

# DEGUONIES ĮSISOTINIMO KAITA RAUMENYSE ATLIEKANT KVĖPAVIMO PRATIMUS

**Kristina Poderytė, Birutė Miseckaitė, Albinas Grūnovas, Jonas Poderys,  
Eugenijus Trinkūnas**

*Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva*

**Kristina Poderytė.** Biomedicinos mokslų magistrė. Lietuvos kūno kultūros akademijos Kineziologijos laboratorijos jaunesnioji mokslo darbuotoja. Mokslinių tyrimų kryptis — žmogaus sveikatos ir darbingumo gerinimas.

## SANTRAUKA

*Tyrimo tikslas — nustatyti deguonies įsisotinimo kaitos raumenyse, periferinės kraujotakos ir širdies funkcinį rodiklių kaitos ypatybes atliekant kvėpavimo pratimus. Pirmo tyrimo metu 11 tiriamųjų (sportuojantys asmenys) atliko du maksimalius kvėpavimo sulaikymus darydami penkių minučių pertrauką tarp jų, o antro tyrimo metu — kvėpavimo pratimą jungdami 20 s trukmės hiperventiliacijas su submaksimalios trukmės kvėpavimo sulaikymais po gilaus įkvėpimo. Tyrimo metu buvo registruojama 12 EKG standartinių derivacijų, Korotkovo metodu kairės rankos žasto srityje buvo matuojamas arterinis kraujo spaudimas. Arterinės kraujotakos intensyvumas blauzdoje buvo registruojamas veninės okliuzinės pletizmografijos metodu. Deguonies įsisotinimo kaita blauzdos raumenyje buvo vertinama neinvaziniu artimosios infraraudonosios spektroskopijos būdu (Hutchinson Technology device, Model 325).*

*Sulaikant kvėpavimą iki negalėjimo antro kartojamo kvėpavimo sulaikymo metu visi tiriamieji ilgiau sulaikydavo kvėpavimą, labiau padidėdavo diastolinis kraujo spaudimas. Sulaikant kvėpavimą arterinės kraujotakos intensyvumas reikšmingai sumažėdavo, o atsigavimo fazėje arterinės kraujotakos kaita priminė reaktyvinės hiperemijos ar podarbinės hiperemijos ypatybes. Deguonies įsisotinimas raumens audinyje reikšmingai sumažėdavo kiekvieno kvėpavimo sulaikymo metu. Kvėpavimo pratimas sukelia reikšmingus širdies funkcinį rodiklių, kartu ir periferinės kraujotakos,  $StO_2$  svyravimus: dėl periferinių kraujagyslių vazokonstrikcijos didėja sistolinio ir diastolinio bei pulsinio arterinio kraujo spaudimo reikšmės; mažėja raumenų arterinės kraujotakos intensyvumas ir deguonies įsisotinimas raumenyse. Deguonies įsisotinimo kaita raumenyse, atliekant kvėpavimo sulaikymo mėginus ir kvėpavimo pratimą, atkartoja periferinės kraujotakos ypatybes.*

**Raktažodžiai:** širdies ir kraujagyslių sistema, raumenų kraujotaka, deguonies įsisotinimas, kvėpavimo pratimai.

## ĮVADAS

**K**ineziologai, kūno kultūros mokytojai, treneriai ir kiti specialistai sveikatai stiprinti, sportuojančiojo funkciniam parengtumui gerinti be fizinių pratimų taiko ir kitus išorinius poveikius bei jų derinius. Viena iš tokių pakankamai efektyvių poveikio priemonių yra kvėpavimo pratimai (Jasiukevičienė, Vasiliauskas, 1998; Šidlauskienė, 2005; Pendergast et al., 2006; Wylegala et al., 2007). Kvėpavimas yra refleksinis, kartu

ir valingas veiksmas, todėl sąmoningai kaitaliojant kvėpavimo intensyvumą ir kvėpavimo sulaikymą, galima paveikti organizmo vegetacines funkcijas.

Širdies ir kraujagyslių sistema yra viena reikšmingiausių visoje greitosios ir lėtosios adaptacijos prie fizinių krūvių mechanizmų grandinėje (Shephard, 1987; Skirius, 2005; Vainoras ir kt., 2005; Poderys ir kt., 2007). Širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinio parengtumo gerinimas svarbus

didelio meistriskumo sportininkų ir sveikata stiprinančių asmenų pratybose. LKKA Kineziologijos laboratorijos magistrantai ir doktorantai atliko kvėpavimo pratimų taikymo kartu su fiziniais pratimais tyrimus, kurių metu nustatė, kad fizinių pratimų veiksmingumas reikšmingai padidėjo, kai pratybose kartu su fiziniu krūviu buvo taikomi ir kvėpavimo pratimai (Šidlauskienė, 2005; Poderys ir kt., 2007). Be daugelio žinomų ir aprašytų kvėpavimo pratimų poveikio svarbu išsamiau pažinti širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių kaitos ypatybes atliekant kvėpavimo sulaikymo pratimus. Nėra tyrimų, kuriais būtų nustatytos periferinės kraujotakos ir deguonies įsisotinimo raumens audinyje, atliekant įvairius kvėpavimo pratimus, kaitos ypatybės. Tyrimo tikslas — nustatyti deguonies įsisotinimo kaitos raumenyse, periferinės kraujotakos ir širdies funkcinių rodiklių kaitos ypatybes, atliekant kvėpavimo pratimus.

