

SVEIKŲ IR KELIO SĄNARIO TRAUMĄ PATYRUSIŲ STUDENČIŲ IZOKINEZINĖS TRENIRUOTĖS EFEKTYVUMAS

**JURGA INDRIŪNIENĖ^{2,3}, ALVYDAS JUOCEVIČIUS^{2,3}, IRENEUSZ M. KOWALSKI⁴,
EIMANTAS ŽEIMYS¹, ALGIRDAS VALIULIS³**

¹Vaikų ligoninė, Vilniaus universiteto ligoninės Sanatriškių klinikų filialas, Vaikų fizinės medicinos ir reabilitacijos centras, ²Vilniaus universiteto ligoninės Sanatriškių klinikų Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos centras, ³Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra, ⁴Department of Rehabilitation, Faculty of Medical Sciences, University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland

Raktažodžiai: studentės, izokinezinė treniruotė, raumenų jėgos momentas, raumenų bendras darbas.

pėse ($p < 0,05$), tačiau reikšmingai didesni rodikliai pokyčiai stebimi sveikų tiriamųjų grupėje ($p < 0,05$).

Santrauka

Tyrimo tikslas - įvertinti sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių studentų izokinezinės treniruotės efektyvumą blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos, išvermės bei raumenų balanso rodikliams. Tyrime dalyvavo 24 savanorės. I tiriamųjų grupę sudarė 12 studentų (amžiaus vidurkis $21,2 \pm 2,86$ m), prieš metus patyrusių kelio sąnario traumą. II grupę sudarė 12 kelio sąnario patologijų neturinčių studentų (kurių amžiaus vidurkis $20,6 \pm 1,62$ m). Abiem tiriamųjų grupėms buvo taikyta vienoda izokinezinių treniruočių programa, kuri truko 10 darbo dienų. Treniruočių ciklo pradžioje ir pabaigoje izokineziniu dinamometru "Biodex System 4 Pro" atliktas testas, siekiant įvertinti blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų savybes. Duomenys apskaičiuoti taikant *Stjudento* (*t*) kriterijų. Pasirinktas reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$. Tyrimo metu nustatyta, kad po izokinezinių treniruočių padidėjo abiejų grupių tiriamųjų blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga (I grupėje - 9,7 Nm, II grupėje - 13,7 Nm), išvermė (I grupėje - 165,6 J, II grupėje - 179,5 J) bei blauzdos tiesiamųjų raumenų išvermė. Per stebimą laikotarpį abiejose grupėse sumažėjo raumenų disbalansas tarp abiejų kojų. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad I grupės pažeistos kojos blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų funkcinė būklė reikšmingai skyrėsi nuo II grupės tiriamųjų nedominuojančios kojos ($p < 0,05$). Po izokinezinių treniruočių blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos, išvermės ir balanso rodikliai reikšmingai padidėjo abiejose tiriamųjų gru-

IVADAS

Izokinezinė sistema naudojama ištirti raumenų funkcinę būklę, įvertinti jos pokyčius po ligų, traumų ar reabilitacijos taikymo [1]. Raumenų jėga ir išvermė yra susiję su kasdienine veikla ir svarbūs fizinio pajėgumo rodikliai. Šie rodikliai naudingi siekiant įvertinti raumenų funkciją bei jos pokyčius taikant įvairias treniravimo programas [2].

Izokinezinė sistema leidžia ne tik surinkti objektyvią informaciją apie tiriamojo asmens raumenų funkcinę būklę, bet ir sudaryti individualią treniruočių programą (remiantis asmens amžiumi, lytimi, fiziniu pajėgumu, patologija) [3]. Izokinezinė treniruotė yra efektyvi siekiant padidinti raumenų jėgą, raumenims susitraukiant pastoviu greičiu per visą judesio amplitudę [4]. Raumenų jėgos parametrai yra svarbus rodiklis siekiant įvertinti raumenų funkcinę būklę, tačiau raumenų išvermės įvertinimas taip pat labai svarbus [2]. Raumenų išvermės lavinimo programos yra svarbi reabilitacijos ar atskirų sporto šakų treniruočių programos dalis. Raumenų išvermės treniruotė svarbi dėl kelio sąnario pažeidimų prevencijos, ypač tokiais atvejais, kai sąnarių nestabilumas sukelia sinovinių struktūrų degeneraciją [5].

