

LIETUVOS SPORTO UNIVERSITETAS
SPORTO BIOMEDICINOS FAKULTETAS
TRENIRAVIMO SISTEMŲ STUDIJŲ PROGRAMA

TOMAS ADOMAITIS

**FIZINIO KRŪVIO ĮTAKA SPORTUOJANČIŲ IR
NESPORTUOJANČIŲ ASMENŲ PASYVIOSIOMS
MECHANINĖMS RAUMENS SAVYBĖMS**

BAKALAURO BAIGIAMASIS DARBAS

Vadovas: Eugenijus Trinkūnas

(parašas)

Baigiamąjį darbą rengė _____ 1 _____ studentas (-ai)

KAUNAS 2017

TURINYS

SANTRAUKA.....	Error! Bookmark not defined.
SUMMARY	4
ĮVADAS.....	5
LITERATŪROS APŽVALGA.....	6
1.1 Griaucių raumenys ir jų savybės.....	6
1.1.1 Raumenys.....	6
1.1.2 Raumenų struktūra	6
1.1.3 Raumeninių skaidulų rūšys	7
1.1.4 Raumenų susitraukimo tipai	8
1.1.5 Raumenų energetika	8
1.2 Raumens tonusas.....	9
1.3 Vertikalūs šuoliai	11
1.4 Raumenų nuovargis ir jo mechanizmas.....	12
2. Tyrimo metodai ir organizavimas.....	14
2.1 Tiriamieji	14
2.2 Tyrimo metodai.....	14
2.2.1 Antropometrija.....	14
2.2.2 Miotonometrija.....	14
2.2.3 Dinamometrija.....	15
2.2.4 30s maksimalių vertikalų šuolių testas	15
2.2.5 Statistinė analizė	15
2.3. Tyrimo organizacija.....	15
REZULTATAI.....	18
REZULTATŲ APTARIMAS	34
IŠVADOS	37
LITERATŪRA.....	39

SANTRAUKA

Darbo objektas – fizinio krūvio įtaka, sportuojančių ir nesportuojančių asmenų, pasyviosioms mechaninėms raumens savybėms.

Darbo tikslas – palyginti raumens tonuso, elastingumo ir standumo savybes, įtakojant lokaliems fiziniams krūviams (t.y. modifikuoti 30 sekundžių maksimalūs vertikalūs šuoliai).

Darbo metodai:

1. Mokslinės literatūros analizė.
2. Statistinė analizė.
3. Dinamometrija.
4. Miotonometrija.
5. Antropometrija.
6. 30 sekundžių maksimalių vertikalų šuolių testas.

Išvados:

1. Palyginus sportuojančių ir nesportuojančių asmenų grupių pasyviąsias mechanines raumens savybes, gauti rezultatai parodė, kad šios savybės statistiškai reikšmingai skyrėsi.
2. Įvertinus 30 sekundžių maksimalių vertikalų šuolių krūvio įtaką pasyviosioms mechaninėms raumens savybėms, tarp sportuojančių ir nesportuojančių asmenų, gauti tyrimo rezultatai parodė, kad šuoliai labiausiai statistiškai reikšmingai įtakojo kojos keturgalvio ir blauzdos raumenis.
3. Palyginus sportuojančių ir nesportuojančių asmenų maksimalių vertikalų šuolių įtaką raumenų galingumo rodikliams, tyrimas parodė statistiškai reikšmingus skirtumus.

Raktiniai žodžiai: tonusas, elastingumas, standumas, vertikalūs, šuoliai

SUMMARY

The object – passive mechanical properties of main lower limb muscles.

The aim – compare muscle tone, elasticity and stiffness properties in muscle affected by local physical workloads (30 seconds of vertical jump series with maximum effort)

Work tasks:

1. Compare passive muscle properties in athletes and people that are not engaged in sports.
2. Evaluate the influence of 30 seconds maximum effort vertical jump series in passive muscle properties between athletes and people that are not engaged in sports.
3. Compare the influence of 30 seconds maximum effort vertical jump series on muscle-power characteristics among athletes and people that are not engaged in sports.

Work methods:

1. Analysis of scientific literature
2. Statistic analysis
3. Dynamometry
4. Myotonometry
5. Anthropometry
6. 30 seconds maximum vertical jump test.

Findings:

1. A comparison of passive mechanical properties in muscle between athletes and people that are not engaged in sports showed that these characteristics were different.
2. Evaluation of 30 seconds maximum vertical jumps impact on passive mechanical muscle properties between athletes and people that are not engaged in sports showed that the most affected muscles were quadriceps and calf muscles.
3. A comparison of maximum vertical jumps influence on muscle power indicators between athletes and people that are not engaged in sports showed significant differences.

Keywords: tone, elasticity, stiffness, vertical, jumps

IVADAS

Sveikas ir stangrus raumuo yra mūsų laisvų ir nevaržomų judesių garantas. Tokią raumens būklę sukelia pasyviosios mechaninės raumens savybės. Mūsų raumenys, net ramybės būsenoje, yra šiek tiek įsitempę. Dėl šios įtampos raumenyse, mes galime sėdėti, nulaikyti galvą ar išlaikyti pusiausvyrą. Tonusas, kurio sąmoningai neįmanoma reguliuoti, padeda atlikti tikslius judesius – atsistoti, atsitūpti, pakelti ranką. Visi žmonės turi skirtingą tonusą, tačiau normaliu tonusu yra laikomas toks raumens įsitempimas, kuris užtikrina normalią kūno padėtį ir visaverčius judesius. Internete rasta informacija buvo susijusi su patologijomis ir mechaninių raumens pasyviųjų savybių sutrikimais. Tokio tipo tyrimai kuriuose buvo tiriama fizinio krūvio įtaka raumens pasyviosioms mechaninėms savybėms tarp sveikatos problemų neturinčių asmenų prieinami nebuvo. Todėl šis tyrimas bus naudingas, ne jo metu bus bandoma išsiaiškinti, kokią įtaką raumens pasyvioms mechaninėms savybėms turi fizinis krūvis tarp sportuojančių ir nesportuojančių asmenų.