## TYRIMO METODIKA

Buvo tiriama 11 savanorių studentų, visi jie sportuojantys asmenys — lengvaatlečiai bėgikai, besitreniruojantys trumpųjų ir vidutinių nuotolių bėgimo rungtyse. Vieną dieną prieš tyrimą jie nesitreniravo, t. y. ilsėjosi.

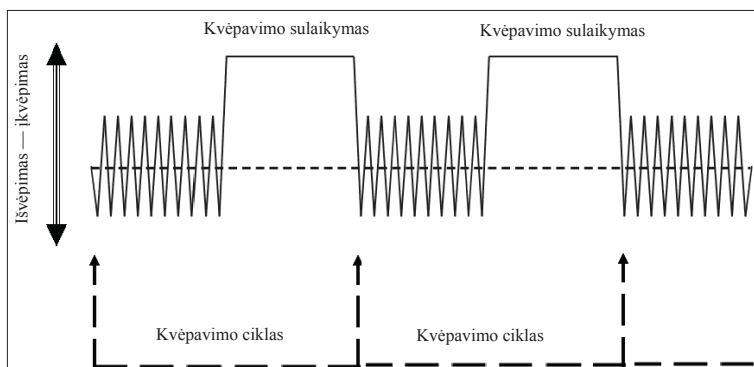
Iš viso buvo atlikti du tyrimai darant 10 min pertrauką tarp jų. Pirmo tyrimo metu respondentai atliko du maksimalius kvėpavimo sulaikymus, darydami penkių minučių pertrauką tarp jų. Antro tyrimo metu jie darė vieną iš kvėpavimo pratimų, rekomenduojamų sportininkams ir sveikata stiprinantiems asmenims. Jo metu aktyvus kvėpavimas, t. y. hiperventiliacija (*10 greitų vienas po kito sekančių įkvėpimų ir iškvėpimų*) kaitaliojamas su kvėpavimo sulaikymais. Po hiperventiliacijos tiriamasis giliai įkvėpdavo ir sulaikydavo kvėpavimą kiek galima ilgiau. Paskui vėl taikyta hiperventiliacija, t. y. prasidėdavo naujas kvėpavimo pratimo ciklas. Iš viso tiriamieji atliko keturis tokius kvėpavimo ciklus. Pratimo schema parodyta pirmame paveiksle.

Širdies funkciniams rodikliams vertinti buvo naudojama EKG analizės sistema „Kaunas—krūvis“. Sinchroniškai registruota 12 standartinių derivacijų elektrokardiograma (EKG) ir analizuojami šie rodikliai: širdies susitraukimų dažnis (ŠSD), JT intervalo trukmė ir vertinamas adaptacijos greičio rodiklis, t. y. kaip JT ir RR intervalų kaitos skirtumas išreikštas procentais. Korotkovo metodu kairės rankos žasto srityje buvo matuojamas arterinis kraujo spaudimas (AKS). Arterinės kraujotakos intensyvumas blauzdoje buvo registruojamas veninės okliuzinės pletizmografijos metodu. Deguonies suvartojimo kaita ( $StO_2$ ) blauzdos raumenyje buvo vertinama neinvaziniu artimosios infraraudonosios spektroskopijos būdu, naudojant fotojutiklį (*Hutchinson Technology device, Model 325*). Jutiklis buvo tvirtinamas ant blauzdos dvilypio raumens medialinės galvos (*m. vastus medialis*).  $StO_2$  buvo registruojama nenutrūkstamai (suvidurkinti matavimo duomenys pateikiami prietaiso ekrane ir registruojami kas 2,5 s) viso tyrimo metu ir pirmas dvi atsigavimo minutes po kvėpavimo sulaikymo ar kvėpavimo pratimo.

