

AR DIDŽIAUSIO INTENSYVUMO EKSCENTRINIS-KONCENTRINIS KRŪVIS PANAŠIAI VEIKIA VYRŲ IR MOTERŲ MOTORINĘ SISTEMĄ?

Giedrius Gorianovas¹, Vytautas Streckis¹, Albertas Skurvydas¹, Sigitas Kamandulis¹, Vaidas Mickevičius²

Lietuvos kūno kultūros akademija¹, Kauno technikos kolegija², Kaunas, Lietuva

Giedrius Gorianovas. Lietuvos kūno kultūros akademijos doktorantas. Mokslinių tyrimų kryptis — įvairaus amžiaus žmonių raumenų pažeidą sukeliančių fizinių pratimų poveikis centriniam, periferiniam nuovargiui ir atsigavimui.

SANTRAUKA

Tyrimo tikslas — nustatyti, ar ekscentrinis-koncentrinis krūvis panašiai veikia vyrų ir moterų motorinę sistemą.

Tyrimo objektas — sveiki fiziškai aktyvūs, laisvai sutikę dalyvauti tyrime 20,8 ± 1,9 metų vyrai (n = 9, ūgis 181,9 ± 5,9 cm, svoris 82,6 ± 10,0 kg) ir 22,0 ± 3,9 metų moterys (n = 9, ūgis 166,6 ± 5,2 cm, svoris 62,6 ± 5,5 kg).

Tyrimo metu buvo registruojami netiesioginiai raumenų pažeidos rodikliai: prieš krūvį, praėjus 10, 60 min, 24 ir 48 h po jo — valingų (maksimalioji valinga jėga (MVJ)) ir nevalingų (20 ir 100 Hz elektrostimuliacijos sukelta) keturgalvio šlaunies raumens susitraukimų jėga raumeniui esant ilgam (IR) ir trumpam (TR) (kai kelio sulenkimo kampas — 90° ir 60°). Pagal 20 / 100 Hz santykį vertinamas mažų dažnių nuovargis (MDN), matuojamas šuolio aukštis (h) iš fiksuotos padėties; nustatomas kreatinkinazės aktyvumas prieš krūvį, praėjus 24 ir 48 h po jo, vertinamas subjektyvus raumenų skausmas po krūvio praėjus 12, 24 ir 48 h. Fizinis krūvis — 100 šuolių kas 20 s, nušokant nuo 40 cm pakylės ir pritūpus 90° kampu pašokant maksimaliai aukštyn. Krūvio metu buvo registruojamas kelio sulenkimo kampas (KSK).

Po krūvio vyrų ir moterų nuovargio rodikliai iš esmės nesiskyrė (p > 0,05): lyginant su reikšmėmis prieš krūvį, kai raumuo buvo ilgas (IR), vyrų MVJ buvo 62,9 ± 14,1%, o TR siekė 64,4 ± 14,1%, moterų — 71,7 ± 8,3 ir 65,7 ± 9,3%; šuolio aukštis — vyrų buvo 83,6 ± 7,2%, moterų — 80,3 ± 6,5%; MDN — vyrų 59,3 ± 20,9% esant IR ir 33,8 ± 14,8% esant TR, moterų atitinkamai 68,7 ± 17,5% ir 43,4 ± 16,4%. Subjektyvus raumenų skausmas abiejų tirtų grupių buvo panašus (p > 0,05). Valingų ir nevalingų raumenų susitraukimo jėgos kitimas atsigavimo metu nuo lyties nepriklausė. Nustatyta, kad praėjus 48 h po krūvio moterų kreatinkinazės aktyvumas, lyginant su vyrais, yra mažesnis (p < 0,05).

Išvados: vyrų ir moterų raumenų nuovargis ir atsigavimo kaita po didžiausio intensyvumo kartotinio ekscentrinio-koncentrinio krūvio iš esmės nesiskiria, tačiau moterų kreatinkinazės aktyvumas po krūvio praėjus 48 h yra mažesnis.

Raktažodžiai: lytis, ekscentrinis-koncentrinis krūvis, nuovargis ir atsigavimas.

IVADAS

Atliekant izometrinius pratimus moterų kojų raumenų nuovargis, lyginant su vyrais, yra mažesnis (Yoon et al., 2007), o po ekscentrinų jėgos pratimų, atliekamų izokinetiniu dinamometru, alkūnės lenkiamųjų raumenų sumažėjusi maksimalioji valinga jėga ir subjektyvus skausmas lyties požiūriu nesiskiria (Sayers, Clarkson, 2001; Hubal et al., 2008). Tirtoje didelėje grupėje (testuota net 100 vyrų ir moterų) ketvirtadalio tiriamų-

jų jėga sumažėjo net 70%, daugiausia — moterų (Sayers, Clarkson, 2001). Vis dėlto kai kurie lyčiai būdingi raumenų metabolizmo procesai turėtų rodyti priešingus dalykus. Kodėl? Teorinį mūsų atlikto tyrimo pagrindą sudaro tai, kad moteriškasis hormonas estradiolis, turintis antioksidacinių savybių bent jau gyvūnų raumenims, veikia membranos pralaidumą (Bar et al., 1988). Dėl jo gali sumažėti kreatinkinazės aktyvumas (Feng et al.,

