STATINIO IR DINAMINIO TEMPIMO POVEIKIS BLAUZDOS LENKIAMŲJŲ IR TIESIAMŲJŲ RAUMENŲ SPROGSTAMAJAI JĖGAI

Jurga Indriūnienė, Karolis Ramanauskas, Inga Muntianaitė, Rūta Kulikauskaitė

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas

Raktažodžiai: statinis tempimas, dinaminis tempimas, sprogstamoji jėga.

Santrauka

Į apšilimo programas dažnai įtraukiamas raumenų tempimas, tačiau dėl jo poveikio raumenų jėgai vis dar ginčijamasi. Kyla klausimas, ar statinis tempimas gali turėti neigiamą poveikį raumenų jėgai ir didinti traumų riziką? Darbo tikslas buvo įvertinti statinio ir dinaminio tempimo poveikį blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamajai jėgai. Tyrime dalyvavo 30 (21 moteris ir 9 vyrai) sveikų, laisvalaikio fiziškai aktyvių studentų (amžiaus vidurkis $21,8 \pm 1,16$ m.). Tiriamieji buvo suskirstyti į dvi grupes: I grupė ($n=15$) atliko statinį, II grupė ($n=15$) – dinaminį šlaunies raumenų tempimą. Prieš ir po tempimo pratimų izokinetiniu dinamometru buvo nustatyta blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamoji jėga (Nm) $60^\circ/\text{sek.}$ ir $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniais greičiais. Išanalizavę šlaunų raumenų sprogstamosios jėgos rodiklius, esant $60^\circ/\text{sek.}$ kampiniam greičiui, po tempimo nustatėme, kad I grupėje dešinės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga nereikšmingai padidėjo $0,87$ Nm, o kairės – $0,4$ Nm ($p>0,05$). II grupėje dešinės kojos raumenų jėga reikšmingai padidėjo $7,60$ Nm ($p<0,05$), o kairės – nereikšmingai sumažėjo $0,33$ Nm ($p>0,05$). Tarp I ir II grupių reikšmingų skirtumų nebuvo ($p>0,05$). Analizuojant blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos pokyčius nustatėme, kad I grupės dešinės kojos raumenų jėga padidėjo $0,47$ Nm, kairės – $2,07$ Nm, o II grupės atitinkamai $2,73$ ir $1,67$ Nm, tačiau šie pokyčiai buvo nereikšmingi ($p>0,05$). Tarp grupių reikšmingų skirtumų nebuvo ($p>0,05$). Analizuojant raumenų sprogstamosios jėgos pokyčius esant $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniam greičiui, nustatėme, kad I grupės tiriamųjų dešinės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga nereikšmingai sumažėjo $1,53$ Nm, kairės – padidėjo $0,4$ Nm, o II grupėje nereikšmingai $1,3$ Nm padidėjo dešinėje, bei $1,2$ Nm

sumažėjo kairėje kojoje ($p>0,05$). Skirtumo tarp grupių nebuvo ($p>0,05$). Blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga I grupės dešinėje kojoje padidėjo $1,8$ Nm, kairėje – $0,13$ Nm, II grupės atitinkamai $1,8$ ir $4,13$ Nm. Pokyčiai grupėse ir tarp grupių buvo nereikšmingi ($p>0,05$). Tyrimo rezultatai parodė, kad po dinaminio tempimo padidėjo tiriamųjų dešinės blauzdos lenkiamųjų raumenų sprogstamoji jėga ($p<0,05$), o po statinio tempimo reikšmingų pokyčių nebuvo ($p>0,05$). I ir II grupių blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamoji jėga po skirtingų tempimo metodų reikšmingai nesiskyrė ($p>0,05$), tad tiek statinis, tiek dinaminis tempimas šlaunies raumenų sprogstamajai jėgai neigiamo poveikio neturėjo.

Išvadas

Ir profesionaliai, ir mėgėjiškai sportuojantys asmenys prieš sportinę veiklą atlieka apšilimą, kuris padidina šerdinę kūno temperatūrą, nervinių impulsų perdavimo greitį, metabolinį aktyvumą, sumažina sąnarių bei raumenų standumą. Dėl to sumažėja traumų rizika bei pagerėja pasirinktos fizinės veiklos kokybė [1]. Į apšilimo programas dažnai įtraukiamas raumenų tempimas, kuris pasižymi teigiamu poveikiu jų elastingumui ir judesių amplitudėms [2,3], tačiau dėl tempimo poveikio raumenų jėgai vis dar ginčijamasi. Vieni autoriai teigia, kad statinis raumenų tempimas pasižymi neigiamu, kai tuo tarpu dinaminis – dažniau teigiamu poveikiu raumenų sprogstamajai jėgai [4]. Kitų autorių duomenimis, tiek statinio, tiek dinaminio tempimo pratimai gali būti vienodai efektyvūs arba visai neturėti įtakos raumenų veiklai [5,6].

