

## DOZUOTO FIZINIO KRŪVIO POVEIKIS PAAUGLIŲ SKELETO RAUMENŲ SISTEMAI

**Tomas Aukštikalnis<sup>1,2</sup>, Veslava Radzevič<sup>1,2</sup>, Ernesta Godliauskienė<sup>2</sup>, Rita Urbanavičė<sup>1,2</sup>,  
Jonas Kairys<sup>1,2</sup>, Juozas Raistenskis<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Vaikų ligininė, Vilniaus universiteto ligininės Santaros klinikų filialas,*

<sup>2</sup>*Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas*

**Raktažodžiai:** dozuotas fizinis krūvis, veloergometras, paaugliai, skeleto raumenų sistema.

### Santrauka

Tyrimo tikslas – ištirti dozuoto fizinio krūvio poveikį paauglių skeleto raumenų sistemai.

Tyrimas buvo vykdomas 2018 m. kovo – 2019 m. sausio mėnesiais Vilniaus Senvagės gimnazijoje ir Vaikų ligininėje, viešosios įstaigos Vilniaus universiteto ligininės Santaros klinikų filiale. Tyrime dalyvavo 14–17 metų paaugliai, kurie savanoriškai sutiko dalyvauti tyrime. Tiriamųjų imtį sudarė 46 mokiniai, iš kurių – 27 merginos ir 19 vaikų. Mokinių kojų raumenų jėgos bei dinaminės ištvėrmės vertinimui naudotas izokinetinis dinamometras „Biodex multi-joint system 4-pro“, o ūgiui ir bendrajai kūno masei nustatyti – medicininės svarstyklės. Dozuoto fizinio krūvio intervencijos poveikiui tirti naudotas veloergometras. Statistinei duomenų analizei atlikti buvo naudojamos MS Excel 2016 ir SPSS Windows 17.0 programos.

Rezultatai. Dviejų mėnesių trukmės dozuoto fizinio krūvio taikymas padidino maksimalią jėgą, jėgos ir kūno masės santykį bei nuveiktą darbą ( $p \leq 0,05$ ). Praėjus dviejų mėnesių trukmės intervencijos taikymui, papildomai du mėnesius laikantis fizinio aktyvumo rekomendacijų, pasiekti skeleto raumenų jėgos ir dinaminės ištvėrmės rezultatai neregresavo ( $p \leq 0,05$ ). Atitinkamai, keturis mėnesius taikant vienodą dozuotą fizinį krūvį, taip pat padidėjo skeleto raumenų jėga ir dinaminė ištvėrmė ( $p \leq 0,05$ ), tačiau nuo antro intervencijos mėnesio raumenų jėgos ir dinaminės ištvėrmės didėjimo tendencija nebuvo statistiškai reikšminga ( $p > 0,05$ ). Taikant dviejų ir keturių mėnesių trukmės intervenciją, agonistų ir antagonistų santykis tyrimo eigoje nepakito ( $p > 0,05$ ). Lyginant fizinio

krūvio poveikį abiem tiriamųjų grupėms, pastebėta, kad po dviejų mėnesių intervencijos, jėgos ir kūno masės santykis buvo didesnis, nei tos grupės, kuriai buvo taikyta keturių mėnesių trukmės intervencija ( $p \leq 0,05$ ). Tiriamųjų grupei, kuriai buvo taikyta keturių mėnesių trukmės intervencija, agonistų ir antagonistų santykis pirmojo ir antrojo tyrimo metu buvo didesnis, nei tos grupės, kuriai buvo taikyta dviejų mėnesių trukmės intervencija ( $p \leq 0,05$ ), tačiau skirtumų tarp kitų jėgos ir dinaminės ištvėrmės rodiklių nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

Išvados. Dviejų mėnesių trukmės dozuoto fizinio krūvio taikymas vienodai padidino skeleto raumenų jėgą ir dinaminę ištvėrmę agonistams ir antagonistams. Du mėnesius namuose laikantis fizinio aktyvumo rekomendacijų, skeleto raumenų jėgos ir dinaminės ištvėrmės rezultatai neregresavo. Keturių mėnesių trukmės dozuoto fizinio krūvio taikymas vienodai padidino skeleto raumenų jėgą ir dinaminę ištvėrmę agonistams ir antagonistams, tačiau nuo antro intervencijos mėnesio raumenų jėgos ir dinaminės ištvėrmės didėjimo tendencija nebuvo statistiškai reikšminga. Ir keturių mėnesių trukmės dozuoto fizinio krūvio taikymas, ir dviejų mėnesių intervencija, po kurios du mėnesius namuose laikytasi fizinio aktyvumo rekomendacijų, vienodai padidino raumenų jėgos ir dinaminės ištvėrmės rodiklius.

### Įvadas

Fizinis aktyvumas jaunystėje padeda sukurti sveiko ir produktyvaus gyvenimo pagrindus ateityje [1]. Vis dėlto pasaulyje pastebima fizinio aktyvumo mažėjimo tendencija [2, 3]. Jaunų žmonių judėjimo stoka veikia jų fizinę, emocinę ir psichologinę savijautą. Mažėjant fizinio aktyvumo rodikliams, vis daugiau paauglių skundžiasi įvairiais sveikatos sutrikimais, prasta emocine savijauta. Viena dažniau-

siai įvardijamų sumažėjusio judrumo priežasčių – pakitęs šiuolaikinės visuomenės požiūris į fizinį aktyvumą, socialinių, kultūrinių ir ekonominių veiksnių kitimo procese [4]. Technologijų pažanga išsivysčiusiose šalyse pakeitė žmonių gyvenimo būdą – jis tapo sėslesnis. Dėl to smarkiai padaugėjo netaisyklingos laikysenos, širdies ir kraujagyslių sistemos sutrikimų, padidėjo ankstyvos mirties tikimybė, išaugo neužkrečiamųjų lėtinių ligų ir kardiometabolinio sindromo atvejų bei kognityvinių sistemų pakitimo skaičiai, supras-tėjo paauglių gyvenimo kokybė [4,5]. Reguliaraus fizinio aktyvumo nauda kultūriniam, socialiniam ir psichologiniam gyvenimui, skeleto ir raumenų sistemai yra įrodoma gausiai atliekamuose tyrimuose [6].