Darbo tikslas – palyginti raumens tonuso, elastingumo ir standumo savybes, įtakojant lokaliems fiziniams krūviams (t.y. modifikuoti 30 sekundžių maksimalūs vertikalūs šuoliai).

Darbo uždaviniai:

1. Palyginti sportuojančių ir nesportuojančių asmenų pasyviasias raumens mechanines savybes.
2. Įvertinti 30 sekundžių vertikalių šuolių serijos įtaką pasyviosioms raumens mechaninėms savybėms, tarp sportuojančių ir nesportuojančių asmenų.
3. Palyginti 30 sekundžių vertikalių šuolių serijos įtaką raumenų galingumo rodikliams, tarp sportuojančių ir nesportuojančių asmenų.

LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Griaučių raumenys ir jų savybės

1.1.1 Raumenys

Raumenys būna trijų rūšių: širdies raumuo, lygieji raumenys ir griaučių raumenys. Visų šių raumenų savybės skirtingos. Griaučių raumenys sudaro 40 – 45% viso kūno svorio. Iš viso esama daugiau kaip 430 griaučių raumenų, dauguma iš jų - poriniai, t.y. išsidėstę simetriškai abiejose kūno pusėse. Raumuo atlieka dinaminį ir statinį darbą. Dinaminis darbas atliekamas judant kūnui ar jo dalims, statinis darbas – palaikant kūno pozą (Muckus, 2006).

1.1.2 Raumenų struktūra

Pagrindinis struktūrinis raumens vienetas yra raumeninė skaidula, kurioje yra daugiau kaip tūkstantis branduolių, o storis siekia apie 10 – 100 μm , ilgis nuo 1 iki 40 cm (Lieber, 2002; MacIntosh, Gardiner & McComas, 2006). Be to, raumens audinyje, taip pat yra kapiliarų, fibroblastų ir palydovinių skaidulų. Raumenines skaidulas sieja trijų lygių jungiamojo audinio plėvelės: jungiamojo audinio tarpsluoksnis (60 – 120 nm skersmens) supa kiekvieną raumeninę skaidulą; raumens dangalas sieja raumeninių skaidulų pluoštus; išorinis raumens dangalas (600 – 1800 nm skersmens) supa visą raumenį. Raumeninės skaidulos išugdo jėgą, kurią per plėvelių kolagenines skaidulas perduoda sausgyslėms ir toliau kaulams. Raumenų dangalas sudaro aponeurozę, kuri perduoda raumeninių skaidulų pluošto jėgą sausgyslei ir kaulams. Dažnai sakoma, kad raumens funkcinį ir struktūrinį vienetą sudaro raumeninės skaidulos, jungiamojo audinio trijų lygių plėvelės ir sausgyslės (Skurvydas, 2017).

Kiekvieną raumeninę skaidulą iš išorės dengia membrana (sarkolema), kurios storis apie 7,5 nm. Apie 50-70 % membranos tūrio sudaro baltymai – jonų kanalai, fermentai, siurbliai, struktūriniai baltymai ir kt. Po sarkolema yra intraląstelinis skystis, vadinamas sarkoplazma, kuri sudaro šie pagrindiniai raumeninės skaidulos struktūriniai elementai: sarkoplazminis tinklas (retikulumas) (apie 5% viso raumeninės skaidulos tūrio), skersinių vamzdelių sistema (T-sistema), miofibrilės (apie 80-90 %), energijos šaltiniai (lipidai, glikogeno granulės), organelės (mitochondrijos, branduoliai ir kt.) ir fermentai (Skurvydas, 2017).

Trys pagrindinės raumenų funkcijos:

- Atlikti judesius;
- Palaikyti pusiausvyrą ar pozą;
- Stabilizuoti sąnarius

1.1.3 Raumeninių skaidulų rūšys

Raumeninių skaidulų rūšys, viena nuo kitos, skiriasi ATP susidarymo medžiagų apykaitos keliais ir energijos naudojimo greičiu, nuo kurio priklauso raumens susitraukimo greitis. Skiriamos trys raumeninių skaidulų rūšys:

I rūšis. Lėtai susitraukiančios oksidacinės skaidulos.

II A rūšis. Greitai susitraukiančios oksidacinės-glikolizinės skaidulos.

II B rūšis. Greitai susitraukiančios glikolizinės skaidulos.

I rūšies skaiduloms būdingas mažas miozino ATP-azės aktyvumas ir dėl to mažas susitraukimo greitis. Šiose skaidulose glikolizinis (anaerobinis) aktyvumas yra mažas, bet yra daug mitochondrijų, lemiančių didelį oksidacinių vyksmų (aerobinių) aktyvumą. I rūšies skaidulas sunku nuvarginti, nes gerai tiekiamas kraujas šias skaidulas gerai aprūpina deguonimi ir kitomis maistinėmis medžiagomis. Taigi šios skaidulos yra gerai pritaikytos ilgam, bet ne intensyviai darbui. Jos yra gana mažo skersmens, jų susitraukimo jėga nedidelė. Didelis mioglobino kiekis šioms skaiduloms suteikia raudoną spalvą.