2004) ir sukelti uždegimą (Kendal, Eston, 2002; Tiidus, 2000), kurio raiška akivaizdi praėjus 24 valandoms po krūvio ir yra susijusi su antriniu jėgos mažėjimu (Clarkson, Hubal, 2002; Byrne et al., 2004). Estradiolio koncentracija moterų organizme priklauso nuo menstruacinio ciklo ir didžiausia folikulinėje fazėje (Kendal, Eston, 2002). Taigi iškėlėme hipotezę, kad moterų raumenys turėtų būti atsparesni raumenų pažeidai nei vyrų, todėl mūsų **tyrimo tikslas** — remiantis netiesioginiais raumenų pažeidos rodikliais nustatyti, ar didžiausio intensyvumo ekscentrinis-koncentrinis krūvis panašiai veikia vyrų ir moterų motorinę sistemą.

TYRIMO METODIKA

Tiriamieji — sveiki fiziškai aktyvūs, laisvai sutikę dalyvauti tyrime 20,8 ± 1,9 metų vyrai (n = 9, ūgis 181,9 ± 5,9 cm, kūno masė 82,6 ± 10,0 kg) ir 22,0 ± 3,9 metų moterys (n = 9, ūgis 166,6 ± 5,2 cm, kūno masė 62,6 ± 5,5 kg), kurie iki eksperimento ne mažiau kaip šešis mėnesius nesitreniravo. Tiriamieji buvo supažindinti su tyrimo tikslais, procedūromis ir galimais nepatogumais. Norą dalyvauti tyrime jie patvirtino raštu. Tyrimas atliktas laikantis 1975 m. Helsinkio deklaracijoje priimtų principų dėl eksperimentų su žmonėmis etikos. Eksperimento protokolą aprobuotas KMU bioetikos komisijoje. Fizinį krūvį moterys atliko folikulinėje menstruacinio ciklo fazėje.

Kojos tiesiamųjų raumenų valingų ir nevalingų susitraukimų jėgos rodiklių nustatymas. Valingus raumenų susitraukimo izometrinės jėgos rodiklius (maksimaliąją valingą jėgą (MVJ)) matavome naudodami specializuotą testavimui ir reabilitacijai skirtą izokinetinį dinamometrą (*Biodex Medical System 3 PRO*, sertifikuotą ISO 9001 EN 46001), nevalingus — naudojant elektrostimuliatorių (*Medicor MG440*, Vengrija).

Valingų ir nevalingų susitraukimų izometrinė jėga buvo nustatoma raumeniui esant ilgam (IR) ir trumpam (TR) (kai kelio sulenkimo kampas 90 ir 60°). Tiriamajam atsisėdus į specialią kėdę, dešinė koja fiksuojama prie dinamometro pritvirtintu papildomu kelio įtaisais. Nustačius anatominę kelio sąnario ašį, tiriamasis apjuosiamas pečių kryžminiais ir liemens bei šlaunies skersiniais diržais. Blauzda, sutvirtinta diržu su sagtimi, apjuosiamas apatiniam trečdalyje — 4 cm virš kulnakaulio gumburo. Nustatoma testuojamos kojos anatominė lenkimo amplitudė (ištiesus (0°) ir sulenkus blauzdą per kelio sąnarį); ji pasveriamas 70 ± 1° padėties (matuojant MVJ, kai kelio sulenkimo kampas 90 ir 60°).

Nevalingų susitraukimų jėgoms nustatyti ant keturgalvio šlaunies raumens distalaus ir proksimalaus trečdalių buvo dedami paviršiniai, 6 × 11 cm guminiai elektrodai, sudrėkinti specialiu geliu (Streckis et al., 2007). Raumuo buvo stimuliuojamas 20 ir 100 Hz dažniais. Pagal 20 / 100 Hz pokyčius nustatomas mažų dažnių nuovargis (Skurvydas, Streckis, 1998; Skurvydas et al., 1999).

Šoklumo testavimas. Kontroliniai ir fizinio krūvio metu atlikti šuoliai buvo matuojami naudojant daugiakomponentę jėgos platformą (*Kistler 9286 A*, Šveicarija). Remiantis C. Bosco ir P. Komi (Bosco, Komi, 1979) metodika skaičiuojamas vertikalaus šuolio aukštis (h).

Kelio sąnario sulenkimo kampo nustatymas. Kelio sulenkimo kampui (KSK) šuoliavimo metu matuoti buvo naudojamas mobilusis goniometras-elektromiografas *Biometrics Ltd*, skirtas žmogaus judesių dinaminėms ir kinematinėms ypatybėms nustatyti. Prietaisas buvo pritvirtinamas prie tiriamojo liemens, apjuosus jį diržu, goniometro-elektromiografo biosensoriai tiriamajam uždedami lygiagrečiai kelio sąnariui ant šoninės dalies, vieną galą tvirtinant ant keturgalvio šlaunies raumeninės fascijos, kitą — ant blauzdos raumenų ir fiksuojami drėgmei atspariu pleistru. Tiriamasis atsistodavo ant kontaktinės platformos tiesiomis kojomis tam, kad būtų galima nustatyti nulines goniometro biosensoriaus reikšmes.