Jau ilgą laikotarpį trunkantys skeleto ir raumenų sistemos, jos svarbos žmogaus organizmui moksliniai tyrimai, kasmet gilinami ir papildomi, siekiant kuo geriau suvokti skeleto ir raumenų sistemos veikimą bei jos sąsajas su kitomis organizmo sistemomis [7, 8]. Skeleto ir raumenų sistema susijusi ir su kitomis organizmo sistemomis. Raumenys dalyvauja termoreguliacijos procese, palaikydami kūno temperatūrą, laikyseną, padėdami reguliuoti širdies ir kraujagyslių bei kvėpavimo sistemų veiklą. Nustatytas ryšys tarp skeleto raumenų masės ir medžiagų apykaitos sistemų [7,9]. Fizinis aktyvumas paauglystėje tiesiogiai didina mineralinių medžiagų kiekį kauluose, jaunystėje – padeda išlaikyti esamą jų kiekį, o vyresniame amžiuje lėtina šių medžiagų mažėjimo tempą [10, 11]. Mokslininkai teigia, kad siekiant padidinti kaulų mineralinį tankį, ypač svarbu tai daryti paauglystės metais. Ilgalaikis ir pastovus fizinis aktyvumas apie dvidešimtuosius gyvenimo metus leidžia pasiekti didžiausią kaulinio audinio masę, o nuo skeleto ir raumenų fiziologinio išsivystymo priklauso paauglio laikysena [12]. Daugelis mokslininkų teigia, kad paauglių, turinčių laikysenos sutrikimų, skaičius didėja ir kelia vis didesnį sveikatos priežiūros institucijų susirūpinimą [13–16]. Dažniausiai įvardijamos laikysenos sutrikimų priežastys yra raumenų nepakankamas išsivystymas, jų nusilpimas, fizinio aktyvumo stoka [14]. Dėl šių priežasčių nukenčia skeleto ir raumenų fizinis pajėgumas, vystosi netaisyklinga, dažnai kompensacinė kūno laikysena, todėl labai svarbu atkreipti dėmesį į taisyklingo fizinio aktyvumo programos parinkimą ir krūvio dozavimą [13].

Taikant fizinį krūvį, labai svarbus yra jo dozavimas, padedantis suprasti fizinio aktyvumo ir sveikatos rezultatų asociacijas, reikalingas atrasti ir ištirti fizinio aktyvumo poveikį organizmui [17]. Mokslinių tyrimų duomenimis, dozuotas fizinis krūvis teigiamai veikia psichoemocinę būklę, pažintinius gebėjimus, mokymosi pasiekimus ir įvairias organizmo sistemas, tokias kaip širdies ir kraujagyslių, nervų, skeleto ir raumenų, imuninė [18 – 23]. Didžiąją dalį teigiamų rezultatų

lemia nuoseklus fizinio krūvio planavimas, kuriuo siekiama jį efektyviausiai panaudoti [24,25]. Netinkamai dozuojant arba ribojant fizinį krūvį, dažnai galima pastebėti išsivysčiusią skeleto raumenų sistemos rodiklių regresiją [26–28]. Mažas fizinio aktyvumo lygis bei staigus perėjimas prie sėsliojo gyvenimo būdo, ypač po reguliarios aktyvios fizinės veiklos laikotarpio, turi didelį neigiamą poveikį skeleto raumenų sistemai [27, 29], todėl ypač svarbus kasdienis fizinis aktyvumas, laikantis fizinio aktyvumo rekomendacijų, kurios atitinkamo amžiaus grupėms yra skirtingos.

**Tyrimo tikslas** – ištirti dozuoto fizinio krūvio poveikį paauglių skeleto raumenų sistemai.

### **Tyrimo objektas ir metodika**

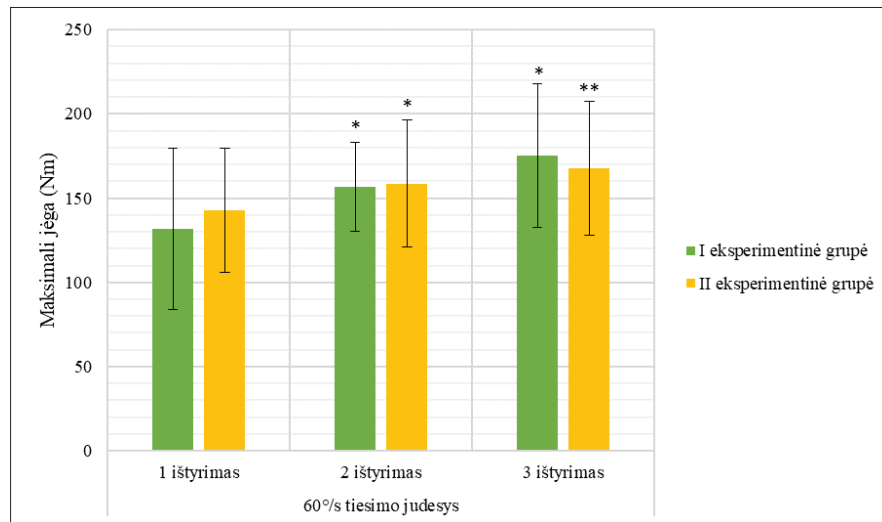
Tyrimas buvo vykdomas 2018 m. kovo – 2019 m. sausio mėnesiais Vilniaus Senvagės gimnazijoje. Tyrime dalyvavo atsitiktinės atrankos metodu atrinkti 14–17 metų paaugliai, kurie savanoriškai sutiko dalyvauti tyrime. Tiriamųjų imtį sudarė 46 aštuntų–vienuoliktų klasių mokiniai, iš kurių 27 (58,7 proc.) merginos ir 19 (41,3 proc.) vaikinių. Amžiaus vidurkis  $15 \pm 0,83$  metų: merginų  $15 \pm 0,83$ , vaikinių  $15 \pm 0,84$ . Tyrime dalyvavo paaugliai, kurie atitiko įtraukimo į tyrimą kriterijus: 1) sutinkantys ir pateikusieji raštišką tėvų sutikimą; 2) 14–17 metų sveiki paaugliai. Neįtraukimo į tyrimą kriterijai: 1) aktyviai sportuojantys paaugliai; 2) širdies susitraukimų dažnis ramybės metu daugiau kaip 85 k./min.

