

ŠUOLIUKŲ PRIEŠKRŪVIO POVEIKIS MERGINŲ DEGUONIES SUVARTOJIMO KAITAI BĖGANT VIDUTINIŲ IR DIDELIU GREIČIU

Kristina Zaičėnkovienė, Arvydas Stasiulis
Lietuvos kūno kultūros akademija, Kaunas, Lietuva

Kristina Zaičėnkovienė. Biologijos mokslų magistrė. Lietuvos kūno kultūros akademijos biomedicinos mokslų krypties doktorantė, Kūno kultūros ir gimnastikos katedros lektorė. Mokslinių tyrimų kryptis — aerobinio ir anaerobinio pajėgumo, bioenergetikos greitoji ir lėtoji adaptacija.

SANTRAUKA

Tyrimo tikslas — nustatyti 100 vertikalių didžiausių pastangų šuoliukų, atliekamų tiesiomis kojomis nušokus nuo 47 cm pakylės, poveikį deguonies suvartojimo kaitai bėgant vidutiniu ir dideliu aerobiniu greičiu. Būti tiriamos sutiko 9 fiziškai aktyvios merginos, kurių amžius, ūgis, svoris, maksimalusis deguonies suvartojimas atitinkamai buvo 22,8 (4,1) m., 1,65 (0,48) m, 58,1 (4,7) kg ir 42,4 (6,0) ml / kg / min. Tiriamosios buvo testuojamos keturis kartus bėgimo takeliu. Visų tyrimų metu registruoti tiriamųjų kvėpavimo dujų apykaitos, ŠSD, subjektyviai suvokiamų pastangų, kraujo laktato koncentracijos rodikliai. Pradžioje norint nustatyti maksimalųjį deguonies suvartojimą ir ventiliacinius slenksčius, pagal kuriuos skaičiuotas pastovių krūvių (PK) intensyvumas, tiriamosios atliko nuosekliai didinamą krūvį. Per kitus tris kartus buvo atliekami PK: po vieną vidutinio (90% pirmojo VS (ventiliacinio slenksčio) ir didelio (pirmasis VS + 75% skirtumo tarp VS 2 ir VS 1) intensyvumo. Praėjus kelioms dienoms po kontrolinių PK, tiriamoji atlikdavo prieškrūvį (100 šuoliukų po nušokimų nuo 47 cm aukščio pakylės kas 20 s.). Praėjus vienai ir 24 valandoms po prieškrūvio buvo atliekami tie patys PK.

Tiriamosios jautė vidutinišką blauzdos raumenų skausmą praėjus 24 valandas po prieškrūvio (3,7(1,2) balo). Tik atliekant vidutinio intensyvumo PK kai kurie VO_2 rodikliai pakito reikšmingai: praėjus vienai valandai po prieškrūvio greitosios kaitos fazės amplitudė ir vidutinės VO_2 reikšmės 4, 5 ir 6 krūvio minutę padidėjo. Praėjus 24 valandoms po prieškrūvio, taip pat abiem atvejais atliekant didelio intensyvumo PK, statistiškai reikšmingų šių rodiklių pokyčių nebuvo. Be to, praėjus 24 valandoms po prieškrūvio padidėjo SSP (subjektyviai suvokiamos pastangos) 3 ir 6 vidutinio intensyvumo PK minutę.

Apibendrinant galima teigti, kad ekscentrinis-koncentrinis blauzdos raumenų prieškrūvis (100 šuoliukų, atliekamų tiesiomis kojomis po nušokimo nuo 47 cm pakylės) praėjus vienai valandai po jo padidina deguonies suvartojimą pastovios būklės fazėje bėgant vidutiniu greičiu. Neturi reikšmingo poveikio ir šio rodiklio dydžiui praėjus 24 valandoms po prieškrūvio, taip pat deguonies suvartojimo dydžiui ir jo kaitos greičiui bėgant dideliu greičiu bei šio rodiklio kaitos greičiui bėgant vidutiniu ir dideliu greičiu praėjus vienai ir 24 valandoms po prieškrūvio.

Raktažodžiai: deguonies suvartojimas, subjektyviai suvokiamos pastangos, prieškrūvis, pastovus krūvis, bėgimas.

IVADAS

Po neįprastos fizinės veiklos, kurią sudaro ekscentriniai ar ekscentriniai-koncentriniai raumenų susitraukimai, gali pasireikšti vėluojantis raumenų skausmas (VRS), kuris labiausiai juntamas praėjus 24—72 valandoms po krūvio (Armstrong, 1984). VRS gali būti susijęs su jungiamojo audinio ir miofibrilių pažeida (Davies, White, 1981; Friden et al., 1983), viduląstelinio pabrinkimu ir padidėjusiu spaudimu raumens vi-

duje (Friden et al., 1986; 1988), pablogėjusia mikrocirkuliacija ir raumenų jėgos sumažėjimu (Davies, White, 1981; Sargeant, Dolan, 1989). Po 100 vertikalių šuolių nuo pakylės raumenų funkcija išlieka pablogėjusi bent jau 24 valandas po krūvio (Skurvydas et al., 2000). Sukaupta daug duomenų, kaip skirtingo intensyvumo ar pobūdžio prieškrūvis veikia deguonies suvartojimo dydį ir kaitą įvairių fizinių krūvių metu (Tordi et al., 2003;