## REZULTATAI

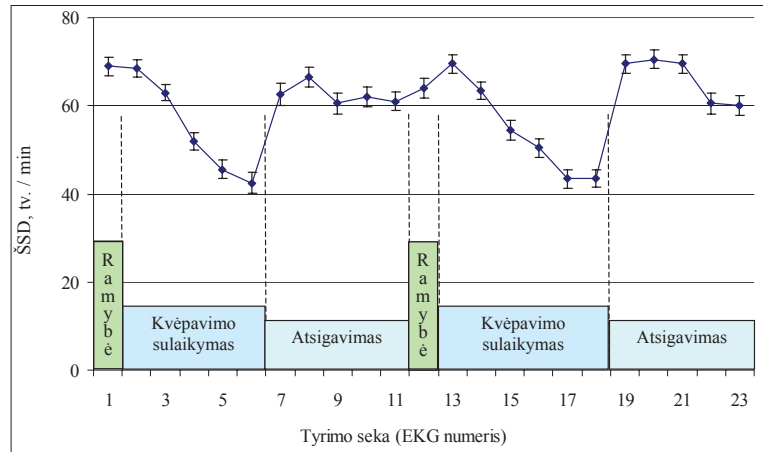
Tyrimo rezultatai parodė, kad atliekant kvėpavimo sulaikymus iki negalėjimo antro kartotinio kvėpavimo sulaikymo metu visi tiriamieji kvėpavimą sulaikydavo ilgiau. Jeigu pirmą kartą sulaikydami kvėpavimą tiriamieji po gilaus įkvėpimo galėjo kvėpavimo sulaikymą tęsti vidutiniškai  $69,1 \pm 6,4$  s, tai antro kartojimo metu —  $77,9 \pm 5,8$  s. Visi tiriamieji be išimties antro kvėpavimo sulaikymo metu reikšmingai padidino kvėpavimo sulaikymo trukmę.

Antrame paveiksle pateikta ŠSD kaita tyrimo metu. Ramybės metu ŠSD vidutiniškai siekė  $69,0 \pm 2,1$  tv. / min. Atliekant kvėpavimo sulaikymus, ŠSD turėjo stipriai išreikštą tendenciją mažėti. Pirmo kvėpavimo sulaikymo metu ŠSD

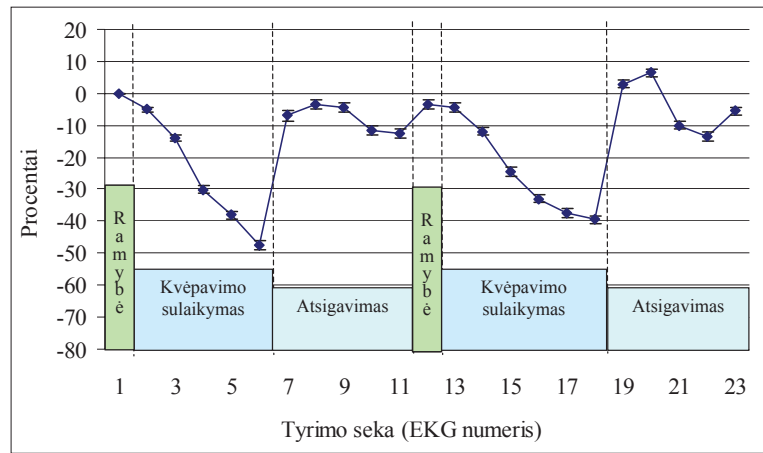


1 pav. Kvėpavimo pratimo atlikimo schema

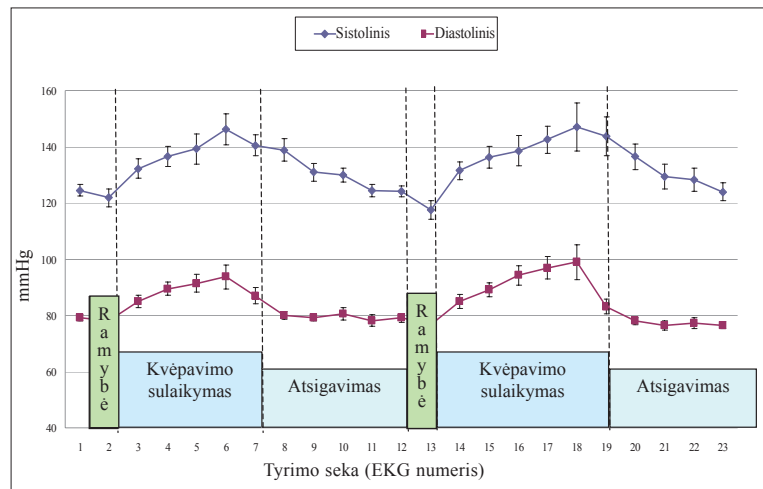
2 pav. ŠSD kaita atliekant kvėpavimo sulaikymo pratimą



