

SPORTO MOKSLO TEORIJA SPORT SCIENCE THEORY

Sprinterių ir stajerių raumenų nuovargis atliekant 100 šuolių maksimaliu intensyvumu

*Prof, habil, dr. Albertas Skurvydas, dr. Aleksas Stanislovaitis,
doc. dr. Kazimieras Vasiliauskas, doc. Adolfas Liaugminas
Lietuvos kūno kultūros akademija*

Santrauka

Tyrimo tikslas - nustatyti lengvaatlečių sprinterių ir stajerių raumenų nuovargio ypatumus kas 20 s atliekant 100 šuolių maksimaliu intensyvumu. Buvo tiriami suaugę (18-24 metų) didelio meistriškumo lengvaatlečiai sprinteriai (n = 7) ir stajeriai (n=8). Prieš šuolius, tuojau po šuolių ir praėjus 20 min buvo registruojami raumenų valingojo ir nevalingojo susitraukimo rodikliai. Tyrimo rezultatai parodė, kad kas 20 s atliekant ekscentrinius-koncentrinius pratimus maksimaliu intensyvumu pasireiškia ne metabolinis, bet struktūrinis nuovargis. Tačiau jis nepriklauso nuo lengvaatlečių treniruotės krūvių specifikos.

Raktažodžiai: griežtųjų raumenys, nuovargis, šuoliai, sprinteriai, stajeriai.

Įvadas

Atliekant kartotinius ekscentrinius-koncentrinius fizinius pratimus maksimaliu intensyvumu atsiranda raumenų nuovargis, kuris nepriklauso nuo energinių medžiagų sumažėjimo ir išlieka net kelias paras (Newham ir kt., 1983; Skurvydas ir kt., 2000). Tai vadinamasis mažų dažnių nuovargis (MDN). MDN po tokio krūvio gali kilti dėl raumenų elastinių bei susitraukimo komponentų irimo (Armstrong ir kt., 1991; Jones ir kt., 1989). Tačiau visiškai neaišku, kaip toks nuovargis pasireiškia sportininkams, kurie ugdo skirtingas fizines ypatybes - greitumo jėgą ir ištvėrę. **Tyrimų tikslas** - nustatyti lengvaatlečių sprinterių ir stajerių raumenų MDN ypatumus.

Tyrimų metodika

Buvo tiriami suaugę (18-24 metų) didelio meistriškumo lengvaatlečiai sprinteriai (n=7) ir stajeriai (n = 8).

Raumenų stimuliavimo bei jėgos signalo registravimo metodika. Raumuo buvo stimuliuojamas elektros stimulatoriaus (MG 440 "Medicor") dviem paviršiniaus elektrodais (9x18 cm). Parinkta tokia stimuliavimo įtampa, kuri sukeltų didžiausią raumens susitraukimo jėgą (nuo 120 iki 150 V). Stimulo trukmė - 1 ms. Tiriemieji buvo sodinami į specialų krėslą ir jų dešinė koja buvo įtvirtinama 90° per kelio sąnarį kampu. Specialiais prietaisais izometrinio režimu buvo registruojama raumens susitraukimo jėga. Su raumenų stimuliavimo ir jėgos registravimo metodika galima išsamiau susipažinti ankstesnėse mūsų publikacijose (Skurvydas ir kt., 2000).

Soklumo nustatymas. Buvo atliekami šuoliai aukštnu nušokus nuo 40 cm pakyls ir amortizuo-

jamai pritupiant iki 90° kampo per kelius. Pagal pasiūlytą Bosco ir kt. (1982) metodiką buvo registruojamas šuolio aukštis. Soklumo įvertinimo metodika išsamiau išnagrinėta ankstesnėje mūsų publikacijoje (Skurvydas, 1998).

Tyrimų eiga. Raumenų susitraukimo rodikliai buvo registruojami tokia seka:

- raumenų susitraukimo, sukulto šių stimuliavimo režimų: 20 Hz (P20) ir 50 Hz (P50) (stimuliavimo trukmė - 1 s), jėga,
- raumenų susitraukimo maksimali valingoji jėga (MVJ) (trys mėginimai kas 3 min);
- kas 20 s atliekama 100 šuolių į aukštį iš vietos nušokus nuo 40 cm pakyls (pritūpimo kampas 90° per kelius).

Visos raumenų susitraukimo ir šoklumo savybės buvo registruojamos tuoj pat po šuolių ir praėjus 20 min.

Buvo apskaičiuojamas visų rodiklių reikšmių nuovargio indeksas ($N1 = \text{rodiklio reikšmė po krūvio} / \text{rodiklio kontrolinė reikšmė prieš krūvį} \times 100\%$). Praėjus 24 valandoms po šuoliavimo krūvio buvo nustatomas šuolio aukštis ir subjektyviai įvertinamas raumenų skausmas (pagal 10 balų sistemą).

Buvo apskaičiuotos gautų rezultatų vidutinės reikšmės, vidutinis kvadratinis nuokrypis bei vidurkių skirtumų patikimumas pagal t kriterijų.