Nors šie pokyčiai gali būti nepastebimi rekreaciniame sporte, tačiau jie gali būti daug lemiantis veiksnys profesionalių sportininkų sprogstamosios jėgos, šuolių ir sprinto reikalaujančių veiklų rezultatams [5]. Mažėjant raumenų sprogstamajai jėgai, mažėja ir lenkiamųjų bei tiesiamųjų raumenų jėgos santykis, o tai yra apatinių galūnių traumas predisponuojantis veiksnys. Kyla klausimas, ar statinis tempimas, atliekamas pažeidimų prevencijai ir fizinio pajėgumo didinimui, gali iš tiesų turėti

neigiamą poveikį raumenų jėgai ir didinti traumų riziką?

Tyrimo tikslas – įvertinti statinio ir dinaminio tempimo poveikį blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamajai jėgai.

Tyrimo medžiaga ir metodai

Tyrimo dalyvavo 30 (21 moteris ir 9 vyrai) sveikų, profesionaliai nesportuojančių Vilniaus universiteto studentų (amžiaus vidurkis $21,8 \pm 1,16$ m.), kurių neįtraukimo į tyrimą kriterijai buvo kelio sąnario nestabilumas, traumos, ligos ar operacijos, epilepsija, nėštumas, antikoagulantų vartojimas, širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo sistemos ligos. Atsitiktinės atrankos būdu tiriamieji suskirstyti į dvi grupes. I grupę sudarė 10 moterų ir 5 vyrai, II grupę – 11 moterų ir 4 vyrai. Grupės pagal tiriamųjų amžių, ūgį ir svorį buvo homogeniškos ($p > 0,05$).

I grupės tiriamieji atliko 4 statinio tempimo pratimus blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupėms. Kiekvienos raumenų grupės pratimai buvo atliekami tris kartus po 30 sekundžių. Tarp kiekvieno pratimo pakartojimo – 20 sekundžių poilsis, o tarp priešingų raumenų grupių tempimo pratimų – 30 sekundžių pertrauka. Statinio tempimo pratimai buvo atliekami stovint ir sėdint, kiekvienas pratimas atliekamas bilateraliai. Visa tempimo pratimų programa truko 11 minučių.

II grupės tiriamieji atliko 4 skirtingus dinaminio tempimo pratimus blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupėms. Tiriamasis valingai sutraukė norimo ištempti raumens antagonistą ir stovėdamas atliko kojos lenkimo arba tiesimo judesius kas 2 sekundes. Kiekvieno tempimo pratimo serija truko 30 sekundžių, pakartota 3 kartus, tarp serių buvo 20 sekundžių, o tarp priešingų raumenų grupių tempimo – 30 sekundžių poilsio. Kiekvienas tempimo pratimas atliktas bilateraliai, visa tempimo pratimų programa truko 11 minučių.

Prieš ir po tempimo pratimų, siekiant įvertinti jų poveikį blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamajai jėgai (Nm), atliktas testas izokinetiniu dinamometru Gymnax Iso-1. Testo metu atlikti 4 kelio tiesimo – lenkimo judesiai $60^\circ/\text{sek.}$ ir 4 judesiai $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu. Tarp skirtingų greičių – 60 sekundžių pertrauka.

Tyrimo duomenys apdorojami matematinės statistikos metodais, naudojant Microsoft Office Excel 2010 ir R 3.4.0 statistinius duomenų analizės paketus. Tiriamiems požymiams įvertinti buvo

skaičiuojami aritmetiniai vidurkiai ($\bar{X}$), standartiniai nuokrypiai (SN). Hipotezės apie duomenų pasiskirstymą pagal normalųjį skirstinį tikrinimui taikytas Shapiro–Wilk testas. Normalumas tenkinamas esant $p > 0,05$. Duomenų, pasiskirsčiusių pagal normalųjį skirstinį, vidurkių analizavimui buvo taikomi parametriniai testai (vienos imties t-testas, dviejų priklausomų imčių t-testas, dviejų nepriklausomų imčių t-testas). Nepasiskirsčiusių pagal normalųjį skirstinį duomenų analizavimui tarp nepriklausomų imčių taikytas neparametrinis Mann-Whitney, Wilcoxon kriterijus. Skirtumas statistiškai reikšmingas, jei $p < 0,05$.

