characteristics of well-trained junior sprint kayak athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 593–599.
2. Buchheit, M., Abbiss, C. R., Peiffer, J. J., Laursen, P. B. (2012). Performance and physiological responses during a sprint interval session: relationship with muscle oxygenation and pulmonary oxygen uptake kinetics. *European Journal of Applied Physiology*, 112(2), 767–779.
3. Buglione, A., Lazzar, S., Colli, R., Introini, E., Di Prampero, P. E. (2011). Energetics of best performances in elite kayakers and canoeists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(5), 877–884.
4. Dascombe, B., Laursen, P., Nosaka, K., Polglaze, T. (2013). No effect of upper body compression garments in elite flat-water kayakers. *European Journal of Sport Science*, 3(14), 341–349.
5. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise*. 6<sup>th</sup> edition Champaign: Human Kinetics.
6. Milanovic, Z., Sporiš, G., Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO<sub>2</sub>max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sport Medicine*, 45(10), 1469–1481.
7. Neumann, G., Pfützner, A., Berbalk, A. (2007). *Optimiertes Ausdauertraining*. Meyer and Meyer Verlag. Aachen, 344 p.
8. Paquette, M., Bieuzen, F., Billaut, F. (2018). Muscle oxygenation rather than VO<sub>2</sub>max as a strong predictor of performance in Sprint Canoe-Kayak. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13, 1299–1307.
9. Nilsson, J. E., Rosdahl, H. G. (2016). Contribution of leg-muscle forces to paddle force and kayak speed during maximal-effort flat-water paddling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 22–27.
10. Thodens, J. S. (1991). *Testing Aerobic Power. Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. Human Kinetics, 107–173.
11. Zouhla, H., Le Douairon Lahaye, S., Ben Abderrahaman, A., Minter, G., Herbez, R., Castagna, C. (2012). Energy system contribution to Olympic distances in flat water kayaking (500 m and 1000 m) in highly trained subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 825–831.

## AEROBIC METABOLISM OF HIGH PERFORMANCE KAYAK ATHLETES DURING THE PHYSICAL ACTIVITY OF VARIOUS INTENSITY

**Ričardas Nekriošius<sup>1</sup>, Prof. Dr. Rūta Dadelienė<sup>2</sup>**  
Lithuanian Sports University<sup>1</sup>, Vilnius University<sup>1,2</sup>

## SUMMARY

**Purpose:** to explore the changes of muscle oxygenation in high performance kayak athletes during competition and various intensity exercises.

**Methods:** Two high performance kayak athletes participated in this study. The study was completed at the beginning of competition period, during three days restitution microcycle.

Athletes' aerobic capacity and muscle oxygenation were determined. Exercise capacity and athlete heart rate were recorded. The concentration of lactate in the capillary blood was determined. Athletes performed five different physical exercises.

**Results and conclusions:**

The process of oxygenation was very intense during special exercise, in the muscles of the leg and chest of high performance kayak athletes. It depended on the intensity and duration of physical loads. When kayakers performed physical loads that were close to second ventilation anaerobic threshold, the oxygen in the leg muscles decreased less. Working at high intensity levels, oxygen level in leg muscles decreases even more than in the chest muscles. The study reveals the importance of leg muscles work, for kayakers working at very high power, close to critical intensity. It was observed that when kayakers performed repetitive exercises (6 times for 6 min at 220 W with rest for 6 min) and repeated repetitive exercises of the same volume (6 times worked after 6 min resting between sections for 6 min). However, during 6 min of work he performed physical work capacity at 320 W interval special exercise for 15 s and working lightly at 100 W for 45 s). The concentration of lactate in the capillary blood of the kayak athletes increased uniformly. Thus, with the aim of bringing the muscle control and physical load capacity of kayak athletes closer to the competitive level, it is appropriate to apply short high-intensity interval work. There is the scientific interest to apply such research to a wider contingent of athletes; it can bring practical benefits to the training of athletes.

**Keywords:** high performance kayak athletes, muscles oxygen saturation, various physical load.