II rūšies skaidulos skirstomos į du pogrupius: II A ir II B. Šios rūšies skaiduloms būdingas aukštas miozino ATP-azės aktyvumas, kuris garantuoja gana greitą susitraukimą. II A rūšies skaidulos yra tarpinės tarp I ir II B rūšies skaidulų, nes jose yra gana aktyvūs ir anaerobiniai, ir aerobiniai vyksmai. II B rūšies skaidulose vyrauja glikolizinis (anaerobinis) aktyvumas. Jas supančių kraujagyslių tinklas mažas. Jos turi mažai mioglobino, todėl jų spalva balta, šiose skaidulose greitai sunaudojamas glikogenas, dėl to jos greitai nuvargsta. Jos yra gana didelio skersmens ir geba greitai pasiekti didelę jėgą.

Raudonųjų ir baltųjų skaidulų santykį raumenyje lemia jo funkcija. Pavyzdžiui, raumenys, kurie dalyvauja išlaikant kūno padėtį, turi daugiau raudonųjų skaidulų. Raudonųjų ir baltųjų skaidulų santykį, iš dalies, lemia genai. Vidutiniškai apie 50-55% raumeninių skaidulų yra I rūšies, apie 30-35% - II A rūšies ir apie 15% - II B rūšies, bet santykis gali skirtis – tai priklauso nuo

individo. Nors I ir II rūšies skaidulų santykis yra iš dalies genetiškai apibrėžtas, treniruotės metu jis gali kisti, t.y. viena skaidulų rūšis gali virsti kita. Pavyzdžiui, sprinteriai ir šuolininkai turi daug daugiau II rūšies skaidulų.

Ištvermės sportininkų I rūšies raumeninės skaidulos gali sudaryti 80%, o jėgos sportininkai jų turi tik apie 39%.

I ir II rūšies skaidulų kiekis yra genetiškai nulemtas, todėl ne visi žmonės gali pasiekti gerų sportinių rezultatų. Manoma, kad apie 60% galimybių yra genetiškai nulemta, apie 40% galimybių įmanoma pasiekti treniruočių metu (Muckus, 2006).

1.1.4 Raumenų susitraukimo tipai

Pagrindiniai raumens susitraukimo tipai yra šie: izometrinis (raumuo išvysto jėgą, tačiau jo ilgis nekinta) ir dinaminis (raumuo išugdo jėgą, kintant ir ilgiui). Dinaminis susitraukimas būna koncentrinis (raumuo trumpėja) ir ekscentrinis (raumuo ilgėja) (Enoka, 2002). Pagal tai, kaip susitraukimo metu kinta raumens ilgis ir jėga, koncentrinis susitraukimas skirstomas į izokinetinį (sukamasis judesys per sąnarį atliekamas pastoviu greičiu), izotoninį (tai tik laboratorinėmis sąlygomis pasiekiamas susitraukimas, kai raumuo susitraukia ir jo jėga nekinta). Net vieno judesio metu raumuo gali susitraukti skirtingais būdais, pvz., šuolio metu esti ekscentrinis, izometrinis ir koncentrinis susitraukimas (Skurvydas, 2017).

1.1.5 Raumenų energetika

Negalima atlikti nė vieno judesio, nepanaudojus maisto tiekiamos energijos. Dirbdamas, raumuo pasisavina energiją apie 200 kartų greičiau, nei būdamas ramybės būsenoje. Universalus motorinę veiklą aprūpinantis energija vienetą yra ATP. Tačiau ATP atsargos yra ribotos (užtenka vos kelių sekundžių darbui), todėl ATP labai greitai padeda gauti šios trys pagrindinės sistemos: ATP-kreatinfosfatinės (KP), glikolitinės ir oksidacinės. Pagrindiniai energijos šaltiniai, iš kurių organizmas pasisavina ATP, yra angliavandeniai, riebalai ir baltymai (Skurvydas, 2017).

Judamosios veiklos metu, per 50 – 70% energijos, paverčiama šiluma ir tik likusi dalis sunaudojama raumenų darbui ir kitų organizmo sistemų veiklai. ATP-KP sistema geba labai veiksmingai, tačiau trumpai (tik iki 10-20 sek.) aprūpinti motorinę veiklą energija, nes per 10-20 sek. Raumenyse KP kiekis gali sumažėti iki 10% pradinio lygio. Todėl ši energinė sistema yra labai reikalinga atliekant didžiausio intensyvumo trumpai trunkantį darbą (Skurvydas, 2017).

Antra pagal pajėgumą energinė sistema, aprūpinanti judamąją veiklą, yra glikolitinė. Ši sistema geba ilgiau nei ATP-KP sistema tiekti raumenims energiją. Anaerobinės (be deguonies) glikolizės metu iš vieno molio gliukozės pagaminami 2 moliai ATP, iš glikogeno (anaerobinė glikogenolizė) – 3 moliai, galutinė anaerobinės glikolizės vyksmo medžiaga yra laktatas, kuris pasigamina iš pieno rūgšties. Dažniausiai, dėl pastarosios medžiagos didelio kiekio (apie 15-25mmol viename raumens kilograme) susikaupimo, per pirmas dvi intensyvaus darbo minutes, ypač sumažėja anaerobinės glikolizės veiksmingumas. Tuomet raumuo privalo pasitelkti į pagalbą kitą energijos sistemą (Skurvydas, 2017).