Literatūros apie raumenų išvermės ir jėgos pokyčius taikant skirtingas treniruočių programas yra nepakankamai. Taip pat nedaug tyrimų atlikta siekiant įvertinti, kaip izokinezinės treniruotės veikia sveikų ir kelio sąnario traumas patyrusių asmenų raumenų savybes.

Darbo tikslas: įvertinti sveikų ir kelio sąnario traumą patyrusių studentų izokinezinės treniruotės efektyvumą blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos, išvermės bei raumenų balanso rodikliams.

TYRIMO KONTINGENTAS IR METODAI

Tyrimas atliktas 2011 – 2012 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje, Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos centro Ambulatorinės reabilitacijos skyriuje. Iš viso tyrime dalyvavo 24 savanorės. I tiriamųjų grupę sudarė 12 studentėlių (amžiaus vidurkis $21,2 \pm 2,86$ m), prieš metus patyrusių kelio sąnario traumą. II grupę sudarė 12 kelio sąnario patologijų neturinčių studentėlių (kurių amžiaus vidurkis $20,6 \pm 1,62$ m). Neįtraukimo į tyrimą kriterijai: pakartotinė kelio sąnario trauma, nekontroliuojama hipertenzija, antikoagulantų vartojimas, širdies ir kraujagyslių sistemos ligos, fibromialgija, sunki osteoporozė, epilepsija, nėštumas, negalėjimas atlikti testo.

Tiriamųjų ūgis ir svoris buvo matuojami remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) rekomendacijomis, naudojant medicininiams tyrimams tinkamus prietaisus. Apskaičiuotas kūno masės indeksas (KMI), kūno masę kilogramais padalijus iš ūgio metrais, pakelto kvadratu.

Treniruočių ciklo pradžioje ir pabaigoje izokinezinu dinamometru "Biodex System 4 Pro" atliktas testas, siekiant įvertinti blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų savybes. Prieš testą tiriamosios atliko 5 minučių apšilimą veloergometru (50 W, 60 apsk./min.). Testo metu atlikti 5 blauzdos tiesimo – lenkimo judesiai $90^\circ/\text{sek.}$, bei 20 judesių $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu. Lėtesnis kampinis greitis naudotas siekiant įvertinti raumenų jėgą (ją atspindintis rodiklis - jėgos momentas, išreikštas Nm). Didesnis kampinis greitis naudotas siekiant įvertinti raumenų ištvėrmę (ją atspindintis rodiklis - bendras darbas, išreikštas J). Pradžioje testas atliktas su sveikąja ar dominuojančia koja, tada tie patys judesiai pakartoti su kita koja.

Abiem tiriamųjų grupėms buvo taikyta vienoda izokinezinių treniruočių programa, kuri truko 10 darbo dienų. Prieš izokinezinę treniruotę tiriamosios atliko 5 minučių apšilimą veloergometru (50 W, 60 apsk./min.). Treniruočių protokolą sudarė blauzdos tiesimo - lenkimo judesiai $90 - 180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu. Palaipsniui treniruotės trukmė didinta nuo 20 minučių iki 30 min.

Tyrimo duomenys apdoroti naudojantis statistiniu SPSS 15.0 programiniu paketu. Buvo skaičiuoti kintamųjų vidurkiai (X), standartinis nuokrypis (SN). Duomenys apskaičiuoti taikant Stjudento (*t*) kriterijų. Statistinių hipotezių

1 lentelė. Bendra tiriamųjų charakteristika

Tirti rodikliai (matavimo vienetai)	Rezultatų vidurkis \pm SN	
	I grupė	II grupė
Ūgis (m)	$1,69 \pm 0,06$	$1,66 \pm 0,07$
Svoris (kg)	$63,1 \pm 6,52$	$57,5 \pm 7,99$
KMI (kg/m^2)	$22,2 \pm 2,30$	$20,9 \pm 2,13$

tikrinimo metu skirtumai laikyti statistškai reikšmingais, jeigu paklaidos tikimybės reikšmė *p* buvo mažesnė nei 0,05.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Vertinant tiriamųjų KMI nustatėme, kad abiejų grupių tiriamųjų KMI atitiko normą. Bendra tiriamųjų charakteristika pateikta 1 lentelėje.