3 pav. Adaptacijos greičio rodiklių kaita atliekant kvėpavimo sulaikymo pratimą



4 pav. AKS kaita atliekant kvėpavimo sulaikymo pratimą



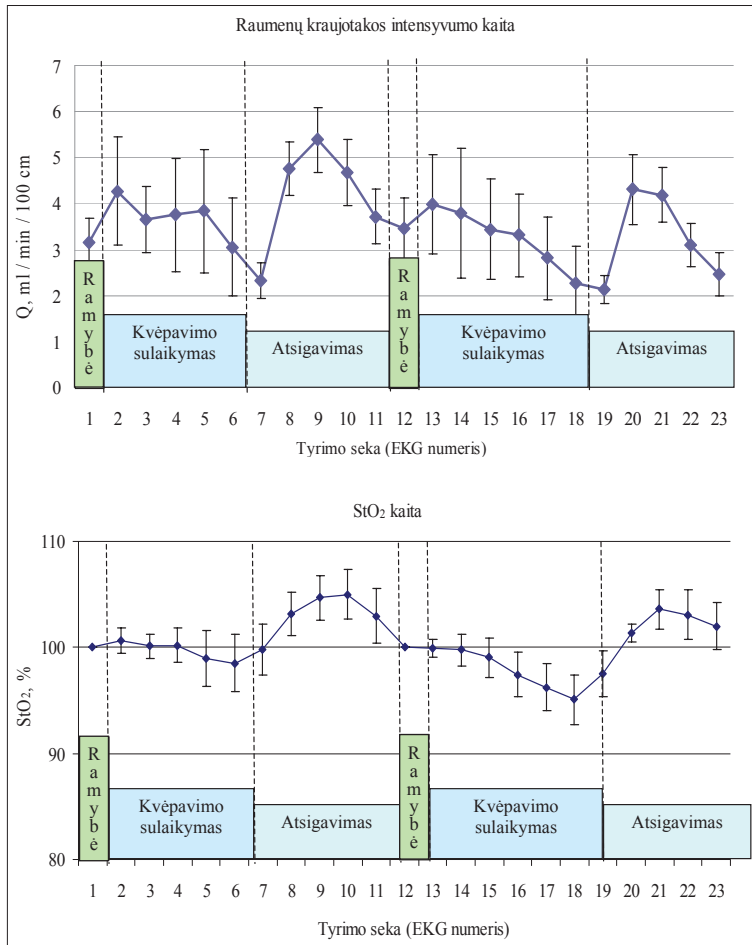
sumažėjo vidutiniškai iki  $42,5 \pm 2,4$  tv. / min, o antro — iki  $43,5 \pm 2,0$  tv. / min.

Sulaikius kvėpavimą, reikšmingai pailgėdavo elektrokardiogramos JT intervalo trukmė ( $p < 0,05$ ), todėl vertinamas adaptacijos greičio rodiklis turėjo stipriai išreikštą mažėjimo tendenciją. Šio rodiklio kaita parodyta trečiame paveiksle.

Kvėpavimo sulaikymai reikšmingai keitė AKS rodiklius: didėjo ir sistolinio, ir diastolinio spaudimo reikšmės (4 pav.). Antro kartotinio kvėpavimo sulaikymo metu labiau padidėjo diastolinis kraujospaudimas — iki  $99,0 \pm 6,2$  ( $p < 0,05$ ). Sistolinis

AKS antro kvėpavimo sulaikymo metu taip pat padidėjo kiek daugiau nei atliekant pirmą, tačiau statistškai reikšmingo skirtumo tarp užregistruotų didžiausių sistolinio AKS reikšmių nebuvo ( $p > 0,05$ ).

Penktame paveiksle parodyta blauzdos raumenų arterinės kraujotakos ir  $StO_2$  kaitos ypatybės atliekant kvėpavimo sulaikymo mėginčius. Ramybės būsena arterinės kraujotakos intensyvumas blauzdoje (pratekančio kraujo kiekis) vidutiniškai siekė  $3,2 \pm 0,5$  ml / min / 100 cm<sup>3</sup>. Atliekant kvėpavimo sulaikymus arterinės kraujotakos in-



5 pav. Pratekančio kraujo kiekio blauzdoje ir deguonies įsisotinimo (StO<sub>2</sub>) blauzdos raumenyse kaita atliekant kvėpavimo sulaikymo pratimą


tensyvumas reikšmingai sumažėdavo ( $p < 0,05$ ), o atsigavimo fazėje arterinės kraujotakos kaita priminė reaktyvinės hiperemijos ar podarbinės hiperemijos ypatybes, t. y. pradžioje — padidėjo, o paskui — sumažėjo. Didžiausias pratekančio kraujo kiekio padidėjimas buvo užregistruotas atsigavimo po pirmo kvėpavimo sulaikymo mėginio — iki  $5,4 \pm 0,7$  ml / min / 100 cm<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ). Penktame paveiksle greta raumenų kraujotakos kaitos kreivės pateikta ir StO<sub>2</sub> kaitos kreivė aiškiai rodo, kad StO<sub>2</sub> kaita šiek tiek vėluodama atkartojosi arterinės kraujotakos intensyvumo pokyčius.