Subjektyvaus raumenų skausmo vertinimas. Raumenų skausmą tiriamieji vertino dešimties balų sistema, tyrėjui pateikus vertinimo lentelę (Jones et al., 1987).

Kreatinkinazės (CK) aktyvumo kraujo serume nustatymas. Kreatinkinazės aktyvumas buvo nustatomas automatinio biocheminiu analizatoriumi *Spotchem 2* (2003, Japonija) iš tiriamojo piršto paėmus kapiliarinio kraujo. Prietaiso matavimo galimybės 50-2000 IU/L (0,83-33,34 μkat/l).

Tyrimo eiga. Tyrimas atliktas Lietuvos kūno kultūros akademijos Žmogaus motorikos, raumenų fiziologijos laboratorijoje. Pirmą dieną tiriamieji buvo supažindinti su tyrimo protokolu, nustatoma stimuliacinė įtampa. Kitą dieną tiriamiesiems taikytas toks krūvis: 100 nušokimų (pritupiant 90° kampu) kas 20 s nuo 40 cm pakylės ir pašokant kiek galima aukštyn. Fizinio krūvio metu buvo registruojamas kelio sulenkimo kampas ir šuolio aukštis. Tiriant buvo nustatomi šie netiesioginiai raumenų pažeidos rodikliai:

1. Kreatinkinazės aktyvumas kraujo serume — prieš krūvį, praėjus 24 ir 48 h po jo.
2. Kontroliniai šuoliai iš fiksuotos padėties (3 bandymai) — prieš krūvį, iškart po jo, praė-

jus 1, 24, 48 h po krūvio (įskaitomas geriausias šuolio rezultatas).

- 20 Hz ir 100 Hz elektrostimuliacija bei MVJ matavimai raumeniui esant ilgam ir trumpam — prieš krūvį, praėjus 10 min, 1, 24, 48 h po jo;
- Subjektyvus raumenų skausmas įvertinamas praėjus 12, 24 ir 48 h po krūvio;

Prieš fizinį krūvį, po kreatinkinazės bei valinogos ir nevalingos jėgos matavimų, tiriamieji atliko 10 min trukmės pramankštą (veloergometrinių krūvių pulsas 110—150 tv. / min).

Matematinė statistika. Skaičiavome aritmetinių duomenų vidurki, standartinę nuokrypį. Skirtumų tarp aritmetinių vidurkių reikšmingumas buvo nustatomas t testu porinėms ir nepriklausomoms imtims. Taikėme dviejų veiksnių dispersinę analizę norėdami nustatyti lyties ir laiko poveikį registruojamiems rodikliams. Skirtumai tarp aritmetinių

vidurkių buvo laikomi reikšmingais, kai paklaida mažesnė nei 5% ($p < 0,05$). Skaičiavimai atlikti naudojant statistines *Microsoft*® *Excel 2003* ir *SPSS* programas.

REZULTATAI

Tyrimo duomenys parodė, kad prieš krūvį didesnės vyrų nei moterų ($p < 0,05$) tiek šuolio aukščio, tiek maksimaliosios valingos jėgos reikšmės (žr. lent.).

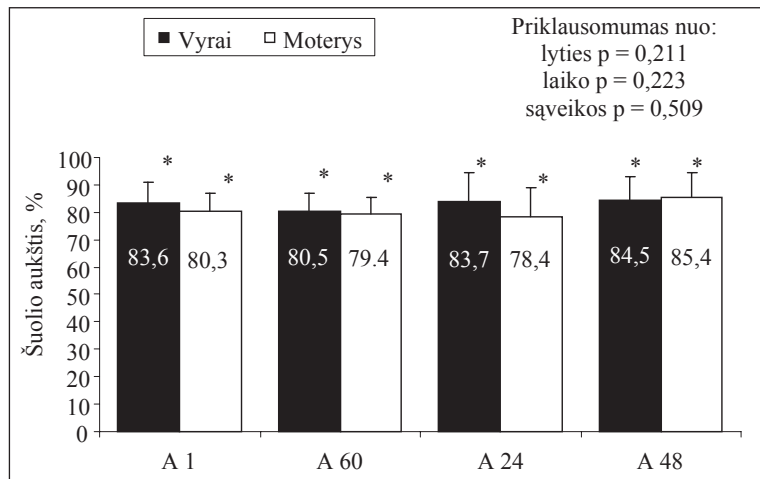
Atlikus 100 šuolių, statistiškai reikšmingai sumažėjo abiejų lyčių tiek valingos (3 pav.), tiek elektrostimuliacija sukeltos nevalingos mažų ir didelių dažnių jėgos santykis esant IR bei TR. Pasireiškė mažų dažnių (P 20 / P 100) nuovargis ($p < 0,05$, 4 pav.), kuris praėjus 48 h po krūvio neišnyko ($p < 0,05$). Sumažėjo šuolio aukštis

Lentelė. Vyrų ir moterų pradiniai šuolio aukščio (h), maksimaliosios valingos (MVJ), mažais (P 20) ir dideliais (P 100) stimuliavimo dažniais sukeltos jėgos reikšmės raumeniui esant trumpam (60°) ir ilgam (90°)

