

BLAUZDOS TIESIAMŪJŲ IR LENKIAMŪJŲ RAUMENŲ FUNKCIJOS KITIMAS IZOKINETINIO KRŪVIO METU

Ronaldas Endrijaitis¹, Arūnas Krasauskas³, Vytautas Streckis², Julija Andrejeva², Giedrius Gorianovas², Irena Vitkienė², Aleksas Stanislovaitis², Vytautas Markevičius³
Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija¹, Vilnius, Lietuvos kūno kultūros akademija², Kaunas, Mykolo Romerio universitetas³, Vilnius, Lietuva

Ronaldas Endrijaitis. Sporto mokslų magistras. Lietuvos kūno kultūros akademijos doktorantas. Mokslinių tyrimų kryptis — Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos kariūnų motorinės sistemos darbingumas ir adaptacija prie fizinių krūvių.

SANTRAUKA

Tyrimo tikslas — nustatyti ir palyginti Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos pirmo kurso kariūnų (LKA) ir Didžiojo Lietuvos etmono Jonušo Radvilos mokomojo pulko šauktinių (JRMP) blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinį pajėgumą, atsparumą nuovargiui ir atsigavimą. LKA kariūnų (n = 17) amžiaus vidurkis 18,8 ± 0,4 m., ūgis 181,3 ± 12,0 cm, kūno masė 77,5 ± 9,0 kg; JRMP šauktinių (n = 20) amžiaus vidurkis 19,8 ± 1,1 m., ūgis 180,3 ± 6,9 cm, kūno masė 70,4 ± 9,4 kg. Tiriamieji testuoti „Biodex Medical System 3“ — žmogaus kaulų ir raumenų testavimo ir rehabilitacijos įranga. Prieš krūvį, iš karto po jo ir praėjus 5 minutėms po krūvio buvo matuojama maksimalioji valinga momentinė jėga (MVMJ) (3 kartus tiesiant ir lenkiant koją per kelio sąnarį vidutiniu greičiu (180° / s)). Fizinis krūvis — 100 blauzdos tiesimo ir lenkimo judesių vidutiniu greičiu.

MVMJ testavimo metu tiesiant blauzdą LKA karių sumažėjo iki 40,45%, JRMP šauktinių — iki 43,75%. Lenkiant blauzdą, MVMJ rodikliai LKA karių sudarė 43,6% pradinės reikšmės, JRMP šauktinių — 39,1%, lyginant su pradine reikšme.

Rezultatai parodė, kad LKA karių, lyginant su JRMP šauktiniais, MVMJ tiek prieš krūvį, tiek atsigavimo metu buvo didesnė; raumenų atsparumas nuovargiui ir atsigavimas tiek tiesiant blauzdą, tiek lenkiant ją iš esmės tiriamųjų grupėse buvo panašūs. Įdomu tai, kad ir LKA kariūnų, ir JRMP šauktinių MVMJ nuostoliai ryškiausi atlikus 50 tiesimo judesių, tuo tarpu tokia MVMJ kaita blauzdos lenkiamuosiuose raumenyse pasireiškia atlikus 30 judesių.

Raktažodžiai: izokinetinis krūvis, maksimalioji valinga momentinė jėga, raumenų nuovargis ir atsigavimas.

IVADAS

Žmogaus griaučių raumenų funkcinės galiybės, adaptaciniai mechanizmai ir funkcinio pajėgumo didinimo būdai visada domino mokslininkus ir tyrėjus. Raumenų geba padidinti jėgą priklauso nuo daugelio veiksnių, tokių kaip raumenų masė, raumenų audinio tipas ir jų suaktyvinimo savybės (Skurvydas, 1998).

Griaučių raumenys, kurių masė sudaro apie 40–50% suaugusio žmogaus kūno masės, yra žmogaus judamojo aparato aktyvioji dalis ir geba

adaptuotis — prisitaikyti prie įvairių veiklos sąlygų (Costill et al., 1979).

Šių dienų kariuomenėje vienas iš svarbių kiekvieno vado uždavinių — įvertinti karių fizinę ir dvasinę būklę, žinoti, kaip ją gerinti (Dadelo, 1998; Endrijaitis, Radžiukynas, 2003). Kariams rengti naudojamos priemonės turi būtų tokios, kad jie jaustų pasitenkinimą tarnyba, aiškiai suvoktų ginkluotųjų pajėgų tikslus, tiksliai laikytųsi karinės tarnybos taisyklių ir vykdytų įsakymus.