Vertinant izokinezinės treniruotės poveikį jėgos momento rodikliui, pastebimas statistškai reikšmingas pokytis abiejų grupių blauzdos lenkiamuosiuose raumenyse po treniruočių programos ($p < 0,05$). Pirmos grupės tiriamųjų raumenų jėga vidutiniškai padidėjo 9,7 Nm, antroje – 13,7 Nm (2 lentelė).

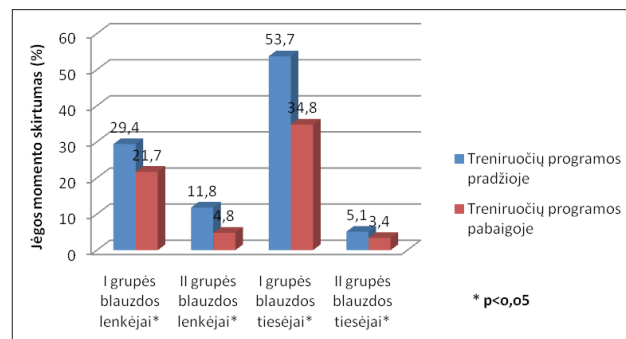
3 lentelėje pateikta blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga prieš treniruočių programą ir po jos. Po izokinezinių treniruočių traumotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga

2 lentelė. Blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga treniruočių pradžioje ir pabaigoje

Tirti rodikliai	Treniruočių programos pradžioje	Treniruočių programos pabaigoje	p
	Vidurkis \pm SN	Vidurkis \pm SN	
I grupės tiriamųjų traumotos kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga (Nm)	$39,1 \pm 10,36$	$48,3 \pm 9,25$	$p < 0,05$
II grupės tiriamųjų nedominuojančios kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga (Nm)	$55,8 \pm 9,10$	$69,5 \pm 10,37$	$p < 0,05$

3 lentelė. Blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga treniruočių pradžioje ir pabaigoje

Tirti rodikliai	Treniruočių programos pradžioje	Treniruočių programos pabaigoje	p
	Vidurkis \pm SN	Vidurkis \pm SN	
I grupės tiriamųjų traumotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga (Nm)	$65,5 \pm 23,37$	$76,4 \pm 25,30$	$p < 0,05$
II grupės tiriamųjų nedominuojančios kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga (Nm)	$111,4 \pm 12,80$	$111,1 \pm 8,45$	$p < 0,05$



1 pav. Blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos disbalansas tarp abiejų kojų treniruočių programos pradžioje ir pabaigoje

4 lentelė. Blauzdos lenkiamųjų raumenų bendras darbas treniruočių pradžioje ir pabaigoje

Tirti rodikliai	Treniruočių programos pradžioje	Treniruočių programos pabaigoje	p
	Vidurkis ± SN	Vidurkis ± SN	
I grupės tiriamųjų traumuotos kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų bendras darbas (J)	369,4 ± 166,63	535,0 ± 191,48	p<0,05
II grupės tiriamųjų nedominuojančios kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų bendras darbas (J)	495,8 ± 113,30	675,3 ± 92,27	p<0,05

5 lentelė. Blauzdos tiesiamųjų raumenų bendras darbas treniruočių pradžioje ir pabaigoje

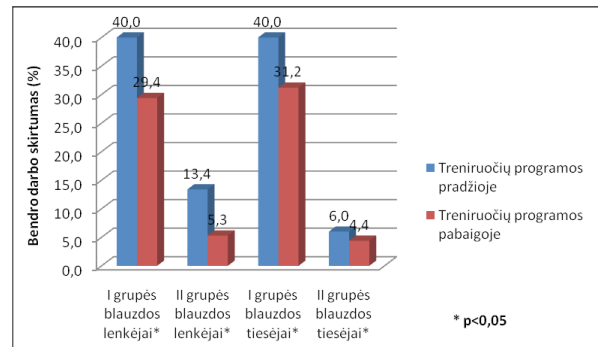
Tirti rodikliai	Treniruočių programos pradžioje	Treniruočių programos pabaigoje	p
	Vidurkis ± SN	Vidurkis ± SN	
I grupės tiriamųjų traumuotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų bendras darbas (J)	855,2 ± 231,68	1019,0 ± 270,91	p<0,05
II grupės tiriamųjų nedominuojančios kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų bendras darbas (J)	1228,6 ± 127,02	1391,8 ± 156,48	p<0,05

pirmoje grupėje padidėjo vidutiniškai 10,9 Nm (p<0,05). Antrąją tiriamųjų grupę šis rodiklis liko nepakitęs (3 lentelė).