Tyrimo metu buvo naudojami du veloergometrai (Ergocard II), tam tikslui patalpinti Vilniaus Senvagės gimnazijos medicinos punkto patalpose, izokinetinis dinamometras „Biodex multi-joint system 4-pro“ ir medicininės svarstyklės (elektron/M-100), kuriose integruota ištraukiamoji ūgio matuoklė. Tiriamieji buvo suskirstyti į pirmąją ir antrąją eksperimentines grupes po 23 paauglius. Pirmajai eksperimentinei grupei dozuoto fizinio krūvio procedūros veloergometru vyko du mėnesius, tris kartus per savaitę, po 30 minučių, 150 W intensyvumu. Šiai grupei po dviejų mėnesių dozuoto fizinio krūvio procedūrų buvo pateiktos PSO fizinio aktyvumo rekomendacijos, kurių tiriamieji turėjo laikytis namuose dar du mėnesius. Antrajai grupei keturis mėnesius buvo taikytos tos pačios dozuoto fizinio krūvio procedūros veloergometru.

Dozuotą fizinį krūvį sudarė trys dalys – įvadinė, pagrindinė ir baigiamoji. Įvadinės dalies (5 min.) tikslas – suaktyvinti širdies ir kraujagyslių sistemos funkcijas, paruošti organizmą tolesniam fiziniam krūviui. Tiriamieji buvo patogiai pasodinami ant veloergometro, sėdynės aukštis sureguliuojamas taip, kad apatiniame pedalo taške kelis būtų šiek tiek sulenktas. Pradžioje buvo taikomas penkių minučių apšilimas, minant veloergometrą 25 W galingumu, kas minutę didinamu 25 W. Pagrindinės dalies (20 min.) tikslas – apatinių galūnių raumenų jėgos ir dinaminės ištvermės lavinimas. Dozuoto

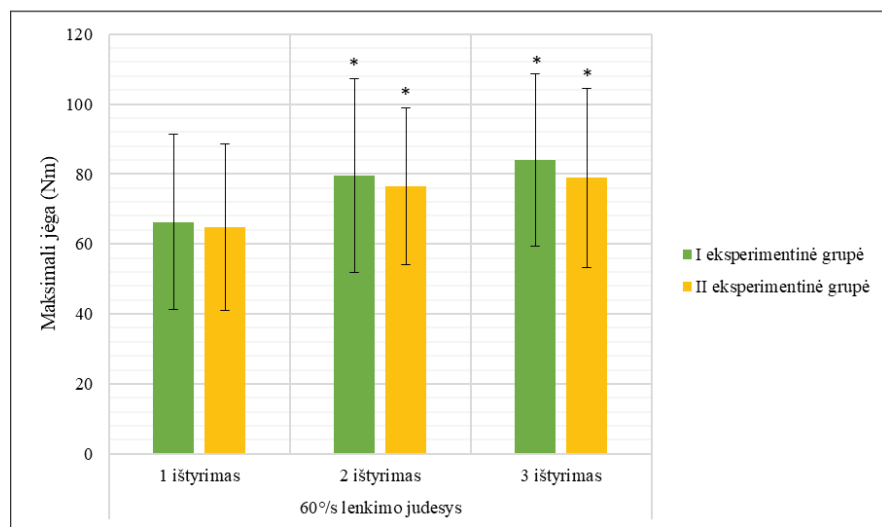
fizinio krūvio procedūros su veloergometru atliekamos vidutiniu 150 W intensyvumu, trukmė – 20 minučių. Baigiamosios dalies (5 min.) tikslas – normalizuoti organizmo apkrovimą, atpalaiduoti raumenis, normalizuoti ŠKS funkcijas. Šioje dalyje tiriamieji turėjo minti veloergometrą penkias minutes, kas minutę mažindami krūvį po 25 W, bei atlikti kvėpavimo pratimus.

Tyrimas buvo atliekamas tris kartus – prieš dozuoto fizinio krūvio intervenciją, po dviejų ir keturių mėnesių intervencijos. Prieš pirminį skeleto raumenų būklės įvertinimą buvo atliekamas ūgio ir svorio matavimas, naudojant medicininės svarstyklės (elektron/M-100), kuriose integruota ištraukiamoji ūgio matuoklė. Šie parametrai buvo matuojami tik tyrimo pradžioje. Tiriamųjų skeleto raumenų būklė buvo vertinama



**1 pav.** I ir II eksperimentinių grupių maksimalios jėgos pokytis, atliekant kelio sąnario tiesimo judesį 60°/s kampiniu greičiu.

\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 tyrimu; \*\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 ir 2 tyrimais.



**2 pav.** I ir II eksperimentinių grupių maksimalios jėgos pokytis, atliekant kelio sąnario lenkimo judesį 60°/s kampiniu greičiu.

\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 tyrimu.

izokinetiniu dinamometru „Biodex multi-joint system 4-pro“.

Statistinei duomenų analizei buvo naudojamas programinis paketas MS Excel 2016 (grafiniam duomenų apipavidalinimui) ir SPSS programa (17.0 versija). Statistinės duomenų analizės metu buvo apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai ( $\bar{x}$ ), standartiniai nuokrypiai (SN). Siekiant nustatyti, ar duomenys pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, buvo naudojamas Shapiro-Wilk kriterijus. Reikšmingumo lygmuo  $p$ , esant normaliam skirstiniui, buvo skaičiuojamas pagal nesusietų ir susietų imčių Student t kriterijų, o esant nenormaliam skirstiniui buvo naudojamas Mann-Whitney-Wilcoxon testas. Skirtumai tarp grupių buvo laikomi patikimais, kai  $p \leq 0,05$ .

### Tyrimo rezultatai

I ir II eksperimentinių grupių maksimalios jėgos pokytis, atliekant kelio sąnario tiesimo judesį 60°/s kampiniu greičiu, pateiktas I paveiksle. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos maksimalios jėgos (niutonmetrais, Nm) rodiklio nebuvo, todėl analizė atliekama naudojant tik dominuojančios kojos duomenis. Antrojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmo ištyrimo metu, atitinkamai  $156,6 \pm 26,44$  Nm ir  $131,9 \pm 47,92$  Nm ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant I eksperimentinės grupės maksimalios jėgos pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, matyti, jog maksimali jėga turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Trečiojo ty-

rimo metu, I eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai 175,3±42,58 Nm ir 131,9±47,92 Nm ( $p \leq 0,05$ ).