Rezultatai

Išanalizavus tiriamųjų blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos rodiklius ($60^\circ/\text{sek.}$ ir $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniais greičiais) prieš tempimą, nustatyta, kad I ir II grupės rodikliai tarpusavyje nesiskyrė ($p > 0,05$) (1 lentelė).

Išanalizavę tiriamųjų šlaunų raumenų sprogstamosios jėgos rodiklius po tempimo, nustatėme, kad esant $60^\circ/\text{sek.}$ kampiniam greičiui I grupės, atlikusios statinį tempimą, dešinės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga padidėjo $0,87$ Nm, o kairės – $0,4$ Nm, tačiau šie pokyčiai buvo nereikšmingi ($p > 0,05$). II grupės, atlikusios dinaminį tempimą, dešinės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga reikšmingai padidėjo $7,60$ Nm ($p < 0,05$), o kairės – nereikšmingai sumažėjo $0,33$ Nm ($p > 0,05$). Palyginus I ir II grupių rezultatus, reikšmingų skirtumų nebuvo ($p > 0,05$) (1 pav.).

I grupės dešinės blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga, esant $60^\circ/\text{sek.}$ kampiniam greičiui, nereikšmingai padidėjo $0,47$ Nm, kairės – $2,07$ Nm ($p > 0,05$). II grupės dešinės kojos raumenų jėga padidėjo $2,73$ Nm, kairės – $1,67$ Nm, tačiau šie pokyčiai buvo nereikšmingi ($p > 0,05$). Palyginus I ir II grupių rezultatus, reikšmingų skirtumų nenustatyta ($p > 0,05$) (2 pav.).

Esant $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniam greičiui, I grupės tiriamųjų blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga dešinėje kojoje sumažėjo $1,53$ Nm, kairėje padidėjo $0,4$ Nm. II grupės tiriamųjų dešinės kojos jėga padidėjo $1,3$ Nm, kairėje sumažėjo $1,2$ Nm, tačiau

1 lentelė. Blauzdos raumenų sprogstamosios jėgos rodikliai prieš tempimą
n – tiriamųjų skaičius; SN – standartinis nuokrypis; *p* – reikšmingumo lygmuo.

Blauzdos raumenys	I grupė (n=15)		II grupė (n=15)		Skirtumo tarp grupių patikimumas	
	Vidurkis±SN					
	dešinė	kairė	dešinė	kairė	dešinė	kairė
Sprogstamoji jėga (Nm), esant 600/sek. kampiniam greičiui						
Lenkiamieji	91,20 ±24,64	93,13±23,36	93,67±20,87	90,33±22,09	p=0,77	p=0,74
Tiesiamieji	150,27 ±28,71	147,60±26,51	147,60±16,44	142,20±17,60	p=0,76	p=0,52
Sprogstamoji jėga (Nm), esant 1800/sek. kampiniam greičiui						
Lenkiamieji	66 ±21,83	65,20 ±20,39	66,53±18,63	64,80 ±20,02	p=0,94	p=0,96
Tiesiamieji	113,2 ±29,49	116,07±28,82	112 ±20,20	110,67±18,95	p=0,90	p=0,55

šie pokyčiai buvo nereikšmingi ($p > 0,05$). Reikšmingo skirtumo nebuvo ir tarp I bei II grupių rezultatų ($p > 0,05$) (3 pav.).

Blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga, vertinant $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu, I grupės tiriamųjų dešinėje kojoje padidėjo $1,8 \text{ Nm}$, kairėje – $0,13 \text{ Nm}$, o II grupės tiriamųjų dešinės kojos raumenų jėga padidėjo $1,8 \text{ Nm}$, kairės – $4,13 \text{ Nm}$, tačiau pokyčiai nereikšmingi ($p > 0,05$). Nebuvo statistiškai reikšmingo skirtumo, analizuojant blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos pokyčius tarp I ir II grupių tiriamųjų ($p > 0,05$) (4 pav.).