Oksidacinė energijos gamybos sistema daugiausia naudoja angliavandenių ir riebalų, daug mažiau baltymų. Aerobinė glikolizė iš vienos angliavandenių molekulės pagamina 38-39 ATP molekules, iš riebalų rūgščių to paties kiekio – apie 129 molekules ATP. Matyti, kad oksidacinė sistema gali daug ilgiau aprūpinti motorinę veiklą energija nei anaerobinė. Kaip žinoma, S tipo MV raumeninės skaidulos geba geriau pasisavinti energiją iš oksidacinės sistemos, FR, ir ypač FF, - iš glikolitinės ir ATP-KP sistemų. Oksidacinė energijos gamybos sistema yra kur kas ekonomiškesnė nei kitos, todėl labai svarbu, kad atliekant fizinį darbą labiau dirbtų, būtent ji (Skurvydas, 2017).

1.2 Pasyviosios raumenų mechaninės savybės

Raumenys turi aktyviasias ir pasyviasias mechanines savybes. Aktyviasias raumens savybes apibūdina sujaudinto raumens skaidulų išvystoma jėga, raumens išvystomos jėgos priklausomybė nuo raumens ilgio, raumens jėgos priklausomybė nuo raumens susitraukimo greičio bei raumens jėgos priklausomybė nuo raumens susitraukimo laiko (Nordin & Frankel, 2001). Pasyviasias raumens mechanines savybes apibūdina raumens tonusas, elastingumas (tamprumas) ir standumas (kietumas).

Raumens tonusas - nurodo kūno raumenų įsitemimą, kuris palaiko mūsų kūno padėtį, leidžia judėti ir keisti padėtis (Muckus, Juodžbalienė, Kriščiukaitis, Pukėnas ir Škikas, 2009). Raumenų tonusas gali būti: hipotoninis (sumažėjęs raumenų tonusas), hipertotoninis (padidėjęs raumenų tonusas), besikeičiantis ar netolygus (atetoidinis) (Mockevičienė, Mikelkevičiūtė ir Adomaitienė, 2005). (Vain, Kums, Ereline, Paasuke & Gapeyeva, 2015) atliktame tyrime gauti rezultatai parodė, kad raumens tonusas bei raumens standumas skyrėsi nuo to ar žmogus buvo visiškoje raumybės būsenoje ar turėjo išlaikyti savo kūno pusiausvyrą ir stabilią padėtį. Raumens tonusas padidėja dėl kraujotakos sutrikimų. Padidėjęs spaudimas raumenyse sutrikdo kraujo ir maisto medžiagų apykaitą raumenyse. Dėl to gali atsirasti skausmas, sužeidimai, raumenų perkrova. Raumens tonuso sumažėjimas susijęs su darbingumo sumažėjimu bei raumenų funkcionavimo susilpnėjimu. Tiriant miotonometru gaunamas raumens gęstančių virpesių dažnis (Hz), kuris parodo raumens būseną – tonusą. Virpesių dažnis priklauso nuo raumens įtempimo. Kuo labiau įtemptas raumuo, tuo didesnis jo virpesių dažnis (Gapeyeva & Vain, 2008; Straubergaitė, Berneckė, Muckus ir Juodžbalienė, 2011).

- Normalus raumenų tonusas – tai raumens įsitemimas, kurio pakanka, kad kūnas mums tik panorėjus atliktų judesius be jokių trikdžių ir sunkumų.
- Padidėjęs raumenų tonusas – tai per didelis raumens įsitemimas ramybės būsenoje, dėl kurio sunku atlikti judesius pilna amplitude, paprasčiausi judesiai reikalauja daug pastangų.
- Per mažas raumenų tonusas – ne pakankamas raumens įsitemimas ramybės būsenoje, dėl kurio mūsų kūno raumenys atrodo minkšti ir silpni, o mūsų judesiai nėra pakankamai kontroliuojami (Mathiowetz & Haugen, 1995).

Raumens elastingumas (tamprumas, klampumas) – tai raumens gebėjimas atkurti ankstesnį pavidalą, kai išnyksta išorinė jėga, kuri veikė raumenį (po įtempimo). Jis apibūdina raumenų kraujotakos sąlygas raumeniui dirbant ir galimybę padidinti judesio spartą. Raumens ląstelės aprūpinamos krauju tarp dviejų raumens susitraukimų. Susitraukus raumeniui, jis greitai atsileidžia, kad kraujas pratekėtų. Todėl raumuo turi gebėti atkurti savo pavidalą per labai trumpą laiką, tai yra raumuo turi būti pakankamai tamprus. Miotonometrijos metu raumens elastingumą (tamprumą) rodo logaritminis virpesių slopinimas (dekrementas¹, tamprumo koeficientas). Kuo didesnis dekrementas, tuo mažesnis elastingumas (Gapeyeva & Vain, 2008; Straubergaitė, Berneckė, Muckus ir Juodžbalienė, 2011).