Užduoties ir tikslų įgyvendinimo sėkmė labai priklauso nuo gebėjimo sekti ir vertinti karių organizmo fizinių ir psichinių galių kaitą (Radziukynas, 1999), labai svarbu žinoti, kaip organizme vyksta adaptacijos procesai taikant fizinius krūvius ar atliekant užduotis sudėtingomis sąlygomis (Fitts et al., 1991; Skurvydas, 1991).

Problema. Neaišku, ar stojančių į Lietuvos karo akademiją jaunuolių ir šaukiamųjų į privalomąją karo tarnybą fizinis parengtumas skiriasi. Atliktas eksperimentas galbūt padės iš dalies atskleisti panašios veiklos institucijas sąmoningai pasirenkančio ir privalomosios tarnybos kontingento fizinio pajėgumo tendencijas.

Šio tyrimo tikslas — nustatyti ir palyginti Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos pirmo kurso kariūnų ir Didžiojo Lietuvos etmono Jonušo Radvilos mokomojo pulko šauktinių blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinį pajėgumą, atsparumą nuovargiui ir jų atsigavimą po izokinetinio krūvio.

TYRIMO METODIKA

Tiriamieji. Tyrimas atliktas Lietuvos kūno kultūros akademijos „Žmogaus motorikos“ laboratorijoje. Buvo tiriami sveiki Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos (LKA) kariūnai ($n = 17$), kurių amžiaus vidurkis $18,8 \pm 0,4$ m, ūgis $181,3 \pm 12,0$ cm, kūno masė $77,5 \pm 9,0$ kg, ir Didžiojo Lietuvos etmono Jonušo Radvilos mokomojo pulko (JRMP) šauktiniai ($n = 20$), kurių amžiaus vidurkis $19,8 \pm 1,1$ m, ūgis $180,3 \pm 6,9$ cm, kūno masė $70,4 \pm 9,4$ kg.

Dinamometro nustatymas ir suregulavimas.

Tyrimas atliktas naudojant specializuotą testavimo ir reabilitacijos izokinetinį dinamometrą (*Biodex Medical System 3 PRO*. Sertifikuota ISO 9001 EN 46001). Tiriamajam atsisėdus į specialią kėdę, dešinė koja fiksuojama prie dinamometro pritvirtintu papildomu kelio įtaisais. Nustačius anatinę kelio sąnario ašį, kuri turėjo sutapti su dinamometro ašimi, tiriamasis apjuosiamas pečių kryžminiais ir liemens, šlaunies skersiniais diržais. Blauzda sutvirtinta diržu su sagtimi apjuosiamą apatinia me trečdalyje, 4 cm virš kulnakaulio gumburo. Nustatoma testuojamos kojos lenkimo amplitudė (ištiesus ir sulenkus blauzdą per kelio sąnarį), koja pasveriamą per kelio sąnarį sulenkta $60^\circ \pm 5^\circ$ kampu (sunkio jėgos momentu).

Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų maksimalioji valinga momentinė jėga (toliau MVMJ) buvo nustatoma fizinį krūvį atliekant

vidutiniu greičiu ($180^\circ / s$). Testuojant visi tiriamieji buvo nuolat raginami žodžiais didžiausiomis pastangomis įveikti pasipriešinimą (Montgomery et al., 1989). Testavimas buvo atliktas izokinetiniu režimu pagal toliau pateiktą protokolą.

Eksperimento eiga:

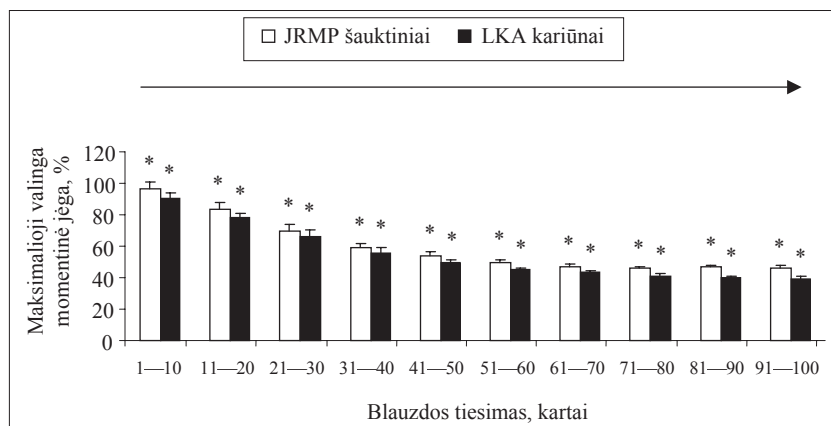
- Pramankšta: 5 minučių veloergometro mynimas $60\text{—}70$ W galingumu (pulso dažnis $110\text{—}130$ tv. / min).
- 5 minučių poilsis prieš testą; jo metu nustatomas dinamometras ir sureguliuojama kėdės padėtis.
- Keturi bandomieji blauzdos tiesimo ir lenkimo per kelio sąnarį judesiai ($25, 50, 75, 100\%$ jėgos) nustatyta judesio amplitudė.
- Testas: kontrolinis testavimas prieš krūvį: 1 serija po 3 blauzdos tiesimo ir lenkimo judesius $180^\circ / s$ kampiniu greičiu. 1 minutės poilsis tarp atliekamų judesių.
- Fizinis krūvis: 100 blauzdos tiesimo ir lenkimo judesių $180^\circ / s$ kampiniu greičiu.
- Kontrolinis testavimas iš karto po krūvio: 1 serija po 3 blauzdos tiesimo ir lenkimo judesius $180^\circ / s$ kampiniu greičiu.
- 5 minučių kontrolinis testavimas po krūvio: 1 serija po 3 blauzdos tiesimo ir lenkimo judesius $180^\circ / s$ kampiniu greičiu.

Matematinė statistika. Skaičiuotas gautų rezultatų aritmetinis vidurkis (\bar{x}), standartinis nuokrypis (S). Rezultatų skirtumo patikimumas nustatytas taikant Stjudento (t) (*Student t*) kriterijų. Skirtumas laikomas statistiškai reikšmingu, jei $p < 0,05$. Skaičiavimas atliktas naudojant statistinių skaičiavimų programinį paketą *Microsoft® Excel 2003*.

REZULTATAI

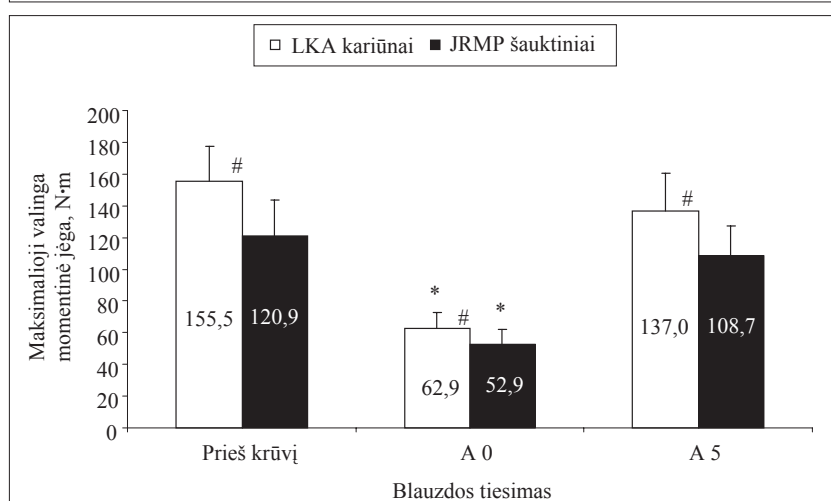
Lyginant LKA kariūnų ir JRMP šauktinių blauzdos tiesiamųjų raumenų MVMJ pradinis rodiklius nustatyta, kad LKA kariūnų MVMJ ($155,5$ N·m) buvo didesnė ($p < 0,05$) nei JRMP šauktinių ($120,9$ N·m) (2 pav.) Po izokinetinio krūvio statistiškai patikimai sumažėjo ($p < 0,05$) MVMJ tiek JRMP šauktinių ($52,9$ N·m), tiek LKA kariūnų ($62,9$ N·m) — tai sudarė atitinkamai $43,75$ ir $40,45\%$, lyginant su pradiniais duomenimis. Praėjus 5 minutėms po izokinetinio krūvio, atsigavimo metu, JRMP šauktinių MVMJ buvo $108,7$ N·m, LKA kariūnų — $137,0$ N·m (2 pav.), ir tai sudarė atitinkamai $89,9$ ir $88,1\%$ pradinės reikšmės.