Funkciniai rodikliai	Šuolio aukštis h, cm	MVJ (90°), N·m	MVJ (60°), N·m	P 20 (90°), N·m	P 20 (60°), N·m	P 100 (90°), N·m	P 100 (60°), N·m
Vyrai	35,53 ± 5,1	310 ± 62	262 ± 44	141 ± 42	149 ± 43	187 ± 51	226 ± 48
Moterys	24,31 ± 3,4	174 ± 59	170 ± 30	80 ± 21	100 ± 27	102 ± 28	142 ± 30
p	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05

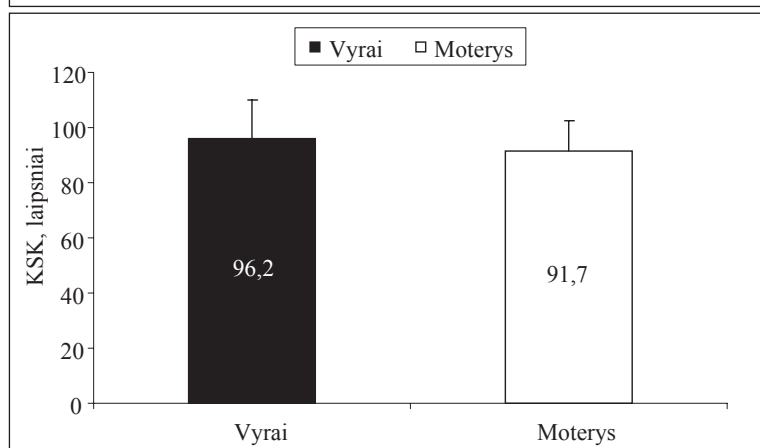
Pastaba. $p < 0,05$ — skirtumo patikimumas tarp grupių.

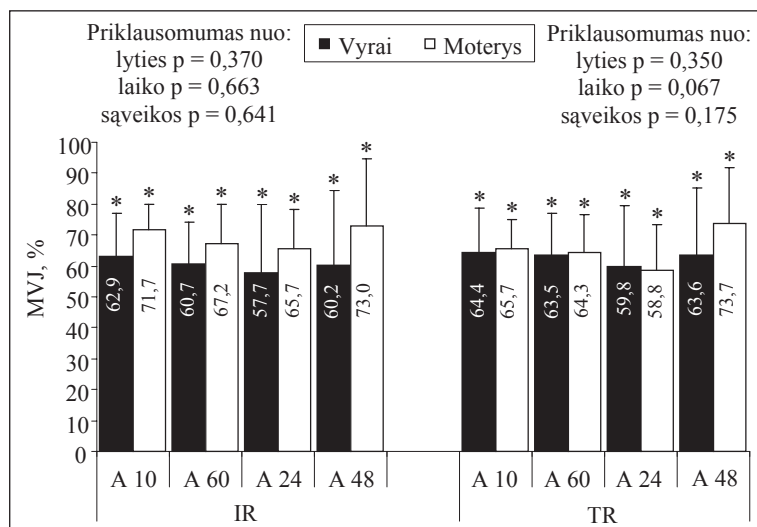
1 pav. Vyrų ir moterų šuolio aukščio kitimas po krūvio ir atsigavimo metu



Pastaba. Šuolio aukštis procentais praėjus 1 min (A 1), 60 min (A 60), 24 (A 24) ir 48 h (A 48) po krūvio; * — $p < 0,05$, lyginant su reikšme prieš krūvį.

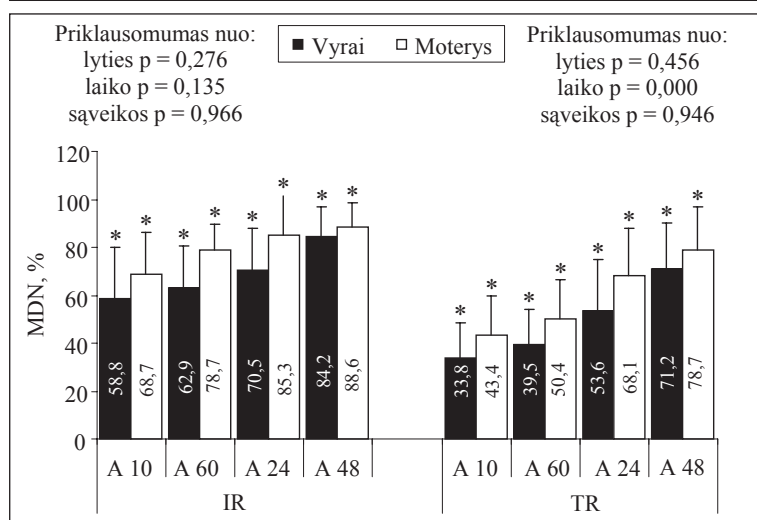
2 pav. Vyrų ir moterų kelio sulenkimo kampo (KSK) vidutinės reikšmės po krūvio