Raumens standumas (kietumas) – tai raumens gebėjimas priešintis jį deformuojančiai jėgai. Tai reiškia, kad padidėjus raumens standumui, reikia daugiau jėgos įtempti priešingus raumenis

¹ Dekrementas – virpesių slopinimo spartą nusakantis dydis

– antagonistus. Dėl to padidėja energijos sąnaudos atliekant judesius. Jeigu raumens standumas sumažėja, tuomet antagonistų pasipriešinimas taip pat sumažėja. Miotonometru tiriamas raumens standumas (N/m) (Gapeyeva & Vain, 2008; Straubergaitė, Berneckė, Muckus ir Juodžbalienė, 2011).

Raumens tonusui įvertinti yra taikomi įvairiausi būdai, tačiau pats efektyviausias būdas tonusui nustatyti yra instrumentiniai tyrimo metodai. Elektromiografija (EMG) yra dažniausiai naudojamas instrumentinis tyrimo metodas, kurio dėka yra nustatomas raumens elektrinis aktyvumas, o tai tiesiogiai susiję su raumens įtempimu ir jo išvystoma jėga (Korhonen, Vain, Vanninen, Viir & Jurvelin, 2005). Taip pat, dažnai naudojamas metodas yra Ashworth skalė, jos pagalba yra matuojamas galūnių raumenų tonusas (Smith, Jamshidi, Lo, 2002). Tačiau šie metodai įvertina tik raumens tonusą. Miotonometrija tai neinvazinis būdas, vertinantis raumens viskoelastines savybes. Naudojant miotonometrą „Myoton – 3“ raumens tonusas yra vertinamas kaip atpalaiduoto raumens virpesių dažnis. „Myoton – 3“ yra sukurtas Estijoje (Vain, 1995; Roja, Kalkis, Vain, Kalkis & Eglite, 2006).

Su raumens tonusu susijusios ligos:

- Spastiškumas – tai nuo išorinio raumens spaudimo priklausomas toninio tempimo reflekso (raumens tonuso) padidėjimas, sukeliantis sustiprėjusį sausgyslių refleksą, verčiantį raumenį įsitempti ir pasipriešinti išorinei jėgai (Ping Ho Chung & Kam Kwan Cheng, 2010).
- Cerebrinis spastiškumas – tai raumens tonuso padidėjimas, kuris priklauso nuo pažeidimų, lokalizuotų aukščiau galvos smegenų kamieno (Skurvydas, 2017).
- Cerebrinis paralyžius – tai neprogresuojantis galvos smegenų pažeidimas, atsiradęs galvos smegenyse prenataliniu, perinataliniu, ar postnataliniu laikotarpiu. Pagal savo apibrėžimą cerebrinis paralyžius yra polietiologinis susirgimas. Priežastys, dėl kurių išsivysto cerebrinis paralyžius yra klasifikuojamos pagal laikotarpį, kuriame pažeidimas galėjo įvykti (Prasauskienė, 2011; Sehrawat, Marwaha, Basnal & Chopra, 2014; Pakula, Van Naarden Braun, Yeargin Allsopp, 2009). Cerebrinis paralyžius apibūdinamas kaip būklė, kuriai būdingas raumenų silpnumas, nekoordinuoti judesiai ir/arba kitokie motorinių funkcijų sutrikimai, sukelti dar nesubrendusių vaiko smegenų pažeidimo (Rosenbaum et al., 2007).

1.3 Vertikalūs šuoliai

Atliekant šuolius labiausiai lavinamos yra raumenų tamprumo ir refleksinės savybės. Šoklumas priklauso ne tik nuo raumens susitraukimo galingumo bet ir nuo jo ir sausgyslės tamprumo. Kuo tampresnis raumuo ir sausgyslė, tuo geresnis šoklumas atliekant šuolius amortizuojamai tūptelint. Tačiau raumenų ir sausgyslių tamprumas turi mažą įtaką šoklumui, atliekant šuolius iš fiksuotos padėties (Skurvydas, 2017).

Vertikalojo šuolio, atsispiriant abiem kojomis iš vietos, aukštis priklauso nuo vertikalojo atsispyrimo greičio. Kuo reakcijos jėgos impulsų suma didesnė už kūno svorį, tuo aukštesnis šuolis. Didžiausioji atsispyrimo jėga, o kartu ir vidutinė jėga tuo didesnė, kuo mažesniu kampu pritūpus atliekamas šuolis (Skurvydas, 2017).

Išvystyta momentinė didžiausioji šuolio atsispyrimo jėga dar negarantuoja aukšto šuolio, jis priklauso nuo atsispyrimo greičio. Atliekant šuolius pritūpus iki 90° , atsispyrimo laikas pailgėja daugiau negu sumažėja vidutinė atsispyrimo jėga. Dėl to tokio šuolio aukštis būna didesnis negu šuolio, atliekamo iš 135° pritūpimo kampo. Kuo ilgesnis atsispyrimo kelias, tuo didesnę vaidmenį atlieka kūno judėjimas iš inercijos: kūnas juda didesniu greičiu, o atsispyrimo jėga sumažėja (Skurvydas, 2017).

Praktiškai, vertikalojo šuolio aukštis priklauso ne tik nuo jėgos impulso, bet ir nuo to, kaip tas impulsas perduodamas per jėgos momentų pečius. Antai dviejų sportininkų, atliekančių šuolį į aukštį, atsispyrimo iš vietos metu jėgos impulsas vienodas, tačiau šuolio aukščio rezultatai skiriasi. Pasirodo, kai jėgos momentas didesnis esant tam pačiam jėgos impulsui, šuolio aukštis didesnis. Į šį svarbų veiksnių reikia atkreipti dėmesį prognozuojant sportininkų šoklumą. Pats didžiausias jėgos momentas pasiekiamas šuolį atliekant pritūpus 90° kampu (Skurvydas, 2017).