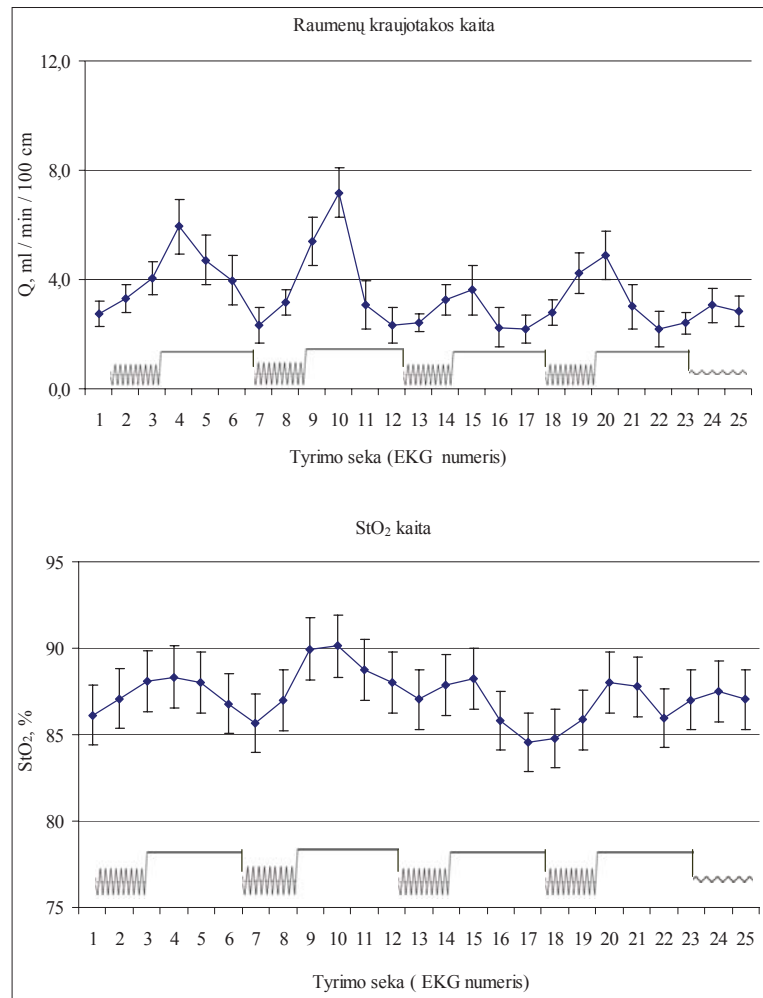
Atliekant kvėpavimo pratimą, blauzdos raumenų arterinės kraujotakos intensyvumo kaita (6 pav.) reikšmingai ( $p < 0,05$ ) padidėdavo daugiau nei du kartus, lyginant su užregistruota ramybės būsenoje:  $2,7 \pm 0,5$  ml / min / 100 cm<sup>3</sup> — ramybės ir  $4,1 \pm 0,6$  ml / min / 100 cm<sup>3</sup> — pirmosios hiperventiliacijos pradžioje. Pirmo registravimo metu po aktyvios plaučių hiperventiliacijos buvo užregistruotas dar didesnis pratekančio kraujo kiekis —  $5,9 \pm 0,9$  ml / min / 100 cm<sup>3</sup>. Toliau tiriamajam sulaikius kvėpavimą, arterinės kraujotakos intensyvumas pradėdavo greitai mažėti ir sumažėdavo netgi iki mažesnių reikšmių nei užregistruotos ramybės būsenoje. Tokio paties pobūdžio

arterinės kraujotakos intensyvumo svyravimai buvo užregistruoti ir per kitas kvėpavimo pratimo fazes — pratekančio kraujo kiekio didėjimas dėl hiperventiliacijos ir mažėjimas sulaikius kvėpavimą. Mažiausias raumenų kraujotakos pokytis pastebėtas per trečią pratimo ciklą, t. y. dėl trečios hiperventiliacijos.

Aktyvios plaučių hiperventiliacijos metu StO<sub>2</sub> reikšmingai didėdavo, o sulaikius kvėpavimą — mažėdavo. Lygiai taip pat, kaip ir raumenų kraujotakos kaitos, mažiausias StO<sub>2</sub> pokytis buvo pastebėtas per trečią pratimo ciklą, t. y. dėl trečios hiperventiliacijos. StO<sub>2</sub> kaita atkartojosi arterinės kraujotakos intensyvumo pokyčius (žr. 6 pav.). Šiame paveiksle pateiktų periferinės kraujotakos ir StO<sub>2</sub> kaitos sugretinimas rodo, kad yra nedidelio laipsnio StO<sub>2</sub> kaitos vėlavimas, lyginant su periferinės kraujotakos intensyvumo kaita —  $r = 0,61$  —  $r = 0,91$  ( $p < 0,05$ ). Vertinant atskirų tiriamųjų užregistruotus raumenų kraujotakos ir StO<sub>2</sub> kaitos duomenis, koreliacinė analizė parodė, kad tarp šių rodiklių kaitos buvo stipri teigiama koreliacija, siekianti  $r = 0,62$  —  $r = 0,93$  ribas ( $p < 0,05$ ). Lygiai taip pat buvo nustatyta teigiama, tik šiek tiek mažesnė koreliacija, kai buvo palyginami kraujotakos intensyvumo ir StO<sub>2</sub> rodikliai, užre-