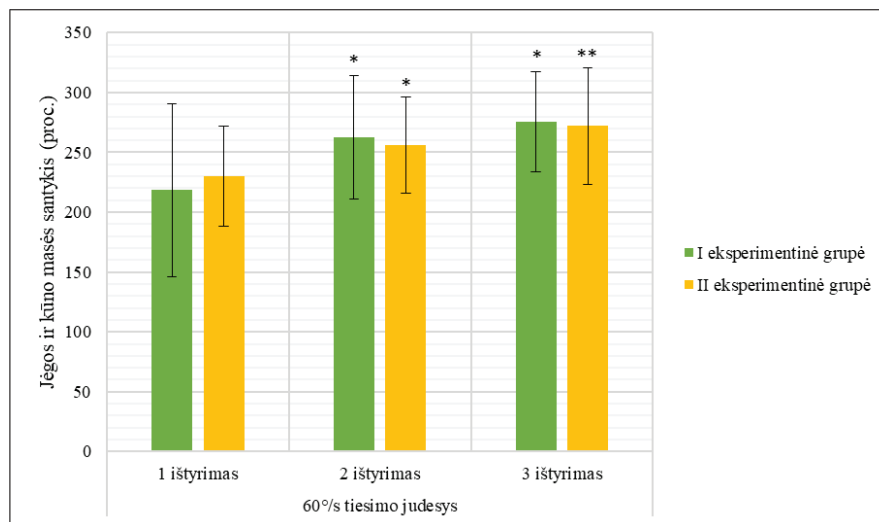
Antrojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai 158,6±37,62 Nm ir 142,8±36,94 Nm ( $p \leq 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei antrojo tyrimo metu, atitinkamai 158,6±37,62 Nm ir 167,8±39,53 Nm ( $p \leq 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai 167,8±39,53 Nm ir 142,8±36,94 Nm ( $p \leq 0,05$ ).

Statistiškai reikšmingas skirtumas tarp I ir II eksperimentinių grupių maksimalios jėgos, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį pirmojo, antrojo ir trečiojo tyrimo metu, nebuvo nustatytas ( $p > 0,05$ ).

I ir II eksperimentinių grupių maksimalios jėgos pokytis, atliekant kelio sąnario lenkimo judesį 60°/s kampiniu greičiu, pateiktas 2 paveiksle. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos maksimalios jėgos rodiklio nebuvo, todėl analizei naudoti tik dominuojančios kojos duomenys. Antrojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei

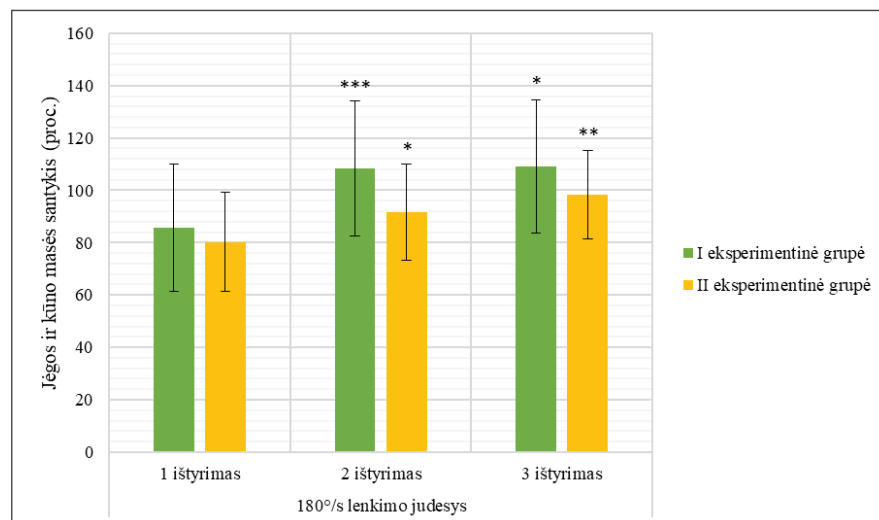
pirmojo tyrimo metu, atitinkamai 79,6±27,80 Nm ir 66,2±25,03 Nm ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant I eksperimentinės grupės maksimalios jėgos pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, matyti, jog maksimali jėga turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu, I eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai 83,9±24,66 Nm ir 66,2±25,03 Nm ( $p \leq 0,05$ ).

Antrojo tyrimo metu, II eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60°/s



**3 pav.** I ir II eksperimentinių grupių jėgos ir kūno masės santykio pokytis, atliekant kelio sąnario tiesimo judesį 60°/s kampiniu greičiu.

\*  $p \leq 0,05$  lyginant su 1 tyrimu; \*\*  $p \leq 0,05$  lyginant su 1 ir 2 tyrimais.

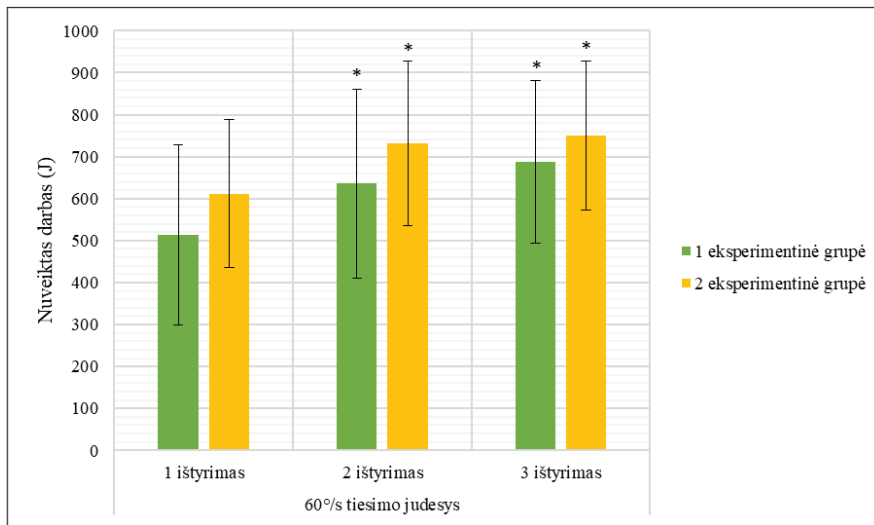


**4 pav.** I ir II eksperimentinių grupių jėgos ir kūno masės santykio pokytis, atliekant kelio sąnario lenkimo judesį 180°/s kampiniu greičiu.