Šoklumui turi įtakos ne viena raumenų grupė, o kelių raumenų grupių tarpusavio sąveika. Sukaupta energija vienoje raumenų grupėje gali būti perduodama kitai raumenų grupei. Idealus šuolis būtų tada, jei energija pirmiausia būtų sukaupiama lėtesnėse ir stipresnėse raumenų grupėse ir paskui iš dalies perduodama greitesniems raumenims. Buvo nustatyta, kad

didžiausias raumenų reaktyvumas pastebimas atliekant šuolį į aukštį iš vietos nuo paaukštinimo ir amortizuojant iki 135° kampo per kelius (Skurvydas, 2017).

1.4 Raumenų nuovargis ir jo mechanizmas

Raumenų nuovargis – tai raumenų susitraukimo jėgos, greičio, galingumo ir atsipalaidavimo greičio sumažėjimas, atsirandantis dėl tokių priežasčių: 1) ATP hidrolizės ir resintezės greičio sumažėjimo; 2) metabolitų susikaupimo (ADP, neorganinio fosfato, AMP ir kt.); 3) acidozės (pH sumažėjimo raumeninėje skaiduloje); 4) elektrinio signalo perdavimo nuo membranos iki sarkoplazminio tinklo sutrikimo; 5) raumenų mechanikos sutrikimo (sarkomerų, citoskeleto irimo). Šie mechanizmai gali būti tarpusavyje susiję, antai dėl acidozės sumažėja ATP hidrolizės ir resintezės greitis (Fitts, 1994; Fitts, 2008).

Nuovargio kilmė yra dinamiška – to paties dydžio raumenų nuovargis kas kartą gali kilti dėl skirtingos priežasčių visumos. Manoma, kad kuo svarbesnis žmogaus organas ar jo dalis, tuo labiau jis saugomas nuovargio metu. Kitaip tariant, jis yra mažiau išsekinamas. Manoma, kad nuovargio mechanizmų pagrindinė paskirtis – apsaugoti nuo sutrikimo, atsirandančio dėl sunkaus fizinio darbo, raumens energetiką ir struktūras (Skurvydas, 2017).

Raumenų nuovargio tipai:

- Didelių dažnių nuovargis, atsirandantis didžiausio intensyvumo, bet ne ilgai trunkančio darbo metu (ypač, kai dirbama be poilsio pertraukėlių) (Jones, 1996). Po tokio pobūdžio darbo raumuo greitai atsigauna.
- Metabolinis nuovargis, jo metu labiausiai sumažėja ATP hidrolizės ir resintezės greitis, energinių medžiagų raumenyse kiekis (ypač kreatinfosfato ir glikogeno), miofibrilių jautrumas kalcio jonams (Sahlin, Tonkonogi, Soderlund, 1998; Green, 2004; Sahlin, 2006; Cooke, 2007; Fitts, 2008). Išskirtinis metabolinio nuovargio bruožas yra palyginti greitas raumens funkcijos atsigavimas.
- Mažų dažnių nuovargis. Dėl jo raumenyse pablogėja impulso perdavimas nuo T-sistemos iki sarkoplazminio tinklo, sumažėja kalcio išmetimo iš sarkoplazminio tinklo greitis ir kiekis, nors didžiausioji raumens susitraukimo jėga ar greitis toje būsenoje gali būti mažiau pakitę

(Allen, Lamb, Westerblad, 2008). Raumens atsigavimas iš tos būsenos gali užsitęsti net iki kelių dienų.

- Ilgai trunkantis (lėtinis) nuovargis – tai nuovargis, kuris užtrunka net iki kelerių metų. Chroniško nuovargio sindromo metu pasireiškia ilgai trunkantis nuovargis (DeLuca, 2005; Wyller, 2007). Toks nuovargis dažniausiai lokalizuojasi centrinėje nervų sistemoje. Be to, pastebėta, kad ilgai trunkantis nuovargis gali pasireikšti ir sportininkams. Pagrindinė jo kilmės priežastis – per dideli psichiniai krūviai (stresas). Ilgai trunkančio nuovargio pagrindinis požymis – bendras organizmo silpnumas, motyvacijos stoka (Skurvydas, 2017).

2. Tyrimo metodai ir organizavimas

2.1 Tiriamieji

Tyrimo dalyvavo sportuojantys (krepšinį ir kultūrizmą) bei nesportuojantys asmenys. Tiriamųjų antropometriniai duomenys pateikti pirmoje lentelėje. Tyrimo dalyvavo po 10 tiriamųjų kiekvienoje grupėje. Tiriamieji buvo supažindinti su tyrimo vykdymo eiga. Sportuojančių asmenų tiriamąją grupę sudarė LSU studentai, nesportuojančių grupę sudarė 1-2 kartus per savaitę fiziškai aktyvūs asmenys. Tiriamųjų duomenys pateikti lentelėje 1.