6 pav. Blauzdos raumenų arterinės kraujotakos ir deguonies įsisotinimo kaita atliekant kvėpavimo sulaikymo pratimą

**Pastaba.**  — kvėpavimo pratimo atlikimas.



gistruoti vienu matavimu, t. y. 15 s vėliau (ribos:  $r = 0,53$ — $r = 0,86$ ;  $p < 0,05$ ).

## REZULTATŲ APTARIMAS

Vadovaudamiesi organizmo funkcijų vienvės principu, šiuo tyrimu aiškinomės, kaip kvėpavimo sulaikymas veikia reikšmingiausias širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinius rodiklius. Tyrimo rezultatai parodė, kad sulaikius kvėpavimą retėjo širdies susitraukimų dažnis, dėl periferinių kraujagyslių vazokonstrikcijos didėjo sistolinio ir diastolinio bei pulsinio AKS reikšmės, mažėjo raumenų arterinės kraujotakos intensyvumas. Visus šiuos širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinių rodiklių pokyčius galima paaiškinti tik remiantis kitų mokslininkų teiginiais apie kraujotakos reguliavimo mechanizmų vienvę, t. y. šiais dviem reikšmingais principais. Pirma, nė vienas iš daugybės reguliavimo mechanizmų neveikia atskirai, o tik sinergiškai sąveikaudami. Antra, beveik visi mechanizmai tiesiogiai kaip kitų reguliavimo mechanizmų sudėtinė dalis arba pastarųjų jautrumui veikia: a) širdies darbo kokybę; b) bendrąjį pe-

riferinį pasipriešinimą; c) kraujagyslių baseino talpą; d) kraujo tūrį ir tarpląstelinį skysčių kiekį (Shephard, 1987; Schmidt, Thews, 1996; Kėvelaitis ir kt., 1999). Kadangi mes vertinome greitosios adaptacijos reakcijas į kvėpavimo mėginus, tai ilgalaikiai kraujotakos reguliavimo mechanizmai neturėjo reikšmingos įtakos, nes jų funkcijos prasideda tik dirgikliui veikiant ilgiau nei kelias valandas (Sonetti et al., 2001). Taigi ir anksčiau išvardytų keturių kraujo tūrio ir tarpląstelinio skysčių kiekio pokyčių nebuvo galima tikėtis.

Širdies raumuo susitraukia dėl spontaniškos depoliarizacijos širdies ritmo vedlio ląstelių, esančių sinusiniame mazge, ir veikimo potencialo sklaidimo laidžiąja sistema bei raumens skaidulomis (Žemaitytė, 1997). Ritminė širdies veikla gali būti moduluojama tiesioginiu būdu per širdies ląstelių energinę sistemą, per įvairių pakopų receptorių struktūrų funkciją, per autonominės nervų sistemos grandžių ar jų sąveikos funkcionavimą periferiniu ir centrinu lygiu, per centrinės nervų sistemos moduluojamąjį poveikį ir hormoninės sistemos poveikį šiam procesui (Shephard, 1987; Schmidt, Thews, 1996; Žemaitytė, 1997). Atlikto tyrimo metu ŠSD

reikšmingai mažėjo, kai buvo atliekami kvėpavimo sulaikymai. Reikšmingą ŠSD pokytį, atliekant kvėpavimo sulaikymus, yra užregistravę daug tyrėjų (Sherman et al., 1980; Sonetti et al., 2001; Guenette et al., 2006; Wylegala et al., 2007), tačiau daugiausia juos tyrinėjo povandeninio sporto atstovai (Pendergast et al., 2006; Wylegala et al., 2007). Širdis gali būti refleksiškai paveikta iš įvairių organų, ypač iš interoreceptorių. Kaip žinoma, aortos lanke yra daug presoreceptorių, iš kurių į centrą eina *n. depressor*. Fiziologai nurodo, kad presoreceptoriai veikia ŠSD kaitą — kuo didesnis kraujospūdis aortoje, tuo stipriau dirginami aortos presoreceptoriai. Impulsai iš *n. depressor* veikia *n. vagi* centrą jaudinami, o simpatinį širdies centrą — slopinami (Shephard, 1987; Schmidt, Thews, 1996).

Nervinį kraujospūdžio reguliavimą atlieka refleksiniai mechanizmai (Schmidt, Thews, 1996; Kėvelaitis ir kt., 1999). Manome, kad kaip ir kvėpavimo, taip ir mūsų taikyto kvėpavimo pratimo atlikimo metu labai svarbūs ne tik plaučių, bet ir karotidinio sinuso receptoriai, torakalinės aortos presoreceptoriai. Tuščių venų žiočių srityje esantys receptoriai, padidėjus kraujospūdžiui, siunčia impulsus, slopinančius parasimpatinės ir skatinančius simpatinės nervų sistemos tonusą, tuo pačiu ir kraujospūdį.