Tyrimais nustatyta, kad 10 proc. skirtumas tarp kairės ir dešinės galūnės raumenų jėgos yra nereikšmingas, tačiau esant 11 proc. ir didesniai skirtumui rekomenduojama taikyti reabilitaciją. Skirtumas, didesnis nei 11 proc., vadinamas raumenų disbalansu. Didesnis nei 25 proc. skirtumas parodo reikšmingą raumenų funkcijos pakenkimą [6]. Mūsų tiriamosiose grupėse stebimas disbalansas tarp abiejų kojų raumenų jėgos. Prieš treniruočių programą I grupėje nustatytas 29,4 ± 33,4 proc. disbalansas tarp sveikosios ir pažeistos kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos, po treniruočių programos jis sumažėjo iki 21,7 ± 12,92 proc. (p<0,05). II grupės skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos prieš treniruočių programą buvo 11,8 ± 11,38 proc., po treniruočių programos sumažėjo iki 4,8 ± 2,99 proc. (p<0,05). Disbalansas tarp blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos prieš treniruočių programą I grupėje buvo 53,7 ± 42,76 proc., po - 34,8 ± 24,81 proc., tuo tarpu II grupėje prieš treniruočių programą skirtumas buvo 5,1 ± 5,12 proc., po - 3,4 ± 3,0 proc. (p<0,05) (1 pav.).

Trudelle-Jackson ir kt. (2011) atlikto tyrimo rezultatai parodė, jog apatinių galūnių jėgos dydžio asimetriškumas turi neigiamos įtakos sąnario stabilumui, tai gali padidinti griuvimų galimybę. Moterims, kurių keturgalvio raumens jėga mažesnė, dažniau stebima kelio sąnario artrozė [7].

Siekiant įvertinti blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų rau-



2 pav. Blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų ištvėrmės disbalansas tarp abiejų kojų treniruočių programos pradžioje ir pabaigoje

menų ištvėrmę, analizavome bendro raumenų atlikto darbo rezultatus. I grupėje traumuotos kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų bendro darbo rodiklis po treniruočių programos padidėjo vidutiniškai 165,6 J, antroje grupėje nedominuojančios kojos šis rodiklis padidėjo 179,5 J (p<0,05) (4 lentelė).

Blauzdos tiesiamųjų raumenų bendro darbingumo pokyčiai pateikti 5 lentelėje. Abiejų grupių blauzdos tiesiamųjų raumenų bendro darbo rodiklis per stebimą laikotarpį padidėjo vienodai: I grupėje - 163,8 J, II - 163,2 J (5 lentelė).

Prieš treniruočių programą I grupėje nustatytas 40,0 ± 19,67 proc. disbalansas tarp sveikosios ir pažeistos kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų ištvėrmės, po treniruočių programos skirtumas sumažėjo iki 29,4 ± 10,34 proc. (p<0,05). II grupės skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios blauzdos lenkiamųjų raumenų ištvėrmės prieš treniruočių programą buvo 13,4 ± 12,58 proc., po - 5,3 ± 5,47 proc. Disbalansas tarp blauzdos tiesiamųjų raumenų ištvėrmės treniruočių programos pradžioje I grupėje buvo 40,0 ± 26,87 proc., pabaigoje sumažėjo iki - 31,2 ± 21,37 proc. (p<0,05). II grupėje skirtumas tarp blauzdos tiesiamųjų raumenų ištvėrmės tiriamojo periodo pradžioje buvo 6,0 ± 8,88 proc., pabaigoje - 4,4 ± 2,07 proc. (p<0,05) (2 pav.).