Endo et al., 2004; Sanchis Moysi et al., 2005). Duomenys apie VRS sukeliančių ekscentrinių krūvių poveikį deguonies suvartojimui pastovaus intensyvumo krūvių metu negausūs ir jų rezultatai prieštaringi. Nustatyta, kad praėjus dviems paroms po VRS sukeliančių krūvių deguonies suvartojimas ar jo kaitos greitis antroje ir trečioje fazėje nepakinta atliekant didelio intensyvumo aerobinį krūvį veloergometru (Sanchis Moysi et al., 2005; Schneider et al., 2007). Po ekscentrinių fizinių pratimų, sukėlusių raumenų pažeidą, bėgimo ekonomiškas po vienos—keturių parų liko nepakitęs (Paschalis et al., 2005; Vassilis et al., 2008), o praėjus vienai valandai po ekscentrinio-koncentrinio šuolių prieškrūvio deguonies suvartojimas vidutinio ir didelio intensyvumo veloergometrinių krūvių metu padidėjo (Ratkevicius et al., 2006). VO_2 bėgant vidutiniu greičiu ir lėtasis VO_2 komponentas bėgant dideliu greičiu padidėjo praėjus vienai valandai po intervalinės bėgimo treniruotės (James, Doust, 1998; 1999). VO_2 kinetinės ypatybės bėgant dideliu greičiu nepakito praėjus 4 minutėms po analogiško to paties intensyvumo prieškrūvio (Jones et al., 2008), o bėgimo ekonomiškas pablogėjo po 60 minučių bėgimo dideliu intensyvumu (Sproule, 1998) ar 30 minučių bėgimo nuokalne (Chen et al., 2007). Nėra duomenų apie ekscentrinių prieškrūvių poveikį VO_2 kaitai skirtingo intensyvumo bėgimo krūvio pradžioje ir įvairiais atsigavimo etapais po tokio prieškrūvio.

Taigi **tyrimo tikslas** — ištirti deguonies suvartojimo kaitą po bėgimo vidutiniu ir dideliu greičiu praėjus vienai ir 24 valandoms po ekscentrinio-koncentrinio blauzdos raumenų prieškrūvio (100 šuoliukų po nušokus nuo pakylės).

TYRIMO METODIKA

Tiriamieji. Būti tiriamos sutiko devynios fiziškai aktyvios Lietuvos kūno kultūros akademijos studentės (1 lent.). Kiekviena tiriamoji buvo testuota keturis kartus tokiomis pačiomis sąlygomis.

Testavimo išvakarėse buvo prašoma, kad tiriamosios neatliktų sunkaus fizinio krūvio, o testavimo dieną būtų visiškai nesimankštinusios ir pavalgiusios mažiausiai prieš dvi valandas iki tyrimo. Skirtingų testavimų atlikimo laikas buvo derinamas ir prašoma, kad tiriamosios visada atvyktų tuo pačiu paros metu (dažniausiai ryte).

Tyrimo metodai. *Antropometrija.* Naudojant specialų ūgio matuoklį ir kūno kompozicijos analizatorių „TBF—300“ (Japonija) buvo nustatytas tiriamųjų ūgis ir kūno svoris.

Spirometrija. Norint nustatyti tiriamųjų dujų apykaitos rodiklius, nešiojamu dujų analizatorių „Oxycon Mobile“ (Vokietija) buvo registruojami kiekvieno tiriamosios kvėpavimo ciklo rodikliai: deguonies suvartojimas ($\dot{V}O_2$), anglies dioksido išskyrimo greitis ($\dot{V}CO_2$), plaučių ventiliacija (\dot{V}_E), kvėpavimo koeficientas (RER), O_2 ir CO_2 slėgis ore iškvėpimo pabaigoje ($P_{ET}O_2$ ir $P_{ET}CO_2$). Užregistruotų rodiklių vidutinės reikšmės kas 5 sekundes toliau buvo analizuojamos *Microsoft Excel* programa.

Pulsometrija. Viso tyrimo metu širdies susitraukimų dažnis (ŠSD) 5 sekundžių intervalais buvo registruojamas pulso matuokliu „Polar S810“ (Suomija) ir toliau analizuojamas *Microsoft Excel* programą.

Ergometrija. *Nuosekliai didinamo krūvio testas (NDK).* NDK buvo atliekamas bėgtakiu (LE 200 CE, HP Cosmos). Tris pirmas minutes bėgimo greitis buvo 7 km / h, nuo ketvirtos bėgimo minutės jis buvo didinamas kas 6 s po 0,1 km / h. Krūvis nutraukiamas tada, kai tiriamoji dėl nuovargio nebegalėdavo tęsti bėgimo reikiamu greičiu.

Pastovaus intensyvumo krūviai. Vidutinio (80% VeS 1) ir didelio intensyvumo (VeS 1 + (VeS 2— VeS 1) / 2) krūviai buvo atliekami bėgtakiu. Atlikdamos PK tiriamosios 3 minutes 7 km / h greičiu bėgdavo, tada 1 minutę stovėdavo ant bėgtakio korpuso, kad išibėgėtų bėgtakio takelis iki reikiamo greičio. Paskui 6 minutes atlikdavo individualų vidutinio intensyvumo krūvį, tada

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika

Amžius, m.	22,8 (4,1)
Ūgis, m	1,65 (0,48)
Svoris, kg	58,1 (4,7)
VO_2 max, l / min	2,474 (0,398)
ŠSD max, tv. / min	191,6 (13,4)

gulėdamos ilsėdavosi 5 minutes. Po 10 minučių panašiai buvo atliekamas didelio intensyvumo krūvis. Viso PK metu buvo registruojami vegetacinių sistemų funkcijos rodikliai.