Tiriamųjų grupėms atliekant 100 dinaminį blauzdos tiesiamųjų raumenų judesių nustatyta,



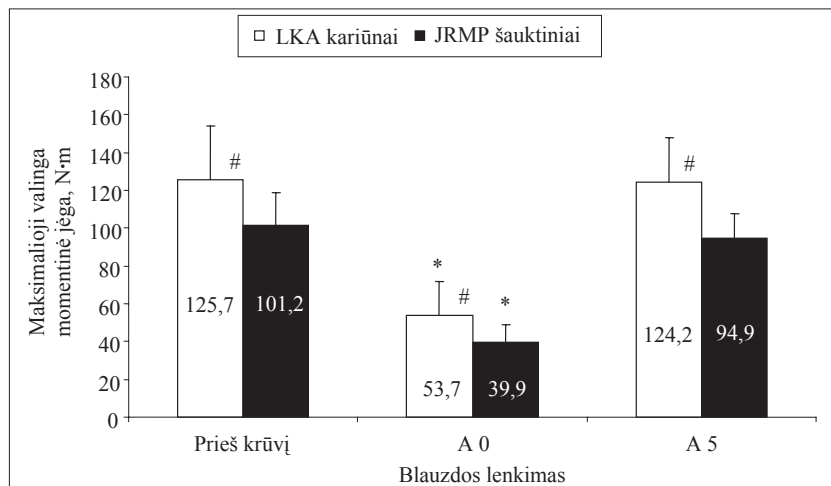
1 pav. LKA kariūnų ir JRMP šauktinių blauzdos tiesiamųjų raumenų maksimalios valingos momentinės jėgos kaita izokinetinio krūvio metu

Pastaba. * — skirtumas patikimas, lyginant su pradine reikšme ($p < 0,05$).



2 pav. LKA kariūnų ir JRMP šauktinių blauzdos tiesiamųjų raumenų maksimalioji valinga momentinė jėga prieš krūvį, iš karto po krūvio (A 0), praėjus 5 min po jo (A 5)

Pastaba. # — skirtumas patikimas tarp grupių ($p < 0,05$); * — skirtumas patikimas grupėje, lyginant su pradinėmis reikšmėmis ($p < 0,05$).



3 pav. LKA kariūnų ir JRMP karių blauzdos lenkiamųjų raumenų maksimalioji valinga momentinė jėga prieš krūvį, iš karto po krūvio (A 0), praėjus 5 min po jo (A 5)

Pastaba. # — skirtumas patikimas tarp grupių ($p < 0,05$); * — skirtumas patikimas grupėje, lyginant su pradinėmis reikšmėmis ($p < 0,05$).

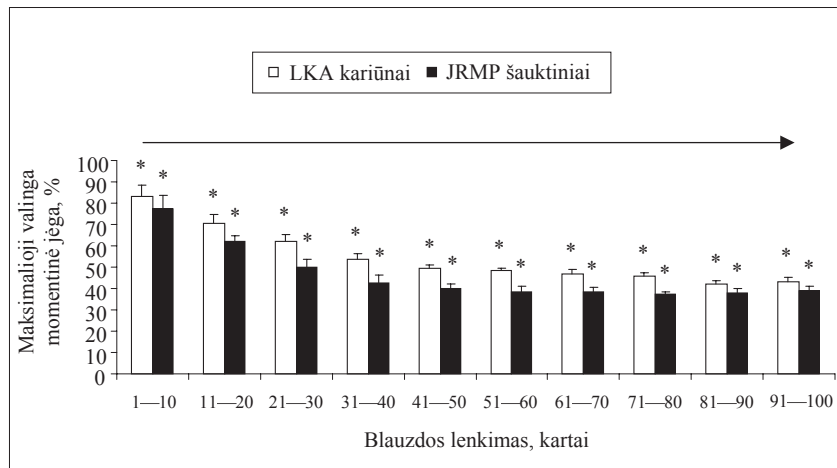
kad MVMJ daugiausia mažėjo abiejose grupėse ($p < 0,05$) iki 60 judesio. Vėliau abiejų grupių tiriamųjų blauzdos tiesiamųjų raumenų MVMJ pakito mažiau ($p > 0,05$) (1 pav.).