Diskusija

Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti statinio ir dinaminio tempimo poveikį blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamajai jėgai. Mūsų tyrimo rezultatai panašūs į kitų autorių, atlikusių laisvalaikio aktyvių jaunų asmenų blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos rodiklių vertinimą $60^\circ/\text{sek.}$ ir $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniais greičiais, rezultatus [7-9].

1 pav. Blauzdų lenkiamųjų raumenų sprogstamoji jėga prieš ir po tempimo, kai kampinis greitis $60^\circ/\text{sek.}$

2 pav. Dešinės ir kairės kojų blauzdų tiesiamųjų raumenų sprogstamoji jėga (Nm) prieš ir po tempimo, kai kampinis greitis – $60^\circ/\text{sek.}$

Nagrinėjant statinio ir dinaminio tempimo poveikį raumenų sprogstamajai jėgai, mūsų tyrime nustatytas statistiškai reikšmingas $7,60 \text{ Nm}$ dešinės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos padidėjimas po dinaminio tempimo, vertinant $60^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu ($p < 0,05$). Mūsų duomenys sutampa su U. Sekir ir bendraautorių (2010) atliktu tyrimu, kuriame blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga po dinaminio tempimo statistiškai reikšmingai padidėjo 10 Nm ($p < 0,05$) [10]. Šie rezultatai atspindi literatūroje vyraujančią nuomonę, jog dinaminis raumenų tempimas yra labiau susijęs su sprogstamąją jėgą didinančiu poveikiu [3,11]. Kita vertus, II grupės tiriamųjų kairės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga, vertinant tuo pačiu kampiniu greičiu, sumažėjo, bet šis pokytis buvo statistiškai nereikšmingas ($p > 0,05$). Tempimo pratimai ir raumenų jėgos vertinimas buvo atliekami bilateraliai, pradedant dominuojančia koja, kurią tiriamieji dažniausiai įvardindavo dešinę, todėl kairės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos rodiklius galėjo prastinti tiriamojo nuovargis. Panašų pokytį pademonstravo P. B. Costa su kolegomis (2014), kurie, tir-

3 pav. Blauzdų lenkiamųjų raumenų sprogstamoji jėga prieš ir po tempimo, kai kampinis greitis $180^\circ/\text{sek.}$

4 pav. Blauzdų tiesiamųjų raumenų sprogstamoji jėga prieš ir po tempimo, kai kampinis greitis $180^\circ/\text{sek.}$

dami laisvalaikio aktyvias merginas, pastebėjo statistiškai reikšmingą dinaminio tempimo sukeltą blauzdos lenkiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos sumažėjimą ($p < 0,05$) [12].

Mūsų tyrimo metu nustatyta, kad I grupės tiriamųjų abiejų blauzdų lenkiamųjų raumenų jėgos padidėjimas, esant $60^\circ/\text{sek.}$ kampiniam greičiui, buvo statistiškai nereikšmingas ($p > 0,05$). M. R. Winke ir bendraautorai (2010) taip pat nenustatė statistiškai reikšmingų jėgos pokyčių, nors statinis tempimas buvo atliekamas tik blauzdos lenkiamiesiems raumenims ir viena serija trumpiau, lyginant su mūsų tyrimu [13]. P. B. Costa su kolegomis (2013), pritaikę keturis statinio tempimo pratimus, po keturias serijas šlaunies priekinei ir užpakalinei raumenų grupėms, pastebėjo statistiškai reikšmingą blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos sumažėjimą ($p < 0,05$) [9]. Remiantis šių autorių duomenimis, mūsų tyrime statinis tempimas neigiamo poveikio raumenų sprogstamajai jėgai galimai nesukėlė dėl mažesnio (trijų) tempimo pratimų kartojimo skaičiaus.

Vertinant $60^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu, nustatytas statistiškai nereikšmingas blauzdos tiesiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos padidėjimas II grupėje po dinaminio tempimo pratimų ($p > 0,05$). A. J. Aguilar ir bendraautorių (2012) atliktame tyrime dinaminis tempimas padidino blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgą, tačiau šis pokytis irgi nebuvo statistiškai reikšmingas, lyginant su statiniu raumenų tempimu ($p > 0,05$) [14]. Blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga ($60^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu) I grupėje padidėjo dešinėje ir kairėje kojoje, nors pokyčiai nebuvo statistiškai reikšmingi ($p > 0,05$). N. Williams su bendraautoriais (2015), tyrę tempimo poveikį jaunų suaugusiųjų blauzdos tiesiamųjų raumenų sprogstamajai jėgai, nustatė statistiškai reikšmingą jėgos padidėjimą po 15 sekundžių trukmės statinio tempimo pratimų ($p < 0,05$) [4]. Literatūroje pastebima, kad blauzdos tiesiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos mažėjimas atsiranda atlikus ilgiau nei 30 sekundžių truncančius statinio tempimo pratimus [15]. Mūsų tyrime vieno pratimo trukmė buvo 30 sekundžių, kuri galėjo būti per trumpa, jog pasireikštų raumenų sprogstamąją jėgą slopinantys procesai.