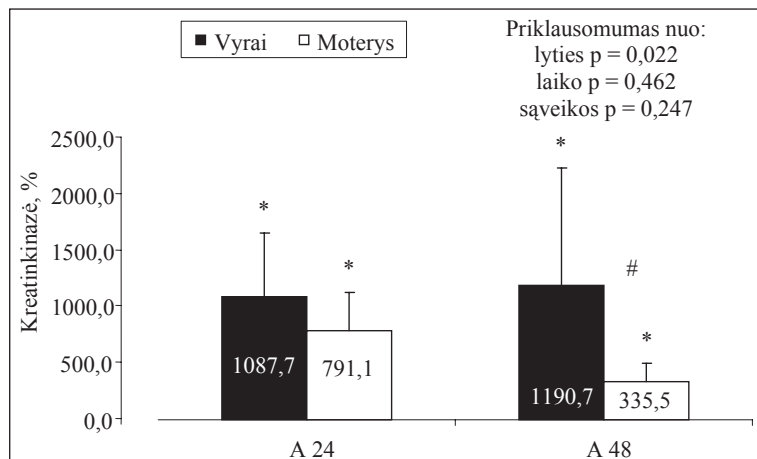
3 pav. Vyrų ir moterų maksimaliosios valingos jėgos (MVJ) kitimas raumeniui esant ilgam (IR) ir trumpam (TR) (kai kelio sulenkimo kampas 90° ir 60°)

Pastaba. MVJ procentais praėjus 10 min (A 10), 60 min (A 60), 24 h (A 24) ir 48 h (A 48) po krūvio; * — $p < 0,05$, lyginant su reikšme prieš krūvį.



4 pav. Vyrų ir moterų mažų dažnių nuovargio (MDN) kitimas raumeniui esant ilgam (IR) ir trumpam (TR) (kai kelio sulenkimo kampas 90° ir 60°)

Pastaba. MDN procentais praėjus 10 min (A 10), 60 min (A 60), 24 h (A 24) ir 48 h (A 48) po krūvio; * — $p < 0,05$, lyginant su reikšmėmis prieš krūvį.



5 pav. Vyrų ir moterų kreatinkinazės (CK) aktyvumo kitimas po krūvio

Pastaba. CK aktyvumas procentais praėjus 24 h (A 24) ir 48 h (A 48) po krūvio; * — $p < 0,05$, lyginant su reikšme prieš krūvį; # — palyginus reikšmes tarp vyrų ir moterų.

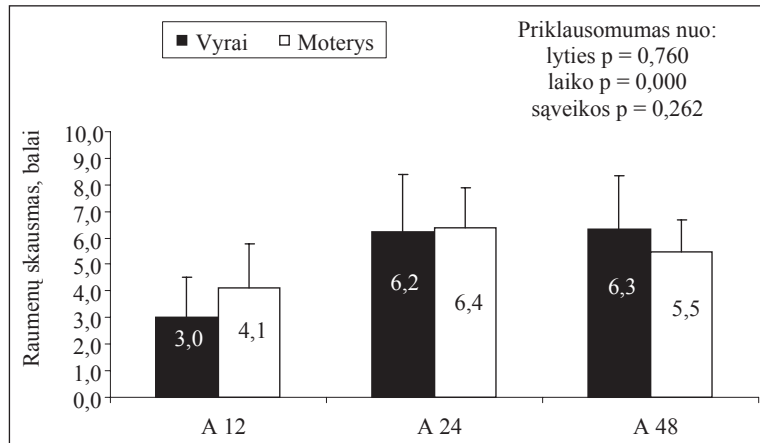
($p < 0,05$, 1 pav.) ir praėjus 48 h po krūvio neatsigavo ($p < 0,05$). Nustatėme, kad praėjus 24 ir 48 h po krūvio padidėjo ($p < 0,05$) abiejų tirtų grupių CK aktyvumas (5 pav.). Praėjus 12 h po krūvio vyrai ir moterys pajuto raumenų skausmą, kuris po 24 h padidėjo ($p < 0,05$, 6 pav.)

Neaptikta statistiškai reikšmingo skirtumo po krūvio ($p > 0,05$, t testas taikytas nepriklausomoms imtims) tarp vyrų ir moterų šolio aukščio (1 pav.), MVJ (3 pav.) ir MDN (4 pav.) esant IR ir

TR bei subjektyviam raumenų skausmui (6 pav.). Moterų CK aktyvumas, lyginant su vyrais, praėjus 48 h po krūvio (5 pav.) buvo mažesnis ($p < 0,05$, t testas taikytas nepriklausomoms imtims).

Dviejų veiksnių dispersinė analizė parodė, kad valingų ir nevalingų raumenų susitraukimo jėga (3, 4 pav.), šolio aukštis (1 pav.) ir subjektyvus raumenų skausmas (6 pav.) atsigavimo metu nepriklauso nuo lyties ($p = 0,145$ – $0,760$), lyties ir laiko sąveikos ($p = 0,175$ – $0,966$), išskyrus CK

6 pav. Vyrų ir moterų subjektyvaus raumenų skausmo kitimas po krūvio



Pastaba. Raumenų skausmas balais praėjus 12 h (A 12), 24 h (A 24) ir 48 h (A 48) po krūvio.

aktyvumo kitimą (5 pav.). Vyrų ir moterų kelio sulenkimo kampas buvo panašus ($p > 0,05$; 2 pav.).