Deguonies suvartojimo kaitos analizė. Norint įvertinti VO_2 kaitą darbo metu *Microcal Origin* programa duomenys buvo analizuojami taikant monoeksponentinę lygtį:

$$VO_2(t) = VO_2(b) + A \cdot 1 \cdot (1 - e^{-t/\tau^1}),$$

čia $y(b)$ — VO_2 vidutinė pradinė reikšmė per paskutines 30 darbo sekundžių; A — amplitudė, parodanti y reikšmės pokyčio dydį; τ — laiko konstanta (s) rodo y reikšmės pokyčio greitį; t — trukmė (s) nuo darbo pradžios.

Norint įvertinti deguonies suvartojimą didelio intensyvumo darbo metu *Microcal Origin* programa duomenys buvo analizuojama taikant bieksponentinę lygtį:

$$VO_2(t) = VO_2(b) \pm A \cdot 1 \cdot (1 - e^{-t/\tau^1}) + A \cdot 2 \cdot (1 - e^{-t/\tau^2}),$$

čia VO_2 vidutinė pradinė reikšmė per paskutines 30 darbo sekundžių; $A \cdot 1$ ir $A \cdot 2$ — amplitudės, VO_2 — greito ir lėto komponentų pokyčių dydžius; t — trukmė nuo darbo pradžios (s).

Prieš analizę dėl kardiodinaminio komponento (Whipp et al., 1982) VO_2 , pasitelkiant eksponentines lygtis, 20 sekundžių duomenys nuo kiekvieno darbo pradžios buvo atmetami.

Didelio intensyvumo krūvio metu buvo skaičiuojamas deguonies suvartojimo kaitos lėtasis komponentas: skirtumas tarp rodiklių — 6 ir 3 darbo minutes.

Kraujo laktato koncentracijos nustatymas. Specialiomis vienkartinėmis priemonėmis buvo imami 0,1 ml kapiliarinio kraujo mėginiai iš rankos piršto, prieš tai odą dezinfekavus. La koncentracija buvo nustatoma „Accutrend Lactate“ analizatoriumi (Vokietija).

Ekscentrinis-koncentrinis prieškrūvis (EKP). Prieš šuoliukus buvo daroma pramankšta — kojų raumenų tempimo pratimai. Toliau buvo atliekama 100 vertikalių šuolių didžiausiomis pastangomis. Kiekvienas šuolis buvo atliekamas nušokus nuo 47 cm pakyls per kelio sąnarį tiesiomis kojomis kas 20 s, per kurias tiriamosios neskubėdamos pasirengdavo kitam šuoliui, t. y. užlipdavo ant pakyls.

Tyrimo organizavimas. Testavimai vyko Lietuvos kūno kultūros akademijos Sporto fiziologijos laboratorijoje. Tiriamosios buvo tiriamos keturis

kartus. Pirmą kartą atvykus tiriamoji užpildydavo informuoto asmens sutikimo formą ir būdavo supažindinama su tyrimo tikslais, eiga ir organizavimu. Paskui būdavo nustatomi tiriamosios antropometriniai, kūno kompozicijos rodikliai. Tada atliekamas NDK. Prieš NDK tiriamoji atlikdavo 10 minučių pramankštą. Po jos buvo dedamas nešiojamas dujų analizatorius, pulsometras ir atliekamas NDK. Kiekvienos NDK minutės pabaigoje tiriamųjų buvo prašoma įvertinti suvokiamas pastangas naudojant 15 lygių Borgo skalę. NDK buvo atliekamas iki visiško nuovargio, t. y. kai tiriamoji negalėjo bėgti bėgimo takelio juostos sukimosi greičiu. Tada tiriamoji 5 minutes ilsėdavosi gulėdama.

Kito tyrimo metu buvo atliekami kontroliniai PK: po vieną vidutinio ir didelio intensyvumo. Po kelių dienų buvo atliekamas EKP ir po vienos, ir po 24 valandų po prieškrūvio tie patys vidutinio ir didelio intensyvumo PK. Po 3 ir 6 PK min buvo prašoma įvertinti suvokiamas pastangas naudojant 15 lygių Borgo skalę. Atlikus PK iš rankos piršto buvo imamas kapiliarinis kraujas ir nustatoma kraujo laktato koncentracija. Visų tyrimų metu dujų analizatoriumi „Oxycon Mobile“ (Vokietija) ir pulso matuokliu „Polar S810“ (Suomija) buvo registruojami kvėpavimo, dujų apykaitos ir ŠSD rodikliai.