\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 tyrimu; \*\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 ir 2 tyrimu; \*\*\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 tyrimu ir II eksperimentine grupe 2 tyrimo metu.

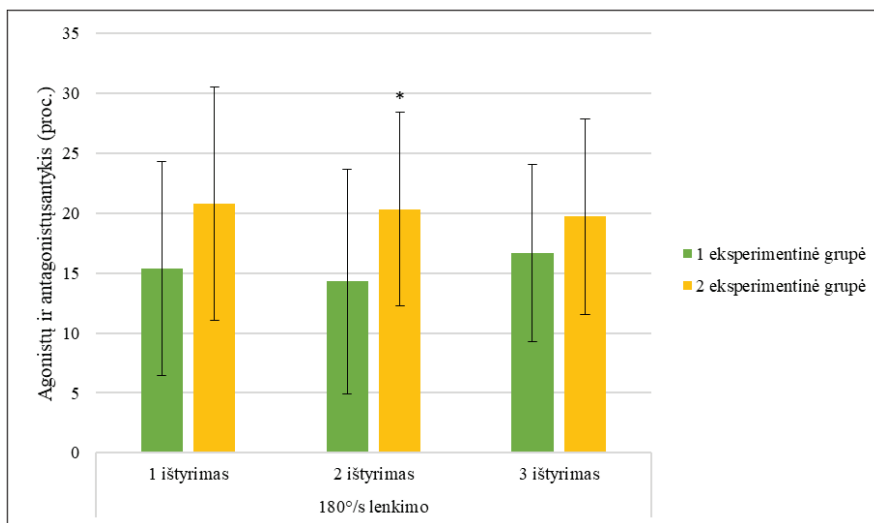
kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $76,5 \pm 22,33$  Nm ir  $64,8 \pm 23,76$  Nm ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant II eksperimentinės grupės maksimalios jėgos pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, pastebėta, jog maksimali jėga turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu, II eksperimentinės grupės maksimali jėga, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnė, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $78,9 \pm 25,59$  Nm ir  $64,8 \pm 23,76$  Nm ( $p \leq 0,05$ ).

Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp I ir II eksperimentinių grupių maksima-



**5 pav.** I ir II eksperimentinių grupių nuveikto darbo pokytis, atliekant kelio sąnario tiesimo judesį 60%/s kampiniu greičiu.

\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 tyrimu.



**6 pav.** I ir II eksperimentinių grupių agonistų ir antagonistų santykio pokytis, atliekant kelio sąnario lenkimo judesį 180%/s kampiniu greičiu.

\*  $p \leq 0,05$ , lyginant su 1 eksperimentine grupe 2 tyrimo metu.

lios jėgos, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį pirmojo, antrojo ir trečiojo tyrimo metu, nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

I ir II eksperimentinių grupių jėgos ir kūno masės santykio pokytis, atliekant kelio sąnario tiesimo judesį 60%/s kampiniu greičiu, pateiktas 3 paveiksle. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos jėgos ir kūno masės santykio rodiklio nebuvo, todėl analizė atliekama naudojant tik dominuojančios kojos duomenis. Antrojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $262,6 \pm 51,86$  proc. ir  $218,6 \pm 72,24$  proc. ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykio pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, matyti, jog jėgos ir kūno masės santykis turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $275,6 \pm 42,00$  proc. ir  $218,6 \pm 72,24$  proc. ( $p \leq 0,05$ ).

Antrojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant 60%/s kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $256,1 \pm 40,54$  proc. ir  $230,1 \pm 41,92$  proc. ( $p \leq 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykio rodiklis, atliekant 60%/s

kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei antrojo tyrimo metu, atitinkamai  $272,0 \pm 48,69$  proc. ir  $256,1 \pm 40,54$  proc. ( $p \leq 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $272,0 \pm 48,69$  proc. ir  $230,1 \pm 41,92$  proc. ( $p \leq 0,05$ ).

Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp I ir II eksperimentinių grupių jėgos ir kūno masės santykio, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, pirmojo, antrojo ir trečiojo tyrimo metu nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

I ir II eksperimentinių grupių jėgos ir kūno masės santykio pokytis, atliekant kelio sąnario lenkimo judesį  $180^\circ/s$  kampiniu greičiu, pateiktas 4 paveiksle. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos jėgos ir kūno masės santykio rodiklio nebuvo, todėl analizė atlikta naudojant tik dominuojančios kojos duomenis. Antrojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $108,4 \pm 25,85$  proc. ir  $85,7 \pm 24,18$  proc. ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykio pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, matyti, jog jėgos ir kūno masės santykis nepakito ( $p > 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $109,0 \pm 25,39$  proc. ir  $85,7 \pm 24,18$  proc. ( $p \leq 0,05$ ).

Antrojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $91,6 \pm 18,40$  proc. ir  $80,2 \pm 18,95$  proc. ( $p \leq 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykio rodiklis, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei antrojo tyrimo metu, atitinkamai  $98,3 \pm 16,94$  proc. ir  $91,6 \pm 18,40$  proc. ( $p \leq 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $98,3 \pm 16,94$  proc. ir  $80,2 \pm 18,95$  proc. ( $p \leq 0,05$ ).

Antrojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei II eksperimentinės grupės, atitinkamai  $108,4 \pm 25,85$  proc. ir  $91,6 \pm 18,40$  proc. ( $p \leq 0,05$ ).

I ir II eksperimentinių grupių nuveikto darbo pokytis, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, pateiktas 5 paveiksle. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos nuveikto darbo rodiklio nebuvo, todėl analizė atlikta naudojant tik dominuojančios kojos duomenis. Antrojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės nuveiktas darbas, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $635,4 \pm 225,26$  J ir  $513,1 \pm 213,97$  J ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant I eksperimentinės grupės nuveikto darbo pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, matyti, jog nuveiktas darbas turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu I eksperimentinės grupės nuveiktas darbas, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $688,0 \pm 194,23$  J ir  $513,1 \pm 213,97$  J ( $p \leq 0,05$ ).

Antrojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės nuveiktas darbas, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $731,6 \pm 196,24$  J ir  $612,1 \pm 176,17$  J ( $p \leq 0,05$ ). Lyginant II eksperimentinės grupės nuveikto darbo pokytį antrojo ir trečiojo tyrimo metu, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, matyti, jog nuveiktas darbas turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas ( $p > 0,05$ ). Trečiojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės nuveiktas darbas, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei pirmojo tyrimo metu, atitinkamai  $750,5 \pm 177,54$  J ir  $612,1 \pm 176,17$  J ( $p \leq 0,05$ ).

Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp I ir II eksperimentinių grupių nuveikto darbo, atliekant  $60^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario tiesimo judesį, pirmojo, antrojo ir trečiojo tyrimo metu nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

I ir II eksperimentinių grupių agonistų ir antagonistų santykio pokytis, atliekant kelio sąnario lenkimo judesį  $180^\circ/s$  kampiniu greičiu, pateiktas 6 paveiksle. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp dominuojančios ir nedominuojančios kojos agonistų ir antagonistų santykio rodiklio nebuvo, todėl analizė atlikta naudojant tik dominuojančios kojos duomenis. Lyginant I eksperimentinės grupės agonistų ir antagonistų santykio pokytį pirmojo ir antrojo tyrimų metu, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, matyti, jog agonistų ir antagonistų santykis turėjo tendenciją mažėti, antrojo ir trečiojo tyrimų metu – didėti, tačiau skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi ( $p > 0,05$ ). Lyginant I eksperimentinės grupės agonistų ir antagonistų santykio pokytį pirmojo ir trečiojo tyrimų metu, atliekant  $180^\circ/s$  kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, matyti, jog agonistų ir

antagonistų santykis turėjo tendenciją didėti, tačiau skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi ( $p > 0,05$ ).

Lyginant II eksperimentinės grupės agonistų ir antagonistų santykio pokytį pirmojo ir antrojo, antrojo ir trečiojo bei pirmojo ir trečiojo tyrimų metu, atliekant 180%/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, matyti, jog agonistų ir antagonistų santykis nepakito ( $p > 0,05$ ).

Antrojo tyrimo metu II eksperimentinės grupės agonistų ir antagonistų santykis, atliekant 180%/s kampinio greičio kelio sąnario lenkimo judesį, buvo statistiškai reikšmingai didesnis, nei I eksperimentinės grupės, atitinkamai  $20,3 \pm 8,09$  proc. ir  $14,3 \pm 9,40$  proc. ( $p \leq 0,05$ ).

### Rezultatų aptarimas

Mokslinėje literatūroje nagrinėjama, kokia pratimų programa ir koks krūvio dozavimas yra efektyviausias, siekiant padidinti raumenų jėgą ir išvermę. J. Indriūnienės ir bendraautorių atlikto tyrimo rezultatai atskleidė, kad izokinetinė treniruotė buvo efektyvesnė, nei tradicinių jėgos pratimų programa. Nustatyta, kad tiksliai dozuotos treniruotės, naudojant izokinetinį dinamometrą, blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgą padidino 18,50 proc., o išvermę – 39,77 proc. [21]. T. Kaukėno ir bendraautorių atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad 21 dienos treniruotė stovykla, taikant dozuotą fizinį krūvį, padidino raumenų galingumo rodiklius ir toleranciją laktatui, turėjo teigiamą poveikį biatlonininkų širdies ir kraujagyslių sistemos funkciniam pajėgumui, kraujo morfologinei sudėčiai [24]. Dozuotas aerobinio pobūdžio fizinis krūvis padidina mitochondrijų kiekį ir jų fermentų aktyvumą skeleto raumenyse bei raumenų oksidacinį pajėgumą. Taikant kombinuotą dozuotą fizinį krūvį (aerobinė treniruotė ir pasipriešinimo pratimai) pastebimas skeleto raumenų oksidacinio ir glikolitinio pajėgumo padidėjimas, o tai gerokai padidino raumenų jėgą, išvermę ir skerspjuvio plotą [90].

Šio tyrimo rezultatai parodė, kad 150 W intensyvumo 30 minučių trukmės dozuotas fizinis krūvis, taikytas 3 kartus per savaitę, praėjus dviem ir keturiems mėnesiams, padidino II eksperimentinės grupės skeleto raumenų jėgą ir dinaminę išvermę ( $p \leq 0,05$ ), tačiau agonistų ir antagonistų santykis tyrimo eigoje nepakito. Analizuojant II eksperimentinės grupės skeleto raumenų jėgos ir išvermės rodiklių rezultatus, tarp antrojo ir trečiojo tyrimų nerasta statistiškai reikšmingų pokyčių ( $p > 0,05$ ). Analizuojant I eksperimentinės grupės dozuoto fizinio krūvio poveikį, po dviejų mėnesių intervencijos pastebėtas skeleto raumenų jėgos ir dinaminės išvermės padidėjimas ( $p \leq 0,05$ ). Pastebėta, jog agonistų ir antagonistų santykis tyrimo eigoje nepakito, o tai rodo, kad dozuoto fizinio krūvio taikymo metu simetriškai treniravosi raumenų grupės, tokiu būdu mažinant traumas tikimybę. Po dviejų mėnesių intervencijos papildomai du mėnesius

laikantis fizinio aktyvumo rekomendacijų, I eksperimentinės grupės pasiekti skeleto raumenų jėgos ir dinaminės išvermės rezultatai neregresavo. Lyginant I ir II eksperimentinių grupių tyrimo eigoje pasiektus rezultatus, pastebėta, jog I eksperimentinės grupės jėgos ir kūno masės santykis antrojo tyrimo metu buvo didesnis, nei II eksperimentinės grupės ( $p \leq 0,05$ ). Pastebėta, kad II eksperimentinės grupės agonistų ir antagonistų santykis pirmojo ir antrojo tyrimo metu buvo didesnis, nei I eksperimentinės grupės ( $p \leq 0,05$ ), tačiau stebint kitus jėgos ir dinaminės išvermės rodiklius, skirtumų tarp šių grupių rasti nepavyko.