Lygindami abiejų grupių testuojamųjų rodiklių kitimo kreives (1 pav.) nustatėme, kad LKA kariūnų MVMJ kaita pirmoje krūvio pusėje santykiškai didesnė nei JRMP šauktinių, nors nuovargis po krūvio abiejose grupėse statistiškai reikšmingai nesiskyrė (2 pav.). JRMP šauktinių MVMJ procentinė reikšmė atlikus pusę fizinio krūvio (50 tiesimo ir lenkimo judesių), lyginant su pradine reikšme,

sudarė 54,8%, LKA kariūnų 50,6%. Antroje krūvio pusėje abiejose grupėse MJMJ kitimas nebuvo toks ryškus ($p > 0,05$). Po atlikto izokinetinio testo kelio tiesiamųjų raumenų MVMJ abiejose tirtose grupėse statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$).

Lygindami LKA kariūnų ir JRMP šauktinių blauzdos lenkiamųjų raumenų MVMJ pradinius (prieš krūvį) rodiklius nustatėme, kad LKA kariūnų MVMJ (125,7 N·m) buvo didesnė ($p < 0,05$) nei JRMP šauktinių (101,2 N·m) (3 pav.). MVMJ po izokinetinio krūvio statistiškai patikimai suma-

4 pav. LKA kariūnų ir JRMP šauktinių blauzdos lenkiamųjų raumenų maksimaliosis valingos momentinės jėgos kaita izokinetinio krūvio metu



Pastaba. * — skirtumas patikimas grupėje, lyginant su pradiniais duomenimis ($p < 0,05$).

žėjo ($p < 0,05$): JRMP šauktinių — iki 39,9 N·m, LKA kariūnų — iki 53,7 N·m, ir tai sudarė atitinkamai 39,42% ir 42,72%, lyginant su pradiniais duomenimis. Praėjus 5 minutėms po izokinetinio krūvio, JRMP šauktinių MVMJ buvo 94,9 N·m, tuo tarpu LKA kariūnų — 124,2 N·m (4 pav.), ir tai atitinkamai sudarė 93,77% ir 98,8%.

Tiriamųjų grupėms atliekant 100 blauzdos lenkimo judesių nustatyta, kad MVMJ didžiausi nuostoliai pasireiškė iki 40 judesio (4 pav.), palyginti su pradine reikšme ($p < 0,05$). Panašu, kad lyginant su kelio tiesiamaisiais raumenimis lenkiamųjų raumenų nuovargio slenkstis pasireiškė anksčiau. Vėliau abiejų grupių tiriamųjų blauzdos lenkiamųjų raumenų MVMJ kito mažiau ($p > 0,05$) (4 pav.).

Lygindami abiejų grupių testuojamųjų rezultatų kitimo kreives (4 pav.) nustatėme, kad JRMP šauktinių MVMJ kaita santykiškai didesnė nei LKA kariūnų ($p < 0,05$). JRMP šauktinių MVMJ procentinė reikšmė atlikus 30 lenkimo judesių, palyginti su pradine reikšme, sumažėjo 57,5%, o LKA kariūnų — 46,4%. Nuo 40 lenkimo judesio iki krūvio pabaigos JRMP šauktinių MVMJ sumažėjo 3,4%, LKA kariūnų — 10,2%. Po viso izokinetinio testo JRMP šauktinių MVMJ sumažėjo 60,9%, LKA kariūnų — 56,6% (4 pav.). Lyginant tirtąsias grupes, kelio lenkiamųjų raumenų MVMJ po krūvio statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p < 0,05$)

REZULTATŲ APTARIMAS

Pagrindinis šio tyrimo tikslas buvo nustatyti ir palyginti Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos (LKA) kariūnų ir Didžiojo Lietuvos etmono Jonušo Radvilos mokomojo pulko (JRMP) šauktinių blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų nuovargį ir atsigavimą izokinetinio krūvio

metu. Pagrindinė tyrimų išvada ta, kad LKA kariūnų kelio tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų funkcinis pajėgumas didesnis ir jėgos rodikliai atsigauna greičiau. LKA kariūnų ir JRMP šauktinių MVMJ rodikliai atlikus pusę fizinio krūvio (50 tiesimo ir lenkimo judesių) mažėjo labiau nei antroje krūvio pusėje (1 pav), vėliau kito nedaug. Panašias jėgos kitimo tendencijas nustatė ir S. Kamandulis (2004), tirdamas maksimalaus intensyvumo kartotinius vertikalius šuolius. Blauzdos lenkiamųjų raumenų MVMJ kinta labiau atlikus 40 lenkimo judesių. Taigi didesnis lenkiamųjų raumenų MVMJ sumažėjimas pasireiškė anksčiau.