Ivertinus II grupės tiriamųjų blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgą $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu, po tempimo nebuvo nustatytas statistiškai reikšmingas sprogstamosios jėgos pokytis abiejose kojose ($p > 0,05$). U. Sekir ir bendraautorių (2010) pritaikyta panaši dinaminio tempimo programa taip pat nesukėlė statistiškai reikšmingo jėgos pokyčio, testuojant šiuo kampiniu greičiu ($p > 0,05$) [10]. Mūsų tyrime nebuvo statistiškai reikšmingų ir I grupės tiriamųjų abiejų kojų blauzdų lenkiamųjų raumenų jėgos pokyčių po tempimo, kai kampinis greitis $180^\circ/\text{sek.}$ ($p > 0,05$). P. B. Costa su kolegomis (2009) savo tyrime gavo panašius rezultatus – nors statinis tempimas buvo taikytas ne tik šlaunų, bet ir blauzdos

raumenims, jis nesukėlė statistiškai reikšmingų blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos pokyčių ($p > 0,05$) [16]. Atlikus I ir II grupių blauzdos tiesiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos vertinimą $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu, po tempimo statistiškai reikšmingo pokyčio nebuvo ($p > 0,05$). Kitų autorių darbuose tiek statinis, tiek dinaminis tempimas irgi nesukėlė statistiškai reikšmingų jėgos pokyčių laisvalaikio aktyvių asmenų blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai $180^\circ/\text{sek.}$ kampiniu greičiu [9,12].

Lyginant blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamosios jėgos pokyčius po tempimo, mūsų tyrime statistiškai reikšmingo skirtumo tarp I ir II grupių, vertinant abiem kampiniais greičiais, nebuvo ($p > 0,05$). Panašūs rezultatai buvo ir kitų autorių tyrimuose, kuriuose nenustatyta statistiškai reikšmingų skirtumų tarp dinaminio ir statinio tempimo poveikio šlaunies raumenų jėgai ($p > 0,05$) [17].

Išvados

Po dinaminio tempimo padidėjo tiriamųjų dešinės kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų sprogstamoji jėga ($p < 0,05$), o po statinio tempimo reikšmingų pokyčių nebuvo ($p > 0,05$). I ir II grupių blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų sprogstamoji jėga po skirtingų tempimo metodų reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$), tad tiek statinis, tiek dinaminis tempimas šlaunies raumenų sprogstamajai jėgai neigiamo poveikio neturėjo.

Literatūra

1. Kendall BJ. The acute effects of static stretching compared to dynamic stretching with and without an active warm up on anaerobic performance. *Int J Exerc Sci* 2017;10(1):53-61.
2. Lim KI, Nam HC, Jung KS. Effects on hamstring muscle extensibility, muscle activity, and balance of different stretching techniques. *J Phys Ther Sci* 2014;26(2):209-213. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.209>
3. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41:1-11. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>
4. Williams N, Coburn J, Gillum T. Static stretching vs. dynamic warm-ups: a comparison of their effects on torque and electromyography output of the quadriceps and hamstring muscles. *J Sports Med Phys Fitness* 2015;55(11):1310-7.
5. Oliveira FC, Rama LM. Static stretching does not reduce variability, jump and speed performance. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11(2):237-246.
6. Serefoglu A, Sekir U, Gür H, Akova B. Effects of static and dynamic stretching on the isokinetic peak torques and electromyographic activities of the antagonist muscles. *J Sports Sci Med* 2017;16(1):6-13.