1 lentelė. Antropometriniai duomenys

Tiriamieji	Amžius	Ūgis	Svoris	KMI
Sportuojantys (Krepšininkai ir kultūristai) n = 10	21,7±1,3	183,5±4,9	75,4±5,5	24,8±1,6
Nesportuojantys n = 10	22,3±1,4	181±3,2	82,5±7,5	23±2,5

2.2 Tyrimo metodai

2.2.1 Antropometrija

Tai fizinės antropologijos šaka, tirianti žmogaus kūno išmatavimus ir proporcijas, siekiant suprasti žmonių fizinę įvairovę. Tiriamiesiems buvo matuojamas ūgis(cm), svoris(kg), KMI – kūno

$$KMI = \frac{Masė (kg)}{\bar{Ūgis}^2(m^2)}$$

masės indeksas buvo apskaičiuojamas pagal formulę:

2.2.2 Miotonometrija

Raumens tonuso rodiklius registravome specialiu prietaisu „Myoton – 3“. Visi raumens tonuso rodikliai buvo registruojami atpalaiduotam ir įtemptam raumeniui (1-3pav. A,B) Miotonometrija apibūdinama kaip neinvazinis, skirtas metodus įvertinti raumens viskoelastines savybes (tonusą, elastingumą, standumą). Tonusą registravome virpesių dažniu (Hz), elastingumą sąlyginiais vienetais ir standumą N/m.

2.2.3 Dinamometrija

Raumenims įtempimo kontrolei buvo naudojamas standartinis dinamometras. Kiekvieno raumens įtempimui buvo pasirinkta vienoda įtempimo jėga 100 N.

2.2.4 30s maksimalių vertikalų šuolių testas

Visi tiriamieji šuolius atliko ant kontaktinės platformos. Tiriamieji atliko maksimalų vertikalų šuolį su rankų mostais, po to tiriamieji atliko 30 sekundžių maksimalių vertikalų šuolių krūvį. Buvo registruojamas šuolio aukštis (cm), šuolio galingumas (N) ir šuolio aukščio sumažėjimas tarp pirmųjų ir paskutinių šuolių (%).

2.2.5 Statistinė analizė

Tyrimo duomenų analizei buvo apskaičiuojami duomenų aritmetiniai vidurkiai, aritmetinio vidurkio paklaida. Priklausomoms imtims skaičiuoti buvo naudotas t-testas, o nepriklausomoms imtims buvo naudojamas f-testas. Aritmetinių vidurkių skirtumo reikšmingumo lygmuo buvo laikomas svarbiu, kai paklaida mažesnė nei 5% ($p < 0,05$). Skaičiavimai buvo atliekami naudojantis statistiniu Microsoft Excel 2010 paketu.

2.3. Tyrimo organizacija

Tiriamiesiems atėjus į laboratoriją, po 20 minučių adaptacijos buvo atlikti šlaunies keturgalvio, šlaunies dvigalvio ir blauzdos dvilypio raumens tonuso matavimai. Raumens pasyviųjų mechaninių savybių matavimo vieta buvo žymima specialiu markeriu. Raumens pasyviųjų mechaninių savybių registravimo vieta buvo žymima 1/3 viso kojos raumens ilgio, nuo kelio sąnario, iškiliausioje raumens vietoje. Raumens pasyviosios mechaninės savybės buvo matuojamos atpalaiduotam ir įtemptam raumeniui tris kartus pažymėtoje vietoje. Atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens pasyviosios mechaninės savybės buvo registruojamos gulimoje padėtyje ištiesta koja (1pav.A).



(A)



(B)



(C)

1 pav. Šlaunies keturgalvio raumens pasyviųjų mechaninių savybių matavimas ir raumens įtempimo apkrova: (A) atpalaiduoto raumens matavimas; (B) įtempto raumens matavimas; (C) apkrovos dydis

Šlaunies dvigalvio raumens pasyviosios mechaninės savybės buvo registruojamos gulimoje padėtyje sulenkus koją 90 % kampą per kelio sąnarį (2pav. A).



(A)



(B)



(C)

2 pav. Šlaunies dvigalvio raumens pasyviųjų mechaninių savybių matavimas ir raumens įtempimo apkrova: (A) atpalaiduoto raumens matavimas; (B) įtempto raumens matavimas; (C) apkrovos dydis

Blauzdos raumens pasyviosios mechaninės savybės buvo registruojamos gulimoje padėtyje ištiesta koja (3pav. A).



(A)



(B)



(C)

3 pav. Blauzdos dvilypio raumens pasyviųjų mechaninių savybių matavimas ir raumens įtempimo apkrova: (A) atpalaiduoto raumens matavimas, (B) įtempto raumens matavimas, (C) apkrovos dydis