IŠVADOS

1. Tiriamųjų grupės, pradėjusios lankyti izokinezines treniruotes po kelio sąnario traumas, pažeistos kojos blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų funkcinė būklė reikšmingai skyrėsi pagal raumenų jėgos, ištvėrmės ir raumenų balanso rodiklius nuo sveikų tiriamųjų nedominuojančios kojos (p<0,05).

2. Po izokinezinių treniruočių blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos, ištvėrmės ir balanso rodikliai reikšmingai padidėjo abiejose tiriamųjų grupėse (p<0,05).

3. Po izokinezinių treniruočių reikšmingai didesni rodiklių pokyčiai stebimi sveikų tiriamųjų grupėje: skirtu-

mas tarp nedominuojančios ir dominuojančios kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos sumažėjo 59 proc., išvertmės skirtumas sumažėjo 60,4 proc. ($p < 0,05$). Kelio sąnario traumą patyrusių tiriamųjų skirtumas tarp pažeistos ir sveikos kojos šių rodiklių sumažėjo atitinkamai 26,2 proc. ir 26,5 proc. ($p < 0,05$).

Literatūra

1. D'Alessandro RL, Silveira EAP, Saldanha dos Anjos MT, Aurelio da Silva A, Teixeira da Fonseca S. Analysis on the association between isokinetic dynamometry of the knee's articulation and one-leg horizontal jump, hop test, in volleyball athletes. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(5):255-258.
2. Ritti-Dias RM, Basyches M, Camara L, Puech-Leao P, Battistella L, Wolosker N. Test-retest reliability of isokinetic strength and endurance tests in patients with intermittent claudication. *Vasc Med*. 2010;15(4):275-278.
3. Remaud A, Cornu C, Guével A. Neuromuscular adaptations to 8-week strength training: isotonic versus isokinetic mode. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(1):59-69.
4. Nickols-Richardson SM, Miller LE, Wootten DF, Ramp WK, Herbert WG. Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women. *Osteoporos Int*. 2007;18:789-796.
5. Carregaro RL, Cunha RR, Cardoso JR, Pinto RS, Bottaro M. Effects of different methods of antagonist muscles pre-activation on knee extensors neuromuscular responses. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(6):452-9.
6. Gymnax Iso 1. Isokinetic dynamometer for knee and closed kinetic chain. User's manual Rev. B. Via della Fangosa, 32-50032 Borgo S. Lorenzo (FI), Italy. 2006.
7. Trudelle-Jackson E, Ferro E, Morrow JR Jr. Clinical Implications for Muscle Strength Differences in Women of Different Age and Racial Groups: The WIN Study. *J Womens Health Phys Therap*. 2011;35(1):11-18.

THE EFFECT OF ISOKINETIC TRAINING ON HEALTHY STUDENTS AND ON STUDENTS AFTER KNEE INJURIES

Jurga Indriūnienė, Alydas Juocevičius, Ireneusz M. Kowalski, Eimantas Žeimys, Algirdas Valiulis

Summary

Key words: students, isokinetic training, peak torque, total work.

The aim of this study was to evaluate the effect of isokinetic training on healthy students' and on students' after knee injuries functional status (knee extensor and flexor muscles strength, resistance and balance). In a study participated 24 students. I group comprised of 12 students (mean age $21,2 \pm 2,86$ years) after knee injuries, II group comprised of 12 healthy students (mean age - $20,6 \pm 1,62$ years) without knee injuries. Both groups participated in isokinetic training for 10 work days. Knee muscles strength and resistance were measured using an isokinetic dynamometer "Biodex System 4 Pro". Data were analyzed using Student's t test. Statistical significance was defined as $p < 0,05$. The research showed that after isokinetic training knee flexor muscles strength increased in both groups (in I group - 9,7 Nm, in II group - 13,7 Nm). Knee flexor muscles resistance increased 165,6 J in I group and 179,5 J in II group. Also during this period increased knee extensor muscles resistance, decreased muscle imbalance. Research showed that first group knee flexor and extensor muscles function status differs from second group ($p < 0,05$). After isokinetic training knee flexor and extensor muscles strength, resistance and balance increased in both groups, but in second group increased more ($p < 0,05$).

Correspondence to: jurga.indriuniene@gmail.com

Gauta 2012-10-12