7. Jeon K, Chun S, Seo B. Effects of muscle strength asymmetry between left and right on isokinetic strength of the knee and ankle joints depending on athletic performance level. *J Phys Ther Sci* 2016;28(4):1289-1293.
<https://doi.org/10.1589/jpts.28.1289>
8. Czaplicki A, Jarocka M, Walawski J. Isokinetic identification of knee joint torques before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *PLoS One* 2015;10(12):0144283.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144283>
9. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Defreitas JM, Stout JR, Cramer JT. Acute effects of static stretching on peak torque and the hamstrings to quadriceps conventional and functional ratios. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23(1):38-45.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01348.x>
10. Sekir U, Arabaci R, Akova B, Kadagan SM. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(2):268-81.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x>
11. Peck E, Chomko G, Gaz DV, Farrell AM. The effects of stretching on performance. *Curr Sports Med Rep* 2014;13(3):179-85.
<https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000052>
12. Costa PB, Herda TJ, Herda AA, Cramer TJ. Effects of dynamic stretching on strength, muscle imbalance, and muscle activation. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46(3):586-93.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000138>
13. Winke MR, Jones NB, Berger CG, Yates JW. Moderate static stretching and torque production of the knee flexors. *J Strength Cond Res* 2010;24(3):706-10.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7c557>
14. Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA. A dynamic warmup model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *J Strength Cond Res* 2012;26(4):1130-41.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e58b6>
15. Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, Vamvakoudis EA. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *J Strength Cond Res* 2008;22(1):40-6.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815f970c>
16. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Defreitas JM, Beck TW, Cramer JT. Effects of static stretching on the hamstrings to quadriceps ratio and electromyographic amplitude in men. *J Sports Med Phys Fitness* 2009;49(4):401-9.
17. Ayala F, De Ste Croix M, Sainz De Baranda P, Santonja F. Acute effects of static and dynamic stretching on hamstring eccentric isokinetic strength and unilateral hamstring to quadriceps strength ratios. *J Sports Sci* 2013;31(8):831-9.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2012.751119>

THE EFFECT OF STATIC AND DYNAMIC STRETCHING ON PEAK TORQUE OF KNEE FLEXORS AND EXTENSORS

J. Indriūnienė, K. Ramanauskas, I. Muntianaitė, R. Kulikauskaitė

Keywords: static stretching, dynamic stretching, peak torque.
Summary

Recently there has been a discussion among scientists that stretching before physical activity may have a negative impact on thigh muscles strength and increase the risk of injury. The aim of the research was to investigate the effect of static and dynamic stretching on peak torque of knee flexors and extensors. The research included 30 (21 female and 9 males, mean age 21.8 ± 1.16 years) healthy and physically active students. Participants were randomly divided into two groups. The first group ($n=15$) performed static and the second group ($n=15$) performed dynamic muscle stretching. Before and after the stretching the peak torque of students' knee flexors and extensors was evaluated using isokinetic dynamometer in $60^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$ angular velocities. After analyzing peak torque at $60^\circ/\text{s}$ angular velocity, we found that I group peak torque of knee flexors insignificantly increased in 0.87 Nm in right leg and in 0.4 Nm in left leg ($p>0.05$). In II group peak torque significantly increased in 7.60 Nm in right leg ($p<0.05$) and insignificantly decreased in 0.33 Nm in left leg ($p>0.05$). There was no significant difference between both groups ($p>0.05$). Analyzing peak torque of knee extensors we found that in I group it increased in 0.47 Nm in right leg and in 2.07 Nm in left leg. In the II group peak torque increased in 2.73 Nm right leg and in 1.67 Nm left leg. However changes were not significant ($p>0.05$). Also there was no significant difference between both groups ($p>0.05$). Analyzing changes of peak torque at $180^\circ/\text{s}$ angular velocity, we found that knee flexors in I group insignificantly decreased in 1.53 Nm in right leg and increased in 0.4 Nm in left leg ($p>0.05$). In II group peak torque insignificantly increased in 1.3 Nm in right leg, while in left leg decreased in 1.2 Nm ($p>0.05$). No significant difference was found between both groups ($p>0.05$). The peak torque of knee extensors increased in 1.8 Nm in I group's right leg and in 0.13 Nm in left leg while in II group peak torque increased in 1.8 Nm in right leg and in 4.13 Nm in left leg. Yet no significant differences within and among groups were found ($p>0.05$). The research showed dynamic stretching increased participants' peak torque of right knee flexors ($p<0.05$) while static stretching had no influence on muscle strength ($p>0.05$). There was no significant difference in peak torque of knee flexors and extensors between both groups ($p>0.05$). So static and dynamic stretching had no negative effect on peak torque of thigh muscles.

Correspondence to: jurga.indriuniene@mf.vu.lt

Gauta 2020-01-23