REZULTATŲ APTARIMAS

Pagrindinė tyrimų išvada ta, kad vyrų ir moterų nuovargis ir atsigavimo kaita po didžiausio intensyvumo ekscentrinio-koncentrinio krūvio iš esmės nesiskiria, tačiau moterų kreatinkinazės aktyvumas praėjus 48 h po krūvio mažesnis.

Raumenų pažeidą, dėl kurios pablogėja iš esmės visa žmogaus motorinės sistemos veikla (Byrne et al., 2004), lemia glaudžiai tarpusavyje susiję mechaniniai ir metaboliniai procesai (Warren et al., 2002). Mechaninis raumenų ištempimas gali pažeisti ne tik sarkomerus, bet ir sarkoplazminį tinklą, sarkolemą (Proske, Morgan, 2001). Metaboliniai procesai, turintys įtakos raumenų pažeidai, dažniausiai susiję su Ca^{2+} koncentracijos (Verburg et al., 2005) ir aktyvių deguonies formų pokyčiais (Child et al., 1999; Kendal, Eston, 2002). Ca^{2+} daugiau lemia baltymų hidrolizę, ypač vėlesnėse raumens atsigavimo fazėse (Warren et al., 2002; Verburg et al., 2005), ir jis labiau veikia viduląstelines raumenines skaidulas (sarkomerus). Aktyvios deguonies formos gali sukelti sarkolemos membranos lipidų peroksidinimą (Kendal, Eston, 2002). Mechaninių ir metabolinių procesų visuma sukelia uždegiminį atsaką, kuris susijęs su vėluojančio raumenų skausmo pradžia (Byrne et al., 2004).

Raumenų jėgos sumažėjimas pasireiškia iš esmės dviem aspektais: sutrinka nervo ir raumens elektromechaninis ryšys (Warren et al., 2002), kuri netiesiogiai rodo MDN (Skurvydas, Streckis, 1998; Skurvydas et al., 1999), ir raumenyje sumažėja sveikų sarkomerų kiekis, kurių būklę rodo nevalingų raumenų susitraukimo absoliučios jėgos pokyčiai (Byrne et al., 2004). MDN rodo sumažėjusį Ca^{2+} išskyrimą iš sarkoplazminio tinklo, o šio nuo-

vargio matavimai, esant skirtingam raumens ilgiui, leidžia įvertinti dar ir sarkomerų jautrumą Ca^{2+} (Westerblad et al., 1991). Tikėjomės, kad moterų raumenys turėtų būti atsparesni MDN. Kodėl? Estradiolio poveikis raumenų nuovargiui ir atsigavimui vertinamas nevienareikšmiškai. Šis hormonas turi antioksidacinių savybių, estradiolio veikimo mechanizmas panašus į vitamino E, jis stabilizuoja sarkolemą (Kendal, Eston, 2002). Antioksidantų vartojimas gali būti svarbi priežastis, mažinanti CK ištekėjimą į kraują (Bloomer et al., 2004). Be to, yra tyrimų, įrodančių, kad aktyvios deguonies formos gali mažinti sarkomerų jautrumą Ca^{2+} (Moopanar, Allen, 2005). Kita vertus, estradiolis, kaip raumenų uždegimo slopiklis, gali kliudyti neutrofilų ir kitų su uždegiminiu atsaku susijusių citokinų infiltracijai ir tokiu būdu negatyviai veikti raumens regeneraciją, nes manoma, kad uždegiminis atsakas susijęs su raumenų regeneracinėmis galimybėmis (Kendal, Eston, 2002; Smith et al., 2007). Mūsų tyrimo duomenys rodo, kad dauguma vyrų ir moterų raumenų jėgos rodiklių atsigavimas panašus (1, 3, 4, 5 ir 6 pav.), nors moterų kreatinkinazės aktyvumas praėjus 48 h po krūvio mažesnis. Galbūt tai rodo raumenų pažeidos specifiką, būdingą lyčiai (Sewright et al., 2008), nors, antra vertus, panašu, kad šis rodiklis nėra informatyvus vertinant raumenų pažeidos mastus; CK rodo daugiau jos kokybę (Clarkson, Hubal, 2002). Jeigu kreatinkinazės aktyvumas tiesiogiai rodytų raumens membranos būklę, tai galbūt turėtų lemti ir MDN rodiklius, tačiau mūsų tyrimo duomenys rodo, kad lyties požūriui MDN atsigavimo kaita buvo panaši.