Nuo kokių fiziologinių mechanizmų priklauso MVMJ kitimas krūvio metu? Vienas iš jų — raumenų nuovargis — priklauso nuo autoaktyvuojamų mechanizmų, kurių paskirtis gerinti, ekonomizuoti raumenų veiklą ir priešintis nuovargiui. Sporto medicinos literatūroje tai įvardijama kaip posttetaninė potenciacija (Mačiukas, 1999). Be to, kaip raumens nuovargio mediatorius krūvio metu dalyvauja ir pieno rūgštis, kuri yra raumenų nuovargio kilmės metabolinis veiksnys (Allen, Westerblad, 2004). Pastaroji disocijuoja į laktatą ir vandenilio jonus, kurie konkuruoja su kalcio jonais dėl jungimosi prie troponino C, ir gali pabloginti raumens susitraukiamumą (Weicker, 1995).

LKA kariūnų kelio tiesiamųjų raumenų nuovargis pirmoje krūvio pusėje buvo didesnis nei JRMP savanorių. Tai būtų galima paaiškinti šitaip: raumenys, kuriuose vyrauja 1 tipo (lėtosios) skaidulos, yra atsparesni nuovargiui, palyginti su raumenimis, kuriuose vyrauja 2 tipo (greitosios) raumeninės skaidulos (Fitts, 1994). Be to, ir greitųjų raumeninių skaidulų jėgos rodikliai aukštesni (Stasiulis et al., 2005). Mūsų tyrimo rezultatai rodo, kad LKA kariūnų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų MVMJ buvo didesnė tiek prieš krūvį, tiek po jo, lyginant su JRMP šauktinių duomenimis.

Abiejų grupių tiriamųjų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų MVMJ rodikliai krūvio metu rodo panašią nuovargio kaitą. Blauzdos lenkiamieji raumenys pavargsta mažiau nei tiesiamieji. Panašius duomenis pateikia ir kiti tyrėjai (Wilke et al., 1987; Perrin et al., 1987).

LKA kariūnų ir JRMP šauktinių blauzdos tiesiamųjų raumenų MVMJ rodikliai (2 pav.) iš karto po krūvio statistiškai patikimai sumažėjo ($p < 0,05$), palyginti su pradinėmis reikšmėmis. Po krūvio LKA kariūnų blauzdos tiesiamųjų raumenų MVMJ sumažėjo 92,6 N·m, JRMP karių — 68,0 N·m. Praėjus 5 minutėms po izokinetinio krūvio, abiejų grupių tiriamųjų blauzdos tiesiamuosiuose raumenyse pastebėti atsigavimo požymiai.

LKA kariūnų blauzdos lenkiamųjų raumenų MVMJ po krūvio sumažėjo iki 72,0 N·m, JRMP karių — iki 61,3 N·m. Praėjus 5 minutėms po izokinetinio krūvio abiejų grupių tiriamųjų blauzdos lenkiamieji raumenys atsigavo (skirtumas atitinkamai 1,5 ir 6,3 N·m, lyginant su pradiniais rodikliais) (4 pav.).