Tyrimų rezultatai

Sprinterių vertikalios šuolio aukštis šuoliavimo krūvio pradžioje buvo statistiškai patikimai ($p < 0,05$) didesnis negu stajerių - atitinkamai $48,7 \pm 5,2$ cm ir $37,4 \pm 4,4$ cm.

2 lentelė

Tiek sprinterių, tiek ir stajerių šuolio aukštis statistiškai patikimai ($p < 0,05$) sumažėjo po pirmųjų 50 šuolių ir vėliau nepakito praėjus net 24 valandoms po krūvio (1 lentelė). Tačiau visais laiko tarpais stajerių šuolio aukštis sumažėjo patikimai ($p < 0,05$) daugiau negu sprinterių.

1 lentelė

Sprinterių ir stajerių atliekamų šuolių nuovargio indeksai

Tiriamieji	N150	N1100	NIA20	N124
Sprinteriai	92,9* 3,9	92,1* 3,2	90,7* 3,7	93,1* 4,7
Stajeriai	88,5* 4,4	88,2* 4,4	84,9* 6,5	87,4* 8,4
P	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

*Pastaba. *- tos pačios lengvaatlečių grupės šuolio aukščio vidutinės reikšmės patikimai ($p < 0,05$) skiriasi nuo kontrolinių. N150, N1100, NIA20 ir N124 - šuolio nuovargio indeksai po 50 ir 100 šuolių bei praėjus po krūvio 20 minučių ir 24 valandoms.*

Po šuoliavimo krūvio sprinterių ir stajerių MVJ, P20 ir P50 sumažėjo statistiškai patikimai ($p < 0,05$) ir neatsigavo iki pradinio lygio praėjus 20 min po krūvio (2 lentelė). Ypač sumažėjo abiejų grupių sportininkų mažų stimuliavimo dažnių (20 Hz) sukelta jėga. Sprinterių ir stajerių P20/P50 (kuris rodo MDN) sumažėjo statistiškai patikimai ($p < 0,05$). Be to, sprinterių P20/P50 sumažėjo patikimai ($p < 0,05$) daugiau negu stajerių, nes stajerių P50 sumažėjo daugiau ($p < 0,05$) negu sprinterių. Praėjus 24 valandoms po šuoliavimo krūvio, sprinteriai ir stajeriai savo raumenų skausmą įvertino atitinkamai $6,2 \pm 0,5$ ir $6,1 \pm 0,4$ balais.

Rezultatų aptarimas

Pagrindinė tyrimų išvada yra ta, kad po 100 vertikalių šuolių, atliekamų kas 20 s, stajerių tiek šuolių aukštis, tiek ir didelių stimuliavimo dažnių sukelta jėga sumažėjo statistiškai patikimai daugiau negu sprinterių. Tai gana netikėta išvada, nes beveik nekyla abejonių, kad sprinterių raumenyse yra daugiau greitųjų raumeninių skaidulų (RS) negu stajerių raumenyse (Saltin ir kt., 1977), o greitosios RS yra mažiau atsparios nuovargiui negu lėtosios RS (Fitts, 1994). Be to, stajerių treniruotės krūviai ugdė išvermę, o sprinterių - greičio jėgą.

Manome, kad šią tyrimo išvadą galima aiškinti taip:

1. Kartotinio fizinio krūvio metu raumenyse negalėjo susikaupti didelis kiekis metabolitų (neorganinio fosfato, ADF, vandenilio jonų ir kt., kurie sumažina raumens susitraukimo jėgą), nes tarp maksimaliu intensyvumu atliekamų šuolių buvo pakankamai ilgas laiko tarpas, kad atsigauntų ATF ir KF

Sprinterių ir stajerių raumens susitraukimo, sukulto įvairių dažnių stimulais, jėgos ir MVJ nuovargio indeksai (N1) tuoj pat po šuoliavimo krūvio (N1100) ir praėjus 20 minučių po krūvio (NIA20)

Rodikliai	Tiriamieji	N1100 proc.	NTA20 proc.
P20	Sprinteriai	37,9** 10,4	43,1** 12,5
P20	Stajeriai	39,2** 8,2	47,9** 5,5
Vidurkių skirtumo patikimumas		$p > 0,05$	$p > 0,05$
P50	Sprinteriai	76,2* 12,4	74,9* 12,5
P50	Stajeriai	70,1* 7,7	73,8* 7,3
Vidurkių skirtumo patikimumas		$p < 0,05$	$p < 0,05$
P20/P50	Sprinteriai	44,6** 7,6	55,7** 8,7
P20/P50	Stajeriai	56,4** 7,5	65,2** 6,4
Vidurkių skirtumo patikimumas		$p < 0,05$	$p < 0,05$
MVJ	Sprinteriai	80,4* 5,8	80,9* 3,4
MVJ	Stajeriai	80,1* 11,2	80,5* 9,6
Vidurkių skirtumo patikimumas		$p > 0,05$	$p > 0,05$

*Pastaba. * ir ** - tos pačios lengvaatlečių grupės raumenų susitraukimo ir atsipalaidavimo vidutinės reikšmės patikimai skiriasi nuo kontrolinių (atitinkamai $p < 0,05$ ir $p < 0,001$).*

(Fitts, 1994). Todėl raumenų nuovargio kilmės priežastis negali būti metabolinė. Jei ji būtų metabolinė, tai stajerių raumenys turėtų mažiau nuvargti, nes jų raumenys yra atsparesni metaboliniam nuovargiui (Saltin ir kt., 1977).