Šio tyrimo rezultatai parodė, kad kvėpavimo sulaikymai sukėlė labai ryškius širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių svyravimus. Vertinant tyrimo rezultatų praktiškumą galima pažymėti, kad kvėpavimo pratimai reikšmingai keičia širdies ir kraujagyslių funkcinį rodiklius, todėl yra tinkama priemonė, papildanti fizinių poveikio priemonių arsenalą, naudojamą sprendžiant sveikatos stiprinimo ir net sportinės treniruotės veiksmingumo didinimo problemas.

Abiejų tyrimų rezultatai parodė, kad StO<sub>2</sub> kaita raumenyse, atliekant kvėpavimo sulaikymo mėgi-

nius ir kvėpavimo pratimą, atkartojo periferinės kraujotakos ypatybes. Neabejojama, kad visoje deguonies tiekimo raumenims grandinėje svarbus yra kraujotakos intensyvumas, funkcionuojančių kapiliarų kiekis ir su juo susijęs kraujagyslių pralaidumas, taip pat ir deguonies difuzijos per kapiliarų membraną greitis (Katz et al., 2000; Polle et al., 2007). Taigi intraląstelinis dalinis deguonies slėgis gali būti laikomas tam tikru saturacijos laipsniu, atitinkančiu deguonies vartojimo kinetines ypatybes (Polle, Jones, 2007). Tyrimo metu neinvaziniu artimosios infraraudonosios spektroskopijos būdu registruojama StO<sub>2</sub> kaita buvo susijusi su raumenų arterinės kraujotakos kaita ir parodė kraujotakos intensyvumo ir deguonies pristatymo greičio poveikį šiam rodikliui. Nedidelio laipsnio StO<sub>2</sub> kaitos vėlavimas, lyginant su kraujotakos kaita, taip pat gali būti paaiškinamas deguonies vartojimo kinetinėmis ypatybėmis. Raumenų kraujotakos didėjimas yra santykiškai greitas procesas ir daugeliu atvejų viršija esamą poreikį. Kraujotaka pradeda intensyvėti iš karto vos tik pradėjus pratimą, kai tuo tarpu apie 15 s nuo pratimo pradžios dar nematyti akivaizdaus deguonies ekstrakcijos iš kraujo padidėjimo (Grassi et al., 1996; Beekvelt et al., 2001; Hughson, 2007).

## IŠVADOS

1. Kvėpavimo sulaikymai sukelia reikšmingus širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinį rodiklių svyravimus: dėl periferinių kraujagyslių vazokonstrikcijos didėja sistolinio ir diastolinio bei pulsinio arterinio kraujo spaudimo reikšmės; mažėja raumenų arterinės kraujotakos intensyvumas ir deguonies įsisotinimas raumenyse.
2. Deguonies įsisotinimo kaita raumenyse, atliekant kvėpavimo pratimą, atkartoja periferinės kraujotakos ypatybes.

## LITERATŪRA

- Beekvelt, M. C., Colier, W. N., Wevers, R. A., Engelen, B. G. (2001). Performance of near-infrared spectroscopy in measuring local oxygen consumption and blood flow in skeletal muscle. Quantitative near-infrared spectroscopy in human skeletal muscle. (pp. 31—48). The Netherlands: Radboud University Nijmegen.
- Grassi, B., Polle, D. C., Richardson, R. S. et al. (1996). Muscle O<sub>2</sub> uptake kinetics in humans: Implications for metabolic control. *Journal of Applied Physiology*, 80, 988—998.
- Guenette, J. A., Martens, A. M., Lee, A. L. et al. (2006). Variable effects of respiratory muscle training on cycle exercise performance in men and women. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31 (2), 159—166.
- Hughson, R. L. (2007). Regulation of VO<sub>2</sub> on kinetics by O<sub>2</sub> delivery. *Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine* (pp. 185—211). London and New York: Routledge.
- Jasiukevičienė, L., Vasiliauskas, D. (1998). *Sportininkų hiperventiliacijos po fizinių krūvių korekcija*. Kaunas: KMA.
- Katz, L. M., Bayly, W. M., Roeder, M. J., Hines, M. T. (2000). Effects of training on maximum oxygen consumption of ponies. *American Journal of Veterinary Research*, 61, 986—991.
- Kėvelaitis, E., Illert, M., Hultborn, H. (1999). *Žmogaus fiziologija*. Kaunas: KMU.
- Pendergast, D. R., Lindholm, P., Wylegala, J., Warkander, D.,