Nelieka abejonių, kad maksimalaus intensyvumo fiziniai pratimai sukėlė metabolinį nuovargį, kuris pasireiškė abiejų grupių karių blauzdos tiesiamuosiuose ir lenkiamuosiuose raumenyse. Metabolinio nuovargio metu labiausiai sumažėja ATP hidrolizės ir resintezės greitis, energinių medžiagų kiekis raumenyse, ypač kreatinfosfato ir glikogeno, mažėja miofibrilių jautrumas Ca^{2+} (Brenner 1988; Westerblad, Allen, 2003). Krūvio metu susikaupę metabolitai blokuoja miozino skersinių tiltelių ciklišką darbą, todėl mažėja raumens susi-

traukimo jėga, galingumas ir jo atsipalaidavimo greitis. Panašu, kad lenkiamuosius raumenis tai mažiau veikia. Abiejų grupių tiriamųjų blauzdos tiesiamųjų raumenų MVMJ rodikliai prieš krūvį, krūvio metu, iš karto po jo ir atsigavimo metu (5 min po krūvio) nustatyti didesni nei lenkiamųjų. Keturgalvis šlaunies raumuo pavargsta greičiau, nuovargio pasekmės išlieka ilgiau. Įdomu tai, kad lenkiamųjų raumenų jėgos mažėjimas stabilizuojasi anksčiau nei tiesiamųjų, o jėgos kitimo skirtumų tarp tiriamųjų grupių nenustatyta (1, 3 pav.). Po maksimalaus intensyvumo krūvio raumenyse gerokai padidėja vandenilio jonų koncentracija. Manoma, kad raumenų skaidulos mioplazmoje padaugėja Ca^{2+} , dėl kurių vėliau atsiranda nuovargis (Westerblad, Allen, 1993). KF koncentracija po tokio krūvio tampa visiškai normali praėjus 2—3 minutėms, vandenilio jonų koncentracija — po 10—15 minučių. Raumens potenciacija po didžiausio intensyvumo krūvio išlieka apie 5—10 minučių (Skurvydas, 1998). Taigi šios veiksnų grupės galėjo lemti atsigavimo rodiklius mūsų tyrimo atveju.

IŠVADA

Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos kariūnų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų maksimalioji valinga momentinė jėga, lyginant su Didžiojo Lietuvos etmono Jonušo Radvilos mokomojo pulko šauktiniais, didesnė tiek izokinetinio krūvio, tiek atsigavimo metu po jo. Atsparumo nuovargiui ir atsigavimo rodiklių reikšmingo skirtumo tirtose grupėse nenustatyta.

LITERATŪRA

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring / quadriceps strength ratio: Influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154, 421—427.
- Allen, D., Westerblad, H. (2004). Physiology. Lactic acid—the latest performance-enhancing drug. *Science*, 305, 1112—1113.
- Brenner, B. (1988). Effect of Ca^{2+} on cross-bridge turnover kinetics in skinned single fibers: Implication of muscle contraction II Proc. *National Academy of Sciences (USA)*, 85, 3542—3546.
- Costill, D. L., Coyle, E. F., Fink, W. F. (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Journal of Applied Physiology*, 46, 96.
- Dadelo, S. (1998). *Lietuvos teisės akademijos studentų fizinės saviugdros efektyvumo tyrimai: daktaro disertacija*. Vilnius.
- Endrijaitis, R., Radžiukynas, D. (2003). Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos pirmo kurso kariūnų fizinio rengimo ypatumai. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 5, 8—13.
- Fitts, R. H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 74 (J), 49—94.
- Fitts, R. H., McDonald, K. S., Schluter, J. M. (1991). The determinants of skeletal muscle force and power: Their adaptability with changes in activity pattern. *Journal of Biomechanics*, 24 (1), 111—122.
- Kamandulis, S. (2004). *Pakartoto krūvio efektas po raumens pažeidų sukeliančių fizinių pratimų: daktaro disertacija*. Kaunas. P. 48—58.
- Mačiukas, A. (1999). *Griaučių raumenų nuovargio ir aktyvacijos sąveika maksimalaus intensyvumo krūvio ir atsigavimo po jo metu: daktaro disertacijos santrauka*. Kaunas.
- Montgomery, L., Douglass, L., Deuster, P. (1989). Reliability of an isokinetic test of muscle strength and endurance.

- Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 10, 315—322.
- Perrin, D. H., Robertson, R. J., Ray, R. L. (1987). Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work relationships in athletes and nonathletes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 9 (5), 184—189.
- Radžiukynas, D. (1999). *Lietuvos karo akademijos kariūnų fizinis ugdymas pirmais studijų metais: daktaro disertacija*. Vilnius: Vilniaus pedagoginis universitetas.
- Rose, T., Engel, T., Bernard, J. (2004). Differences in the rehabilitation period following two methods of anterior cruciate ligament replacement; semitendinosus / gracilis tendon vs. ligamentum patellae. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 12 (3), 189—197.
- Skurvydas, A. (1998). *Judesių valdymo ir sporto fiziologijos konspektai: metodinė priemonė*. Kaunas: LKKI. P. 20—21.
- Skurvydas, A. (1991). *Organizmo adaptacijos prie fizinio krūvių pagrindiniai dėsningumai*. II dalis. Kaunas. P. 61.
- Stasiulis, A., Dubininkaitė, L., Venckūnas, T. (2005). *Sport ir pratimų fiziologijos laboratoriniai darbai*. Kaunas. P. 33—37.
- Weicker, H. (1995). Einfluss metabolischer Faktoren auf statische und dynamische Kraft sowie periphere Ermüdung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 3, 151—168.
- Westerblad, H., Allen, D. G. (2003). Cellular mechanisms of skeletal muscle fatigue. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 538, 563—570.
- Westerblad, H., Duty, S., Allen, D. G. (1993). Intracellular calcium concentration during low-frequency fatigue in isolated single fibers of mouse skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 75 (1), 382—388.
- Wilke, K. E., Johnson, R. D., Levine, B. (1987). A comparison of peak torque values of knee extension and flexor muscle groups using Biodex, Cybex and Kin-Com isokinetic dynamometers. *Physical Therapy*, 67 (6), 789—790.

SHIN FLEXOR AND EXTENSOR MUSCLE FUNCTION CHANGES DURING ISOKINETIC WORKLOAD

Ronaldas Endrijaitis¹, Arūnas Krasauskas³, Vytautas Streckis², Julija Andrejeva², Giedrius Gorianovas², Irena Vitkienė², Aleksas Stanislovaitis², Vytautas Markevičius³
 General Jonas Žemaitis Military Academy of Lithuania¹, Vilnius, Lithuanian Academy of Physical Education², Kaunas, Mykolas Romeris University³, Vilnius, Lithuania

ABSTRACT

Research aim was to determine and compare the General Jonas Žemaitis Military Academy (LMA) of Lithuania 1st year cadets and etymon Jonush Radvila Training Regiment Conscript (JRTR) soldiers' shin extensor and flexor muscle functional capability, fatigue resistance and recovery process.

Methods. The subjects were LMA cadets (n = 17) age 18.8 ± 0.4 m, height 181.3 ± 12.0 cm, body mass 77.5 ± 9.0 kg respectively; JRTR soldiers (n = 20) age 19.8 ± 1.1 m, height 180.3 ± 6.9 cm, body mass 70.4 ± 9.4 kg. Research subjects were assessed by Biodex Medical System 3 PRO Certificated ISO 9001 EN 46001 research and rehabilitation device. Maximal voluntary muscle contraction (MVC) was assessed before the workload, 1 min right after it, and 5 min after the workload, (3 times flexion and extension of knee flexor muscles at average angular speed ($180^\circ / s$)). The workload was 100 shin muscles flexion-extension movements. MVC during the workload muscle extension movement for LMA cadets decreased by 40.45%; and for JRTR conscripts it decreased by 43.75% accordingly. Thus, during shin flexion MVC indexes for LMA cadets were 43.6% of initial indexes, and JRTR conscripts achieved 39.1% compared to the initial indexes.

Conclusions: research results showed, that LMA cadets' indexes compared to JRTR conscripts' MVC indexes were higher before the workload and during the recovery time after the workload; muscle resistance to fatigue and recovery indexes during shin extensor and flexion had no significant difference. It is worth noting that LMA cadets and JRTR conscripts MVC wastage was most obvious after performing 50 extension movements, MVC decrease dynamics in shin flexor muscles appeared after performing 30 movements.

Keywords: isokinetic dynamometer, isokinetic workload, maximal voluntary contraction, muscle fatigue, recovery.

Gauta 2007 m. sausio 27 d.
 Received on January 27, 2007

Priimta 2008 m. birželio 18 d.
 Accepted on June 18, 2008

Ronaldas Endrijaitis
 Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija
 (General Jonas Žemaitis Military Academy of Lithuania)
 Šilo g. 5 A, LT-10322 Vilnius
 Lietuva (Lithuania)
 Tel +370 5 2103635
 E-mail ronaldas_endrijaitis@hotmail.com