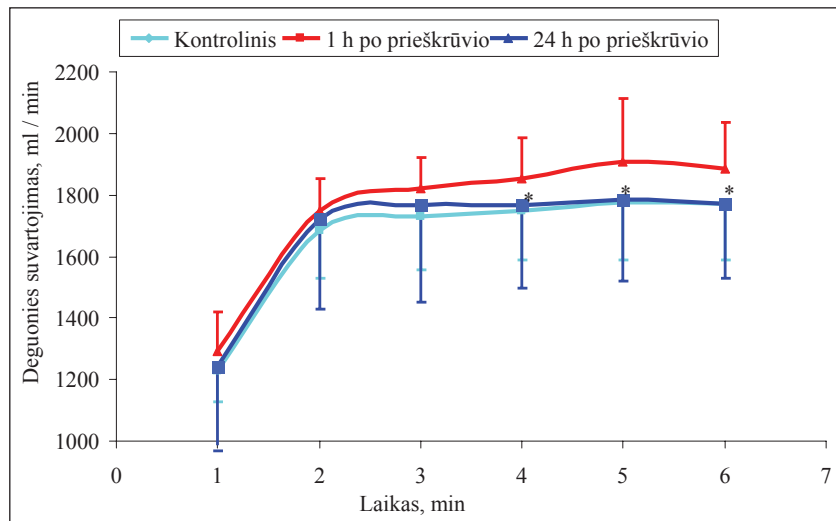
Matematinė statistika. Buvo skaičiuojami analizuojamų rodiklių aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Duomenų skirstinio atitikimas normaliajam buvo tikrinamas neparame-triniu Kolmogorovo-Smirnovo testu. Deguonies suvartojimo kaita priklausomai nuo testavimo sąlygų buvo analizuojama naudojant vieno veiksnio dispersinę analizę priklausomoms imtims. Statistinių hipotezių patikimumui pasirinkome reikšmingumo lygmenį $p < 0,05$. Duomenis analizavome naudodami kompiuterinės programos *LAB Manager, Microsoft Excel, Statistica for Windows*.

REZULTATAI

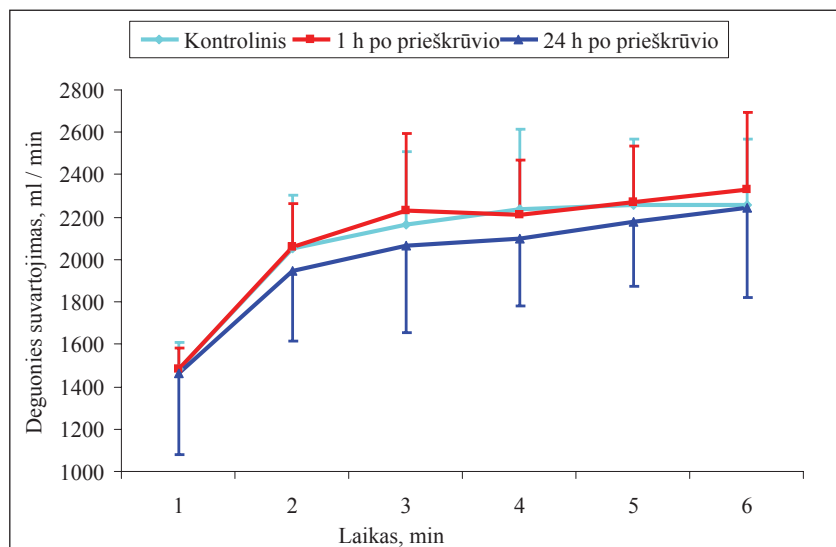
Tiriamosios jautė vidutinišką blauzdos raumenų skausmą praėjus 24 valandoms po prieškrūvio (3,7 (1,2) balo). Po kontrolinio vidutinio ir didelio intensyvumo bėgimo, praėjus vienai ir 24 valandoms po prieškrūvio kraujo laktato koncentracija atitinkamai buvo 4,5 (1,1) ir 7,1 (1,6), 4,3 (1,7) ir 6,5 (1,4), 3,8 (1,0) ir 6,0 (1,5) mmol / l ($p > 0,05$). Subjektyviai suvokiamos pastangos trečią ($p = 0,01$) ir šestą vidutinio intensyvumo

1 pav. Deguonies suvartojimo kaita atliekant pastovų vidutinio intensyvumo bėgimo testą

Pastaba. * — statistiškai reikšmingi skirtumai praėjus 4 min: $p = 0,012$; 5 min: $p = 0,003$; 6 min: $p = 0,013$.



2 pav. Deguonies suvartojimo kaita atliekant pastovų didelio intensyvumo bėgimo testą



krūvio minutę ($p = 0,03$) padidėjo statistiškai reikšmingai praėjus 24 valandoms po prieškrūvio, lyginant su kontroliniu bėgimu, o didelio intensyvumo krūvio metu šio rodiklio padidėjimas praėjus vienai valandai po prieškrūvio nesiekė statistiškai reikšmingo lygmens.

Plaučių ventilacija ir kvėpavimo koeficientas taip pat reikšmingai nekito (2 lent.). Deguonies suvartojimo vidutinės reikšmės kiekvieną krūvio minutę pateiktos 1 ir 2 paveikslė, o jo kaitos rodikliai, apskaičiuoti taikant eksponentinio trendo lygtis (3, 4 lent.). Vidutinis deguonies suvartojimas 4, 5, 6 vidutinio intensyvumo krūvio, atlikto praėjus vienai valandai po prieškrūvio, minutę statistiškai reikšmingai padidėjo, lyginant su kontroliniu bėgimu. Greitosios deguonies suvartojimo kaitos fazės amplitudė ($p = 0,013$) ir vidutinis deguonies suvartojimas šeštą minutę ($p = 0,06$), apskaičiuotas pagal monoeksponentinio trendo lygtį šeštos minutės pabaigoje ($p = 0,009$), taip pat padidėjo statistiškai reikšmingai praėjus vie-

nai valandai po prieškrūvio, lyginant su kontroliniu bėgimu.