2. Manome, kad nuo pat ekscentrinų-koncentrinų fizinių pratimų atlikimo pradžios gali pradėti irti sarkomerai bei elastiniai raumenų komponentai, kas gali lemti raumenų jėgos mažėjimą (Armstrong ir kt., 1991; Waterman-Storer, 1991). Tai vadinamasis miofibrilių nuovargis (Edman, 1996), kuris pasireiškia pratimų, atliekamų maksimaliu intensyvumu, pradžioje. Ir šis nuovargis esti didesnis stajerių, kurių raumenys nėra pripratę prie tokių krūvių.

Apibendrinant galima padaryti išvadą, kad kas 20 s atliekant ekscentrinus-koncentrinus pratimus maksimaliu intensyvumu pasireiškia ne metabolinis, bet "struktūrinis" nuovargis, kurio metu ypač sumažėja raumens susitraukimo jėga, sukelta mažų dažnių stimulų (1-20 Hz). Be to, "struktūrinis" nuovargis nemažėja, kai per treniruotes ugdomas raumenų atsparumas metaboliniam nuovargiui.

LITERATŪRA

1. Armstrong, R.B., Warren, G.L., Warren, J.R. (1991). Mechanisms of exercise-induced muscle injury. *Sports MedicineNoX*. 12(3). 184-207.
2. Bosco, C., Viitasalo, J.T., Komi, P.V., Luchtanen, P. (1982). Combined effect of elastic energy and mioelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*. Vol. 114. 557-565.
3. Edman, K.A.P. (1996). Fatigue vs. shortening-induced deactivation in stretched muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. Vol. 156. 183-192.
4. Fitts, R.H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Review*. Vol. 7. 49-95.
5. Jones, D.A., Newham, D.J., Torgan, C. (1989). Mechanical influence on long-lasting human muscle fatigue and delayed-onset muscle pain. *Journal of Physiology*. Vol. 412.451-427.
6. Newham, D.J., Mills, K.R., Quigley, B.M., Edwards, R.H.T (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical Science*. Vol. 64(1). 55-62.
7. Saltin, B., Henriksson, J., Nygard, E., Anderson, P, Jansson, E. (1977). Fiber type and metabolites potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners. *Ann NY Academy Science*. Vol. 301. 3-29.
8. 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 Physiol. Scand*. Vol.169(1). 55-62.
9. Skurvydas, A. (1998). Jumping capacity of athletes engaged in various sports. *Biol Sport*. 15(4): 253-63.
10. Waterman-Storer, C.M. (1991). The cytoskeleton of skeletal muscle: is it affected by exercise? A brief review. *Medicine Science of Sports and Exercise*. Vol. 23.1240-1249.

THE MUSCLES FATIGUE OF ATHLETES SPRINTERS AND LONG-DISTANCE RUNNERS,
WHILE PERFORMING 100 JUMPS EVERY 20 S AT MAXIMUM INTENSITY

*Prof. Dr. Habil. Albertas Skurvydas, Dr. Aleksas Stanislovaitis,
Assoc. Prof. Dr. Kazimieras Vasiliauskas, Assoc. Prof. Adolfo Liaugminas*

SUMMARY

Hundred drop jumps were performed at maximal intensity every 20 s in 7 sprinters (S) and 8 long-distance runners (LDR). Muscle contraction force (P20, P50) induced by percutaneous electrical stimulation (20 Hz and 50 Hz, respectively) as well as MVC and the height of vertical jumps performed in different ways decreased ($P < 0.05$) and was not restored to the initial value 20 min post exercise. There was a marked increase in low frequency fatigue (LFF) in all the groups studied as substantiated by a significant decrease in the ratio of P20/P50 immediately after exercise as well as 20 min post exercise compared to pre exercise values

($P < 0.05$). However, low frequency fatigue was similar in S and LDR. The jump height of the sprinters decreased to a smaller extent compared to jumps performed by LDR and UT. Muscle pain did not differ between S and LDR 24h post exercise. The present data indicate that endurance training status as well as prevalence of muscle fibres of the slow type does not decrease muscle resistance to LFF nor accelerate the recovery of muscle contraction force following maximal, intermittent stretch-shortening cycle exercise.

Key words: skeletal muscle, fatigue, jumps, sprinters, long-distance runners.

Albertas Skurvydas
Saulės g. 16-50, Kaunas
Tel. 8-27 20 55 43, 20 17 37 (d.), 79 26 44 (n.)
El. paštas: motorl@kki.lt

*Gauta 200012 15
Priimta 2001 1212*