Savaiminė skeleto raumenų sistemos regresija yra viena svarbiausių klinikinės medicinos ir reabilitacijos medicinos mokslinių tyrimų temų. S. Zhang ir bendraautorių atlikto tyrimo rezultatai įrodė, kad fizinis pasyvumas sukelia skeleto raumenų atrofiją, gerokai sumažina skeleto raumenų masės ir kūno svorio santykį bei skeleto raumenų skaidulų skerspjuvio plotą [27]. Nepriklausomai nuo to, ar asmuo yra profesionalus sportininkas, ar tiesiog reguliariai sportuoja, fizinio aktyvumo nutraukimo poveikis raumenų rodikliams ir struktūrinei sistemai po 10-28 dienų pasireiškia pastebimai sumažėjusia raumenų jėga ir išverme, įskaitant greitį ir vikrumą, mobilumą, gebėjimą staigiai sustoti bei koordinacijos praradimą [29]. Analizuojant mūsų atlikto tyrimo rezultatus pastebėta, jog laikantis fizinio aktyvumo rekomendacijų, galima sėkmingai išsaugoti pasiektus skeleto raumenų jėgos ir dinaminės išvermės rodiklių rezultatus.

### Išvados

1. Dviejų mėnesių trukmės dozuoto fizinio krūvio taikymas vienodai padidino kojų raumenų jėgą ir dinaminę išvermę agonistams ir antagonistams. Du mėnesius namuose laikantis fizinio aktyvumo rekomendacijų, pasiekti kojų raumenų jėgos ir dinaminės išvermės rezultatai neregresavo.

2. Keturių mėnesių trukmės intervencijos taikymas vienodai padidino kojų raumenų jėgą ir dinaminę išvermę agonistams ir antagonistams, tačiau nuo antrojo intervencijos mėnesio kojų raumenų jėgos ir dinaminės išvermės didėjimo tendencija nebuvo statistiškai reikšminga.

3. Ir keturių mėnesių trukmės dozuoto fizinio krūvio taikymas, ir dviejų mėnesių intervencijos taikymas su tęstiniu dviejų mėnesių fizinio aktyvumo rekomendacijų vykdymu namuose, vienodai padidino kojų raumenų jėgos ir dinaminės išvermės rodiklius.

### Literatūra

1. Mounesan L, Sepidarkish M, Hosseini H, Ahmadi A, Ardalan G, Kelishadi R. Policy brief for promoting physical activity among Iranian adolescents. *J Isf Med School* 2013; 31(233):510-20.
2. Corder K, Winpenny E, Love R, Brown H, White M, Sluijs E.

- Change in physical activity from adolescence to early adulthood: a systematic review and metaanalysis of longitudinal cohort studies. *Br J Sports Med* 2019; 53(5):496-503.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097330>
3. European Commission. Lithuanian physical activity fact-sheet, 2014. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/288116/LITHUANIA-Physical-Activity-Factsheet.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/288116/LITHUANIA-Physical-Activity-Factsheet.pdf)
  4. Penning A, Okely A, Trost S, Salmon JC, Batterham M, Howard SP. Acute effects of reducing sitting time in adolescents: a randomized cross-over study. *Br J Sports Med* 2017;17:657-68.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-017-4660-6>
  5. Borhani M, Sadeghi R, Shojaeizadeh D, Harandi TF, Vakili MA. Teenage girls' experience of the determinants of physical activity promotion: a theory based qualitative content analysis. *El Phys* 2017; 9(8):5075-82.  
<https://doi.org/10.19082/5075>
  6. Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput JP, Janssen I, Katzmarzyk PT, Pate RR, Connor GS, Kho ME. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016; 41(8):197-239.  
<https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0663>
  7. Cameron JD, Sigal RJ, Kenny GP, Alberga AS, Prud'homme D, Phillips P, Doucette S, Goldfield G. Body composition and energy intake skeletal muscle mass is the strongest predictor of food intake in obese adolescents. *Appl Phys, Nutr Met* 2016; 41(6): 611-7.  
<https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0479>
  8. Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and metaanalysis. *Sports Med* 2014; 44(9):1209-23.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>
  9. Adams V, Reich B, Uhlemann M, Niebauer J. Molecular effects of exercise training in patients with cardiovascular disease: focus on skeletal muscle, endothelium, and myocardium. *Am J Phys - Heart Circ Phys* 2017; 313(1):72-88.  
<https://doi.org/10.1152/ajpheart.00470.2016>
  10. Vlachopoulos D, Barker AR, Williams CA, Knapp KM, Metcalf BS, Gracia-Marco L. Effect of a program of short bouts of exercise on bone health in adolescents involved in different sports: the PRO-BONE study protocol. *BMC Publ Health* 2015;15(2):361-71.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-015-1633-5>
  11. Kim S, Nettlefold L, Gabel L, Tan VP, Macdonald HM. Influence of physical activity on bone strength in children and adolescents: a systematic review and narrative synthesis. *J Bone MinRes* 2014; 29(10):2161-81.  
<https://doi.org/10.1002/jbmr.2254>
  12. Vlachopoulos D, Gracia-Marco L, Barker AR, Huybrechts I, Moreno LA, Mouratidou T. Bone health: the independent and combined effects of calcium, vitamin D and exercise in children and adolescents. *Royal Soc Chem* 2016; 32(7):530-46.  
<https://doi.org/10.1039/9781782622130-00530>
  13. Quka N, Stratoberdha D, Selenica R. Risk factors of poor posture in children and its prevalence. *AcJ Int St* 2015; 4(3):97-102.  
<https://doi.org/10.5901/ajis.2015.v4n3p97>
  14. Craggs C, Corder K, Sluijs E, Griffin SJ. Determinants of change in physical activity in children and adolescents: a systematic review. *Am J Prev Med* 2011; 40(6):645-58.  
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.02.025>
  15. Furian TC, Rapp W, Eckert S, Wild M, Betsch M. Spinal posture and pelvic position in three hundred forty five elementary school children: a rasterstereographic pilot study. *Orthop Rev* 2013; 5(7):29-33.  
<https://doi.org/10.4081/or.2013.e7>
  16. Mitova S, Popova D, Gramatikova M. Postural disorders and spinal deformities in children at school age. System for screening, examination, prevention and treatment. *Ac Phys Ed Sport* 2014; 4(2):172-7.
  17. Best K, Ball K, Zarnowiecki D, Stanley R, Dollman J. In search of consistent predictors of children's physical activity. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(10):1258-72.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph14101258>
  18. Kairiūkštienė Ž., Velička D., Poderys J. Širdies ir kraujagyslių sistemos adaptacija sveikatą stiprinančiose pratybose, taikant jėgos ugdymo pratimų arba šiaurietiškojo ėjimo užduotis. *Sporto mokslas*, 2016;1(83):48-54.
  19. Gondim OS, Camargo VT, Gutierrez FA, Martins PF, Passos ME, Momesso CM, Santos VC, Gorjão R, Python-Curi TC, Cury-Boaventura MF. Benefits of regular exercise on inflammatory and cardiovascular risk markers in normal weight, overweight. *J PLOS ONE* E 2015; 10(10):1371-85.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140596>
  20. Zoladz JA, Grassi B, Rossiter HB. Skeletal muscle fatigue and decreased efficiency: two sides of the same coin? *ExSport Sc Rev* 2015;43(2):75-83.  
<https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000043>
  21. Indriūnienė J., Juocevičius A., Jamontaitė I.E., Muntianaitė I. Izokinetinių ir tradicinių jėgos treniruočių įtaka moterų blauzdos lenkiamųjų raumenų funkcinėi būklei. *Sveikatos mokslai*, 2016;26(3):14-9.  
<https://doi.org/10.5200/sm-hs.2016.038>
  22. Dadelienė R., Daunytė A. Skirtingų aerobinio fizinio aktyvumo programų poveikis asmenų, kuriems atlikta aortos koronarinių jungčių operacija, funkciniam pajėgumui. *Visuomenės sveikata*, 2018;1(80):80-5.
  23. Diment BC, Fortes MB, Edwards JP, Hanstock HG, Ward MD, Dunstall HM, Friedmann PS, Walsh NP. Exercise intensity and duration effects on in vivo immunity. *Med Sc Sports Ex* 2015;3(6):1-9.  
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000562>