Greitosios kaitos fazės laiko konstanta vidutinio intensyvumo bėgimo krūvio metu nepakito. Pastebėta deguonies suvartojimo šeštą minutę skirtumo, šio rodiklio vidurkių šeštą ir trečią didelio intensyvumo krūvio minutę ir lėtosios kaitos fazės laiko konstantos padidėjimo tendencija praėjus vienai ir 24 valandoms po prieškrūvio, nors skirtumas nėra statistiškai reikšmingas (4 lent.).

REZULTATŲ APTARIMAS

Šio tyrimo rezultatai parodė, kad 100 šuoliukų, atliekamų tiesiomis kojomis po nušokimo nuo 47 cm pakyls, prieškrūvis padidina deguonies suvartojimą pastovios būklės fazėje bėgant vidutiniu greičiu praėjus vienai valandai po prieškrūvio, bet neturi reikšmingo poveikio šio rodiklio dydžiui praėjus 24 valandoms po prieškrūvio.

Vidutinio intensyvumo bėgimo krūvis						
3 minučių bėgimas				6 minučių bėgimas		
Rodikliai	Kontrolinis	1 h po prieškrūvio	24 h po prieškrūvio	Kontrolinis	1 h po prieškrūvio	24 h po prieškrūvio
VE, l / min	43,4 (5,1)	45,9 (6,8)	45,9 (10,5)	46,4 (5,6)	49,0 (7,5)	49,5 (11,3)
RER	0,91 (0,03)	0,85 (0,08)	0,86 (0,04)	0,94 (0,04)	0,86 (0,08)	0,90 (0,05)
ŠSD, tv. / min	154,9 (9,3)	157,8 (13,7)	150,1 (15,9)	162,0 (9,5)	165,1 (12,0)	156,6# (15,3)
SSP, balai	9,8 (1,7)	10,8 (1,2)	11,6** (2,0)	11,2 (1,3)	12,0 (1,4)	12,8* (1,8)
Didelio intensyvumo bėgimo krūvis						
VE, l / min	58,2 (7,7)	59,8 (8,0)	53,7 (9,4)	64,6 (9,0)	67,5 (10,2)	63,7 (11,8)
RER	0,98 (0,06)	0,91 (0,06)	0,93 (0,05)	0,99 (0,06)	0,96 (0,06)	0,96 (0,07)
ŠSD, tv. / min	175,5 (5,8)	175,0 (12,6)	172,6 (10,1)	182,6 (5,0)	183,0 (9,0)	181,0 (5,8)
SSP, balai	13,1 (1,2)	13,4 (1,6)	14,1 (1,6)	14,3 (1,2)	15,1 (1,5)	15,0 (1,3)

2 lentelė. Plaučių ventilacijos, kvėpavimo koeficiento, ŠSD ir subjektyviai suvokiamų pastangų (SSP) rodikliai atliekant pastovius vidutinio ir didelio intensyvumo bėgimo krūvius

Pastaba. Statistiškai reikšmingas skirtumas, lyginant su kontroliniu rodikliu (* — $p < 0,05$; ** $p < 0,01$) ar vienos valandos bėgimu po prieškrūvio (# — $p < 0,05$).

Rodikliai	Kontrolinis	1 h po prieškrūvio	24 h po prieškrūvio
Pradinė reikšmė, l / min	0,385 (0,100)	0,388 (0,067)	0,336 (0,055)
A 1, l / min	1,354 (0,176)	1,442 (0,152)*	1,349 (0,332)
T 1, s	12,3 (4,7)	12,7 (6,5)	12,9 (5,1)
3 min, l / min	1,741 (0,182)	1,807 (0,977)	1,680 (0,339)
6 min, l / min	1,770 (0,179)	1,858 (0,150)*	1,708 (0,318)
6—3 min, l / min	0,029 (0,046)	0,052 (0,082)	0,029 (0,067)
Apskaičiuota po 6 min bėgimo, l / min	1,739 (0,174)	1,830 (0,139)**	1,685 (0,162)

3 lentelė. Deguonies suvartojimo kaitos rodikliai atliekant pastovų 6 minučių vidutinio intensyvumo bėgimo krūvį (apskaičiuoti taikant monoeksponentinio trendo lygtį)

Pastaba. A 1 — greitosios kaitos fazės amplitudė, T 1 — greitosios kaitos fazės laiko konstanta. Statistiškai reikšmingas rodiklio skirtumas, lyginant su kontroliniu: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$.