Atsigavimo metu, kai raumenyse vyksta uždegiminiai procesai, jaučiamas subjektyvus raumenų skausmas, kuris susijęs su antriniu jėgos mažėjimu (Clarkson, Hubal, 2002). Po didžiausio ekscentrinio krūvio tiek vyrai, tiek moterys jautė panašų raumenų skausmą. Šį faktą patvirtina ir kitų

tyrėjų darbai (Sayers, Clarkson, 2001; Sewright et al., 2008). Kai kurių tyrimų duomenys rodo, kad moterų netgi jautresnės pažeidimai (Sewright et al., 2008). Visgi reikia paminėti, kad testuoti rankos lenkiamieji raumenys, kurie apskritai yra jautresni pažeidimai ir jų atsigavimo trukmė, lyginant su kojų raumenimis, ilgesnė (Jamurtas et al., 2005). Atrodytų, kiek stebėtini tokie dėsningumai. Vienas iš bendraautorių kitu tyrimu konstatavo faktą, kad nuovargio tempai krūvio metu nuo lyties nepriklauso (Hubal et al., 2008). Mūsų tyrimo duomenys parodė, kad iš esmės tiek vyrų, tiek moterų nuovargio rodikliai panašūs. Tai rodo tiek MVJ, kuri laikoma vienu informatyviausių raumenų pažeidos rodikliu, matavimai (Clarkson, Hubal, 2002), tiek nevalingų raumens susitraukimų santykinės jėgos, tiek šuolio aukščio iš fiksuotos padėties pokyčiai. Toks šuolių būdas buvo pasirinktas tam, kad nesisumuotų tampriųjų

ir kontraktilinių elementų jėga, ir galbūt aiškiau būtų matoma pastarųjų komponentų būklė po fizinio krūvio (Muckus, Čižauskas, 2006). Be to, histologiniai tyrimai (Z disko pakitimai) taip pat parodė, kad po raumenų pažeidimų sukėlusiu fiziniu jėgos pratimų statistiškai reikšmingo skirtumo lyties požiūriu nėra (Stupka et al., 2001). Vyrų ir moterų kelio sulenkimo kampas krūvio metu buvo panašus. Tai svarbus raumenų pažeidos veiksnys, o didesnė raumenų ištempimo amplitudė lemia ir pažeidos dydį (Child et al., 1998; McHugh, Pasiakos, 2004).

IŠVADOS

Vyrų ir moterų raumenų nuovargis ir atsigavimo kaita po ekscentrinio-koncentrinio krūvio iš esmės nesiskiria, tačiau moterų kreatinkinazės aktyvumas praėjus 48 h po krūvio yra mažesnis.

LITERATŪRA

- Bar, P. R., Amelink, G. J., Oldenburg, B., Blankenstein, M. A. (1988). Prevention of exercise-induced muscle membrane damage by estradiol. *Life Sciences*, 42 (26), 2677—2681.
- Bloomer, R. J., Goldfarb, A. H., McKenzie, M. J., You, T., Nguyen, L. (2004). Effects of antioxidant therapy in women exposed to eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14 (4), 377—388.
- Bosco, C., Komi, P. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensors muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 41, 275—284.
- Byrne, Ch., Twist, C., Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 34 (1), 49—69.
- Child, R., Brown, S., Day, S. et al. (1999). Changes in indices of antioxidant status, lipid peroxidation and inflammation in human skeletal muscle after eccentric muscle actions. *Clinical Science*, 96, 105—115.
- Child, R. B., Saxton, J. M., Donnelly, A. E. (1998). Comparison of eccentric knee extensor muscle actions at two muscle lengths on indices of damage and angle-specific force production in humans. *Sports Science*, 16 (4), 301—308.
- Clarkson, P. M., Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 52—69.
- Feng, X., Li, G., Wang, Sh. (2004). Effects of estrogen on gastrocnemius muscle strain injury and regeneration in female rats. *Acta Pharmacologica Sinica*, 25 (11), 1489—1494.
- Hubal, M. J., Rubinstein, S. R., Clarkson, P. M. (2008). Muscle function in men and women during maximal eccentric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (4), 1332—1338.
- Jamurtas, A. Z., Theocharis, V., Tofas, T. et al. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, 95 (2—3), 179—185.
- Jones, D. A., Newham, D. J., Clarkson, P. M. (1987). Skeletal muscle stiffness and pain following eccentric exercise of the elbow flexors. *Pain*, 30 (2), 233—242.
- Kendal, B., Eston, R. (2002). Exercise-induced muscle damage and potential protective role of estrogen. *Sports Medicine*, 32 (2), 103—123.
- McHugh, M. P., Pasiakos, S. (2004). The role of exercising muscle length in the protective adaptation to a single bout of eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 93 (3), 286—293.
- Moopanar, T. R., Allen, D. G. (2005). Reactive oxygen species reduce myofibrillar Ca²⁺ sensitivity in fatiguing mouse skeletal muscle at 37°C. *Journal of Physiology*, 564 (1), 189—199.
- Muckus, K., Čižauskas, G. (2006). Šuolio aukštis rodo kojų tiesiamųjų raumenų staigiąją jėgą: mitas ar tikrovė? *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 3 (62), 43—48.
- Proske, U., Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*, 537 (2), 333—345.
- Sayers, S. P., Clarkson, P. M. (2001). Force recovery after eccentric exercise in males and females. *European Journal of Applied Physiology*, 84, 122—126.
- Sewright, K. A., Hubal, M. J., Kearns, A. et al. (2008). Sex differences in response to maximal eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40 (2), 242—251.
- Skurvydas, A., Streckis, V. (1998). Vaikų raumenų mažų dažnių nuovargis atliekant ekscentrinis-koncentrinis fizinius pratimus. *Medicina*, 34 (10), 1011—1017.
- Skurvydas, A., Zachovajevs, P., Streckis, V. (1999). Raumenų mažų dažnių nuovargio ir potenciacijos ypatumai atliekant kartotinius ir nenutrūkstamus šuolius maksimaliu intensyvumu. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 2 (31), 67—78.