24. Kaukėnas T., Sabaliauskas S. Biatlonininkų raumenų galingumo ugdymas aukštikalnių sąlygomis. *Sporto mokslas*, 2016;4(86):65-72.  
<https://doi.org/10.15823/sm.2016.44>
25. Ališauskienė R., Milašius K. Esminiai jaunųjų, 16-18 metų, plento dviratinių rengimo bruožai. *Pedagogika*, 2015;117(1):143-56.  
<https://doi.org/10.15823/p.2015.074>
26. Rudrappa SS, Wilkinson DJ, Greenhaff PL, Smith K, Idris I, Atherton PJ. Human skeletal muscle disuse atrophy: effects on muscle protein synthesis, breakdown, and insulin resistance—a qualitative review. *Front Physiol* 2016;7(1):361-71.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00361>
27. Zhang SF, Zhang Y, Chen BLN. Physical inactivity induces the atrophy of skeletal muscle of rats through activating AMPK/FoxO3 signal pathway. *Eur Rev Med Pharm Sci* 2018;22(5):199-209.
28. Vigels A, Gram M, Wiuff C, Andersen JL, Helge JW, Dela F. Six weeks' aerobic retraining after two weeks' immobilization restores leg lean mass and aerobic capacity but does not fully rehabilitate leg strength in young and older men. *J RehabMed* 2015; 47(2): 552-60.  
<https://doi.org/10.2340/16501977-1961>
29. Mala Vaki CJ, Sakkas GK, Mitrou GI, Kal A, Stefanidis I, Myburgh KH, Karatzaferi C. Skeletal muscle atrophy: disease-induced mechanisms may mask disuse atrophy. *J Muscle Res Cell Motil* 2015;36(11):405-21.  
<https://doi.org/10.1007/s10974-015-9439-8>

#### THE EFFECT OF MEASURED PHYSICAL ACTIVITY ON ADOLESCENTS MUSCULOSKELETAL SYSTEM

T. Aukštikalnis, V. Radzevič, E. Godliauskienė,  
R. Urbanavičė, J. Kairys, J. Raistenskis

Keywords: measured physical activity, veloergometer, adolescents, skeletal muscle system.

##### Summary

The research aim was to investigate the effect of measured physical activity on the musculoskeletal system. The study was conducted from March 2018 to January 2019 in Vilnius Senvagės Gymnasium and Children's Hospital, Affiliate of Vilnius University Hospital Santaros clinics. The study included adolescents aged 14 to 17 who voluntarily agreed to participate. The sample consisted of 46 students, of whom 27 were girls and 19 were boys. The

isokinetic Biodex Multi-Joint System - PRO4 was used in order to evaluate the muscle strength and dynamic endurance and the medical scales were used to determine height and body mass of students. The intervention of measured physical activity was applied using a veloergometer. MS Excel 2016 and SPSS Windows 17.0 were used for statistical data analysis.

Results: the use of dosed physical exercise for two months increased the maximum force, strength to body weight ratio as well as total work ( $p \leq 0.05$ ). After two months of intervention, additionally following the physical activity guidelines for two months did not reverse any gains achieved on skeletal muscles' strength and dynamic endurance ( $p \leq 0.05$ ). Correspondingly, the use of dosed physical exercise for four months also increased the skeletal muscle strength and dynamic endurance ( $p \leq 0.05$ ), however after the second month of intervention the growth was not statistically significant ( $p > 0.05$ ). The use of two and four month interventions did not change the ratio of agonists and antagonists ( $p > 0.05$ ). Comparing the effect of physical exercise on both subject groups, a higher strength to body weight ratio was observed after the two month intervention, compared to the group which was subject to a four month intervention ( $p \leq 0.05$ ). Similarly, the ratio of agonists to antagonists was higher in the first and second trials of the group which was subject to a four month intervention, than in the two month intervention group ( $p \leq 0.05$ ), however there were no differences in other indicators of strength and dynamic endurance ( $p > 0.05$ ).

Conclusions: the use of dosed physical exercise for two months equally increased skeletal muscle strength and dynamic endurance for both agonists and antagonists. Following the physical activity guidelines for two months at home did not reverse the gains achieved on skeletal muscles' strength and dynamic endurance. The use of dosed physical exercise for four months increased the skeletal muscle strength and dynamic endurance ( $p \leq 0.05$ ), however after the second month of intervention the growth was not statistically significant ( $p < 0.05$ ). Both the use of dosed physical exercise for two months together with following the physical activity guidelines at home for two months and the use of physical exercise for four months equally increased the indicators of muscle strength and dynamic endurance.

Correspondence to: tomas.aukstikalnis @santa.lt

Gauta 2019-11-21