Rodikliai	Kontrolinis	1 h po prieškrūvio	24 h po prieškrūvio
Pradinė reikšmė, l / min	0,339 (0,096)	0,335 (0,065)	0,325 (0,105)
A 1, l / min	1,338 (0,361)	1,361 (0,157)	1,259 (0,388)
T 1, s	4,7 (3,0)	4,8 (1,9)	5,9 (3,1)
A 2, l / min	0,618 (0,164)	0,674 (0,260)	0,661 (0,334)
T 2, s	89,1 (30,6)	110,5 (69,7)	159,9 (128,5)
3 min, l / min	2,189 (0,348)	2,190 (0,250)	2,058 (0,356)
6 min, l / min	2,255 (0,334)	2,357 (0,388)	2,280 (0,450)
6—3 min, l / min	0,066 (0,086)	0,167 (0,170)	0,222 (0,232)
Apskaičiuota po 6 min bėgimo, l / min	2,281 (0,335)	2,331 (0,306)	2,176 (0,231)

4 lentelė. Deguonies suvartojimo kaitos rodikliai atliekant pastovų 6 minučių didelio intensyvumo bėgimo krūvį (apskaičiuoti taikant bieksponentinio trendo lygtį)

Pastaba. A 1 — greitosios kaitos fazės amplitudė, A 2 — lėtosios kaitos fazės amplitudė, T 1 — greitosios kaitos fazės laiko konstanta, T 2 — lėtosios kaitos fazės laiko konstanta.

Minėtas prieškrūvis neturi reikšmingo poveikio deguonies suvartojimo dydžiui ir jo kaitos greičiui bėgant dideliu greičiu, taip pat šio rodiklio kaitos greičiui vidutinio ir didelio intensyvumo bėgimo metu testuojant praėjus vienai ir 24 valandoms po prieškrūvio.

Nėra duomenų, kaip ekscentriniai prieškrūviai veikia VO_2 kaitą skirtingo intensyvumo bėgimo krūvio pradžioje ir įvairiais atsigavimo po tokio prieškrūvio etapais. Atliekant krūvius veloergometru nustatyta, kad praėjus dviems paroms po VRS sukeliančių krūvių deguonies suvartojimas ar jo

kaitos greitis antroje ir trečioje fazėse nepakinta atliekant didelio intensyvumo aerobinių krūvių велоergometru (Sanchis Moysi et al., 2005; Schneider et al., 2007). Mūsų tyrimo metu taip pat neužfiksuota VO_2 kaitos pokyčių praėjus vienai ir 24 valandoms po ekscentrinio-koncentrinio blauzdos raumenų prieškrūvio. Kita vertus, praėjus vienai valandai po ekscentrinio-koncentrinio šuolių prieškrūvio deguonies suvartojimas vidutinio ir didelio intensyvumo велоergometrinių krūvių metu buvo padidėjęs (Ratkevičius et al., 2006). Mūsų tyrimų, atliktų bėgtakiu, duomenys rodo tik reikšmingą VO_2 padidėjimą bėgant vidutiniu greičiu, nors matoma VO_2 ir jo kaitos lėtojo komponento padidėjimo tendencija bėgant dideliu greičiu praėjus vienai valandai po prieškrūvio. Praėjus vienai parai po mūsų prieškrūvio reikšmingų pokyčių nebuvo, nors tiriamosios jautė vidutinišką raumenų skausmą ir sunkiau vertino atliekamą krūvį. Po ekscentrinio fizinių pratimų, sukėlusiu raumenų pažeidimą, bėgimo ekonomiškumas po vienos ir keturių parų buvo nepakitęs (Paschalis et al., 2005; Vassilis et al., 2008). VO_2 bėgant vidutiniu greičiu ir lėtasis VO_2 komponentas bėgant dideliu greičiu padidėjo praėjus vienai valandai po intervalinių bėgimo pratybų (James, Doust, 1998; 1999). VO_2 kinetinės ypatybės bėgant dideliu greičiu nepakito praėjus 4 minutėms po analogiško to paties intensyvumo prieškrūvio (Jones et al., 2008). Kita vertus, bėgimo ekonomiškumas pablogėjo po 60 minučių bėgimo dideliu intensyvumu (Sproule, 1998), taip pat šis rodiklis išliko tris dienas pablogėjęs po 30 minučių bėgimo nuokalne (Chen et al., 2007). Pastarojo tyrimo metu užfiksuotas panašaus dydžio VO_2 prieaugis (4–7%) kaip ir mūsų tyrimo metu (apie 5% bėgant vidutiniu greičiu, tik mūsų atveju pokytis buvo pastebėtas praėjus vienai valandai po prieškrūvio).

Po 200 vertikalių didžiausių pastangų šuolių tiesiomis kojomis pasireiškia tokie blauzdos raumenų pažeidos požymiai kaip VRS ir sumažėjusi jėga (Finni et al., 2001; Twist et al., 2008). Mūsų tyrimo metu buvo atlikta 100 šuolių (kiekvienas kas 20 s) po nušokimų nuo 47 cm pakylės, todėl tikėtina, kad buvo sukelta raumenų pažeida, nes tiriamosios praėjus 24 valandoms po prieškrūvio jautė vidutinišką blauzdos raumenų skausmą. Tikėtina, kad toks protokolas galėjo sumažinti blauzdos raumenų jėgą, kadangi po panašaus protokolo, tik atliekant šuolius po nušokimų pusiau pritūpus, šlaunies raumenų jėga išliko sumažėjusi bent jau 24 valandas (Skurvydas et al., 2000). Ko gero, pažeidos dydis buvo per mažas, kad paveiktų bė-