- Lundgren, C. E. (2006). Effects of respiratory muscle training on respiratory CO<sub>2</sub> sensitivity in SCUBA divers. *Undersea and Hyperbaric Medicine*, 33 (6), 447—453.
- Poderys, J., Grūnovas, A., Poderytė, K., Miseckaitė, B., Šilinskas, V. (2007) Širdies ir kraujagyslių sistemos rodiklių kaita atliekant kvėpavimo pratimus. *Physical culture and sport in universities: International conference* (pp. 121—123). Palanga: Kaunas University of Technology.
- Polle, D. C., Jones, A. M. (2007). Towards an understanding of the mechanistic bases of VO<sub>2</sub> kinetics: summary of key points raised in chapters 2—11. *Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine* (pp. 294—328). London and New York: Routledge.
- Polle, D. C., Kindig, C. A., Behnke, B. J. (2007). VO<sub>2</sub> kinetics in different disease states. *Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine*. London and New York: Routledge. (pp. 353—372).
- Schmidt, R. F., Thews, G. (1996). *Human Physiology*. London.
- Shephard, R. J. (1987). *Exercise Physiology*. Toronto Philadelphia: B. C. DECKER INC.
- Sherman, D., Eilender, E., Shefer, A., Kerem, D. (1980). Ventilatory and occlusion-pressure responses to hypercapnia in divers and non-divers. *Undersea Biomedical Research*, 7 (1), 61—74.
- Skirius, J. (2005). *Sporto Medicina: funkcinės būklės medicininė kontrolė*. Kaunas: LKKA.
- Sonetti, D. A., Wetter, T. J., Pegelow, D. F., Dempsey, J. A. (2001). Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. *Respiration Physiology*, 127 (2—3), 185—199.
- Šidlauskienė, E. (2005). *Individualių treniruočių ir kvėpavimo pratimų derinių įtaka širdies nepakankamumu sergančių asmenų organizmo funkcinėi būklei: magistro tezės*. Kaunas: LKKA.
- Vainoras, A., Ašeriškyte, D., Poderys, J., Navickas, Z. (2005). Fractal dimensions in evaluation in heart function parameters during physical investigations. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 3 (57), 61—66.
- Wylegala, J. A., Pendergast, D. R., Gosselin, L. E., Warkander, D. E., Lundgren, C. E. (2007). Respiratory muscle training improves swimming endurance in divers. *European Journal of Applied Physiology*, 99 (4), 393—404.
- Žemaitytė, D. (1997). *Širdies ritmo autonominis reguliavimas: mechanizmai, vertinimai, klinikinė reikšmė*. Palanga.

## CARDIOVASCULAR CHANGES DURING THE BREATHING EXERCISE

Kristina Poderytė, Birutė Miseckaitė, Albinas Grūnovas, Jonas Poderys, Eugenijus Trinkūnas  
Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania

### ABSTRACT

The task of this study was to assess the features in changes of oxygen desaturation in muscular tissue, muscular blood flow changes and of cardiac indices while performing the breathing exercises. During the first investigation 11 healthy subjects underwent two stops in breathing up to maximal duration with five minutes between them and during the second investigation — four cycles of breathing exercise combining the hyperventilation and breathing stops after inspiration up to submaximal duration. Changes in systemic arterial blood pressure, arterial blood flow in calf-measured by venous occlusion plethysmography, oxygen desaturation-measured by near-infrared spectroscopy (Hutchinson Technology device, Model 325) and cardiac changes — 12 lead ECG indices were analyzed.

Results obtained during the study showed that all the participants of the study were able to perform longer breathing stops during the second trial, and greater rise of diastolic blood pressure was observed. Breathing stops made an influence on various cardiovascular changes, even in calf muscle blood flow intensity and oxygen desaturation in muscular tissue as well. We found a significant decrease in arterial blood flow in a calf during the apnoe and the character of changes in muscle blood flow after the breath stops was similar to the phenomenon of reactive hyperemia or post exercise hyperemia. The oxygen desaturation in muscle decreased significantly at each breathing stop. The breathing exercise caused significant changes of cardiac indices and changes in blood flow intensity and oxygen desaturation in muscular tissue. The vasoconstriction of vessels caused a significant rise of diastolic and systolic blood pressures, changes in muscular blood flow intensity and oxygen desaturation. The kinetics of oxygen desaturation in muscular tissue reiterated the peculiarities of peripheral blood flow.

**Keywords:** cardiovascular system, muscular blood flow, oxygen desaturation, breathing exercise.

Gauta 2007 m. lapkričio 13 d.  
Received on November 13, 2007

Priimta 2008 m. rugsėjo 9 d.  
Accepted on September 9, 2008

Kristina Poderytė  
Lietuvos kūno kultūros akademija  
(Lithuanian Academy of Physical Education)  
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas  
Lietuva (Lithuania)  
Tel +370 37 302650  
E-mail k.poderyte@lkka.lt