- Smith, L. L., Semple, S. J., McKune, A. J. et al. (2007). Changes in neutrophil count, creatine kinase and muscle soreness after repeated bouts of downhill running. *SAJSM*, 19 (3), 86—93.
- Streckis, V., Skurvydas, A., Ratkevicius, A. (2007). Children are more susceptible to central fatigue than adults. *Muscle Nerve*, 36 (3), 357—363.
- Stupka, N., Tarnopolsky, M. A., Yardley, N. J., Philips, M. (2001). Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 91, 1669—1678.
- Tiidus, P. M. (2000). Estrogen and gender effects on muscle damage, inflammation, and oxidative stress. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 25 (4), 274—287.
- Verburg, E., Murphy, R. M., Stephenson, D. G., Lamb, G. D. (2005). Disruption of excitation-contraction coupling and titin by endogenous Ca^{2+} -activated proteases in toad muscle fibres. *Journal of Physiology*, 564 (3), 775—789.
- Warren, G. L., Ingalls, C. H. P., Lowe, D. A., Armstrong, R. B. (2002) What mechanisms contribute to the strength loss that occurs during and in the recovery from skeletal muscle injury. *Journal of Ortopedic and Sports Physical Therapy*, 2 (32), 58—64.
- Westerblad, H., Lee, J. A., Lannergren, J., Allen, D. G. (1991). Cellular mechanisms of fatigue in skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, 261 (2 pt 1), 195—209.
- Yoon, T., Schlinder, D. B., Griffith, E. E., Hunter, S. K. (2007). Mechanisms of fatigue differ after low- and high-force fatiguing contractions in men and women. *Muscle Nerve*, 11, 39—48.

DOES MAXIMAL INTENSITY ECCENTRIC-CONCENTRIC PHYSICAL EXERCISE SIMILARLY EFFECT THE MOTOR SYSTEM OF MEN AND WOMEN?

Giedrius Gorianovas¹, Vytautas Streckis¹, Albertas Skurvydas¹, Sigitas Kamandulis¹, Vaidas Mickevičius²

Lithanian Academy of Physical Education¹, Kaunas Technical College², Kaunas, Lithuania

ABSTRACT

The aims of the research was to assess if there was a sex dependence in human motor system fatigue and recovery after maximal intensity eccentric-concentric physical workload.

Research group included healthy, physically active and nine 20.8 ± 1.9 year-old men (height 181.9 ± 5.9 cm, weight 82.6 ± 10.0 kg) and nine 22.0 ± 3.9 year-old women (height 166.6 ± 5.2 cm, weight 62.6 ± 5.5 kg). who voluntarily agreed to participate in the study.

The methods of the research were as follows: indirect muscle damage indexes were assessed before the workload and 10, 60 min, 24 and 48 hours after it; maximal voluntary contraction (MVC) and involuntary (20 and 100 Hz electrostimulation evoked) quadriceps muscle power during long-term (LL) and short-term (SL) muscle stretch length (when the knee flexion angle was 90° and 60°), low frequency fatigue (LFF) by 20 / 100 ratio were assessed; jump height (h) from a fixed starting position; before the workload, 24 and 48 hours after the workload creatin kinase activity was assessed, and 12, 24 and 48 hours after the workload subjective muscle soreness was assessed. Physical workload applied was 100 jumps every 20 s, jumping from 40 cm height platform and squatting at 90° angles, then skipping at maximally possible height. Knee flexion angle (KFA) was assessed during the workload.

Results of the research: after a workload men and women's fatigue indexes did not show a statistically significant difference ($p > 0.05$): comparing with the onset indexes at LL mens MVC was 62.9 ± 14.1%, SL reached 64.4 ± 14.1%, women's MVC — 71.7 ± 8.3% and 65.7 ± 9.3%; jump height for men was 83.6 ± 7.2%, for women was it 80.3 ± 6.5%; LFF for men — 59.3 ± 20.9% during LL and 33.8 ± 14.8% during SL, accordingly for women — 68.7 ± 17.5% and 43.4 ± 16.4%. Subjective men and women's muscle soreness was similar ($p > 0.05$). A voluntary and involuntary muscle contraction power change during recovery period was not dependant on sex. It was determined that during our research 48 after workload, women's creatin kinase activity comparing to the one of men was statistically significantly lower ($p < 0.05$).

Conclusions: men and women's muscle fatigue and recovery dynamics after maximal intensity eccentric-concentric workload does not significantly vary, but women have lower creatin kinase activity in time point 48 hours after physical workload.

Keywords: sex, eccentric-concentric exercise, fatigue and recovery.

Gauta 2010 m. birželio 30 d.
Received on June 30, 2010

Priimta 2010 m. lapkričio 18 d.
Accepted on November 18, 2010

Giedrius Gorianovas
Lietuvos kūno kultūros akademija
(Lithuanian Academy of Physical Education)
Sporto g. 6, LT-44221 Kaunas
Lietuva (Lithuania)
Tel +370 685 49283
E-mail giegorster@gmail.com