gimo ekonomiškumą praėjus parai po prieškrūvio. Kita vertus, blauzdos raumenų masė nėra tokia didelė, kad labai pastebimai paveiktų organizmo deguonies suvartojimo greitį. Keletas veiksnių gali paveikti bėgimo ekonomiškumą: raumenų temperatūra, kvėpavimo koeficiento dydis, plazmos katecholaminų koncentracija, raumenų glikogeno atsargos, raumenų pažeida (Calbet et al., 2001). Manoma, kad bėgimo ekonomiškumo pokyčiai gali būti susiję su didesniu II tipo (greitųjų) raumenų skaidulų rekrutavimu (Calbet et al., 2001). Galima manyti, kad bėgant po prieškrūvio dėl nuovargio ir raumenų skaidulų jėgos sumažėjimo buvo rekrutuojama daugiau greitųjų raumenų skaidulų, kurių darbo veiksmingumas yra blogesnis (Nakagawa et al., 2005). Tai galėjo padidinti deguonies sąnaudas mūsų tiriamųjų atliktų krūvių atveju. Sunku paaiškinti, kodėl didesnis poveikis buvo pastebimas bėgant mažesniu greičiu, nors panaši tendencija išliko ir bėgant didesniu greičiu, tik pokytis nesiekė statistiškai reikšmingo lygmens. Dėl sumažėjusios raumenų jėgos galėjo pasikeisti bėgimo kinematiniai ypatumai ir paveikti bėgimo ekonomiškumą (Braun, Dutto, 2003). Blogesnis ištempimo ir susitraukimo ciklo panaudojimas bėgant taip pat gali būti bėgimo ekonomiškumo pablogėjimo priežastis. Nustatyta, kad toks gebėjimas pablogėja po šuolių (Byrne, Eston, 2002). Raumenų glikogeno atsargų sumažėjimas taip pat gali būti susijęs su bėgimo ekonomiškumo pablogėjimu (Kirwan et al., 1988), tačiau tai vargu ar galėjo turėti didelės reikšmės atliekant mūsų tyrimą, nes atlikto krūvio apimtis buvo nedidelė, nušokimai ir šuoliai buvo atliekami kas 20 sekundžių, todėl tikėtinas nedidelis ATP sintezės iš angliavandenių indėlis atliekant tokių krūvių. Kraujo laktato koncentracija ir kvėpavimo koeficientas reikšmingai nekito abiem krūvių atvejais, todėl raumenų energijos pokyčiai negalėjo paveikti deguonies suvartojimo.

IŠVADA

Ekscentrinis-koncentrinis blauzdos raumenų prieškrūvis (100 šuoliukų, atliekamų tiesiomis kojomis po nušokimo nuo 47 cm pakylės) praėjus vienai valandai po jo padidina deguonies suvartojimą pastovios būklės fazėje bėgant vidutiniu greičiu. Neturi reikšmingo poveikio ir šio rodiklio dydžiui praėjus 24 valandoms po prieškrūvio, taip pat deguonies suvartojimo dydžiui bei jo kaitos greičiui bėgant dideliu greičiu, šio rodiklio kaitos greičiui bėgant vidutiniu ir dideliu greičiu praėjus vienai ir 24 valandoms po prieškrūvio.

LITERATŪRA

- Armstrong, R. B. (1984). Mechanisms of exercise-induced muscle soreness: A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, 529—538.
- Braun, W. A., Dutto, D. J. (2003). The effects of a single bout of downhill running and ensuing delayed onset of muscle soreness on running economy performed 48 h later. *European Journal of Applied Physiology*, 90 (1—2), 29—33.
- Byrne, C., Eston, R. (2002). The effect of exercise — induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 20 (5), 417—425.
- Calbet, J. A., Chavarren, J., Dorado, C. (2001). Running economy and delayed onset muscle soreness. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41 (1), 18—26.
- Chen, T. C., Nosaka, K., Tu, J. H. (2007). Changes in running economy following downhill running. *Journal of Sports Sciences*, 1, 25 (1), 55—63.
- Davies, C. T., White, M. J. (1998). Muscle weakness following eccentric work in man. *Pflügers Archives: European Journal of Physiology*, 392 (2), 168—171.
- Davies, C. T. M., White, M. J. (1981). Muscle weakness following eccentric work in man. *Pflügers Archives: European Journal of Physiology*, 393, 168—171.
- Davis, H. A., Gass, G. C. (1981). The anaerobic threshold as determined before and during lactic acidosis. *European Journal of Applied Physiology*, 47, 141—149.
- Endo, M., Usui, S., Fukuoka, Y. et al. (2004). Effects of priming exercise intensity on the dynamic linearity of the pulmonary VO₂ response during heavy exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 545—554.
- Finni, T., Ikegawa, S., Komi, P. V. (2001). Concentric force enhancement during human movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 173 (4), 369—377.
- Friden, J., Sfakianos, P. N., Hargens, A. R., Akeson, W. H. (1986). Muscles soreness and intramuscular fluid pressure: Comparison between eccentric and concentric load. *Journal of Applied Physiology*, 61, 2175—2179.
- Friden, J., Sfakianos P. N., Hargens, A. R., Akeson, W. H. (1988). Residual muscle swelling after repetitive eccentric contraction. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 6, 49—498.
- Friden, J., Sjoström, M., Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*, 4, 170—176.
- James, D. V., Doust, J. H., (1999). Oxygen uptake during high — intensity running: Response following a single bout of interval training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79 (3), 237—243.
- James, D. V., Doust, J. H. (1998). Oxygen uptake during moderate intensity running: Response following a single bout of interval training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77 (6), 551—555.
- Jones, A. M., DiMenna, F., Lothian, F. et al. (2008). “Priming” exercise and O₂ uptake kinetics during treadmill running. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 30 161 (2), 182—188.
- Kirwan, J. P., Costill, D. L., Mitchell, J. B. et al. (1998). Carbohydrate balance in competitive runners during successive days of intense training. *Journal of Applied Physiology*, 65 (6), 2601—2606.
- Nakagawa, Y., Ratkevicius, A., Mizuno, M., Quistorff, B. (2005) ATP economy of force maintenance in human tibialis anterior muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 937—943.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Baltzopoulos, V. et al. (2005). The effects of muscle damage on running economy in healthy males. *International Journal of Sports Medicine*, 26 (10), 827—831.
- Ratkevicius, A., Stasiulis, A., Dubininkaitė, L., Skurvydas, A. (2006). Muscle fatigue increases metabolic costs of ergometer cycling without changing VO₂ slow component. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, 5, 440—448.
- Sanchis Moysi, J., Garcia-Romero, J. C., Alvero-Cruz, J. R. et al. (2005). Effects of eccentric exercise on cycling efficiency. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30 (3), 259—275.
- Sargeant, A. J., Dolan, P. (1989). Human muscle function following prolonged eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 704—711.
- Schneider, D. A., Berwick, J. P., Sabapathy S., Minahan C. L. (2007). Delayed onset muscle soreness does not alter O₂ uptake kinetics during heavy — intensity cycling in humans. *International Journal of Sports Medicine*, 28 (7), 550—556.
- Skurvydas, A., Jascaninas, J., Zachovajevs, P. (2000). Changes in height of jump, maximal voluntary contraction force and low—frequency fatigue after 100 intermittent or continuous jumps with maximal intensity. *Acta Physiologica Scandinavica*, 169, 55—62.
- Sproule, J. (1998). Running economy deteriorates following 60 min of exercise at 80% VO₂ max. *European Journal of Applied Physiology*, 77 (4), 366—371.
- Tordi, N., Perrey, S., Harvey, A., Hughson, R. L. (2003). Oxygen uptake kinetics during two bouts of heavy cycle separated by fatiguing sprint exercise in humans. *The Journal of Applied Physiology*, 94, 533—541.
- Twist, C., Gleeson, N., Eston, R. (2008). The effects of plyometric exercise on unilateral balance performance. *Journal of Sports Sciences*, 26 (10), 1073—1080.
- Vassilis, P., Vassilios, B., Vassilis, M. et al. (2008). Isokinetic eccentric exercise of quadriceps femoris does not affect running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (4), 1222—1227.
- Whipp, B. J., Ward, S. A., Lamarra, N., Davis, J. A., Wasserman, K. (1982). Parameters of ventilatory and gas exchange dynamics during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 52 (6), 1506—1513.

THE EFFECT OF PRECEDING DROP JUMPS ON VO₂ KINETICS DURING MODERATE AND HEAVY INTENSITY RUNNING IN YOUNG WOMEN

Kristina Zaičėnkoviėnė, Arvydas Stasiulis

Lithuanian Academy of Physical Education, Kaunas, Lithuania

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the effect of preceding 100 jumps performed with stretched legs after dropping from 47 cm height on the oxygen uptake kinetics while running at moderate and heavy intensities. Nine physically active women participated in this study. Their age, height, weight and VO₂max were 22.8 (4,1) years, 1.65 (0,48) m, 58.1 (4,7) kg and 42,4 (6,0) ml / kg / min, respectively. On different days the subjects performed four running exercises on the treadmill. The pulmonary gas exchange data, heart rate, rates of perceived exertion, blood lactate were recorded while performing all the exercises. During the first visit the increasing running exercise was performed for the determination of VO₂ max and ventilatory thresholds (VT). During the following three visits the subjects performed two constant speed running activities at moderate (90% from the first VT) and heavy intensities (first VT + the 75% of difference between VT). Several days after control running the constant load exercises were preceded by 100 jumps, performed every 20 s with stretched legs after dropping from 47 cm height (PJ). The constant speed running was then repeated 1 h and 24 h after PJ.

The results showed that significant changes of oxygen uptake parameters were observed during moderate intensity running performed 1 h after PJ: the amplitude of fast phase of VO₂ response and the means of VO₂ at 4-th, 5-th and 6-th min of exercise were increased. 24 h after PJ as well as in both cases during heavy intensity running no significant changes were observed. In addition, the rates of perceived exertion were significantly increased during moderate intensity running 24 h following PJ.

In conclusion eccentric concentric preceding exercise of calf muscles (100 drop jumps with stretched legs) causes an increase in oxygen uptake during the phase of steady state phase of running at moderate intensity performed 1 h after PJ without significant effect on oxygen uptake kinetics. Both parameters of oxygen uptake are not affected by PJ during heavy intensity running.

Keywords: oxygen uptake, perceived exertion, prior exercise, constant load, running.

Gauta 2010 vasario 4 d.
Received on February 4

Priimta 2010 gegužės 31 d.
Accepted on May 31, 2010

Kristina Zaičėnkoviėnė
Lietuvos kūno kultūros akademija
(Lithuanian Academy of Physical Education)
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas
Lietuva (Lithuania)
Tel +370 616 20238
Email zaicenkoviene@yahoo.co.uk