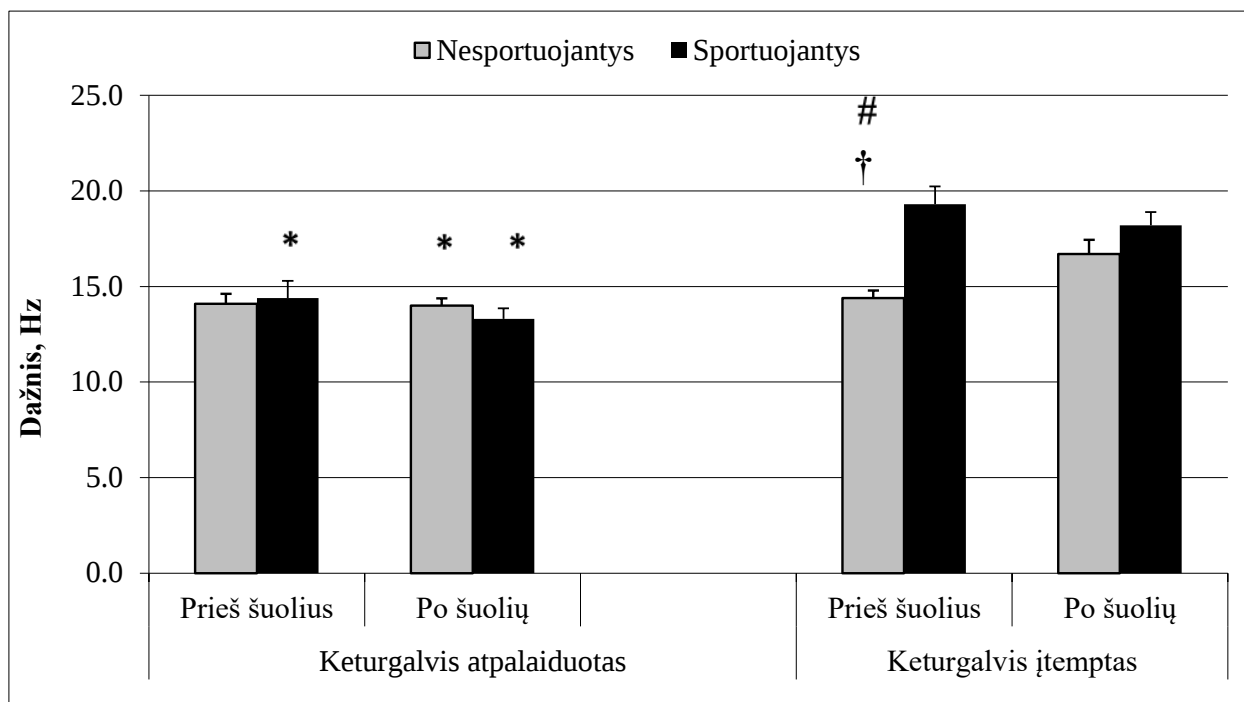
Įtempto šlaunies keturgalvio raumens pasyviosioms mechaninėms savybėms registruoti buvo naudojamas kojų tiesimo treniruoklis (1pav. B). Koją buvo ištiesta veikiant 100N pasipriešinimo jėgai (1pav. C) Įtempto šlaunies dvigalvio raumens pasyviosioms mechaninėms savybėms matuoti buvo naudojamas kojos lenkimo treniruoklis (2pav. B). Koją buvo sulenkama 90 laipsniu kampu per kelio sąnarį, veikiant 100N pasipriešinimo jėgai (2pav. C). Įtempto blauzdos dvilypio raumens pasyviosioms mechaninėms savybėms matuoti pėda buvo tvirtinama gulimoje padėtyje prie dinamometro (3pav. B), pėdą lenkiant buvo pasiekama 100N pasipriešinimo jėga (3pav. C) Po pirmųjų raumens tonuso matavimų, tiriamieji atliko standartizuotą 15 minučių mankštą (lėtas bėgimas 1km, dinaminiai tempimo pratimai ir specialieji bėgimo pratimai). Raumenų pasyviųjų mechaninių savybių registravimo tvarka buvo rotuojama. Po standartizuotos mankštos praėjus penkioms minutėms, tiriamieji atliko 3 maksimalius vertikalius šuolius su rankų mostu. Aukščiausias rezultatas buvo fiksuojamas. Po to tiriamasis atliko 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių fizinį krūvį rankas laikant ant klubų. Krūvio metu buvo registruojamas šuolio aukštis (cm), šuolio jėga (N), šuolių galingumo sumažėjimas (%). Atlikus šuolius ir praėjus 5 minutėms visi raumens pasyviųjų mechaninių savybių matavimai buvo pakartoti pagal aukščiau aprašytą metodiką.

REZULTATAI

Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų pasyviųjų mechaninių savybių (tonuso, elastingumo ir standumo) tyrimo rezultatai pateikti 1 – 9 paveiksluose. Atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančio asmens kojos keturgalvio raumens virpesių dažnis prieš šuolius kito nežymiai, todėl statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas. Nesportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto kojos keturgalvio raumens virpesių dažniai po šuolių atitinkamai buvo $14,0 \pm 0,38$ Hz ir $16,7 \pm 0,74$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$). Lyginant tą patį rodiklį sportuojančių asmenų grupėje, išsiaiškinta, kad atpalaiduoto ir įtempto kojos keturgalvio raumens virpesių dažnis prieš šuolius buvo atitinkamai $14,4 \pm 0,9$ Hz ir $19,3 \pm 0,93$ Hz ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$). Sportuojančių asmenų grupėje lyginti atpalaiduoti ir įtempti kojos keturgalvio raumens virpesių dažniai po šuolių buvo $13,3 \pm 0,55$ Hz ir $18,2 \pm 0,69$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$).

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos keturgalvio raumens virpesių dažnio rodiklius prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingas skirtumas ($\dagger p < 0,05$) buvo rastas tik įtemptame raumenyje, atitinkamai $14,4 \pm 0,39$ Hz ir $16,7 \pm 0,74$ Hz. Sportuojančių asmenų grupėje lyginant tuos pačius rodiklius prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingi skirtumai nebuvo rasti.

Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos keturgalvio raumens virpesių dažnio rodikliai statistiškai reikšmingi buvo tik tarp įtemptų raumenų prieš šuolius, atitinkamai $14,4 \pm 0,39$ Hz ir $19,3 \pm 0,93$ Hz (# $p < 0,05$) (1 paveikslas).

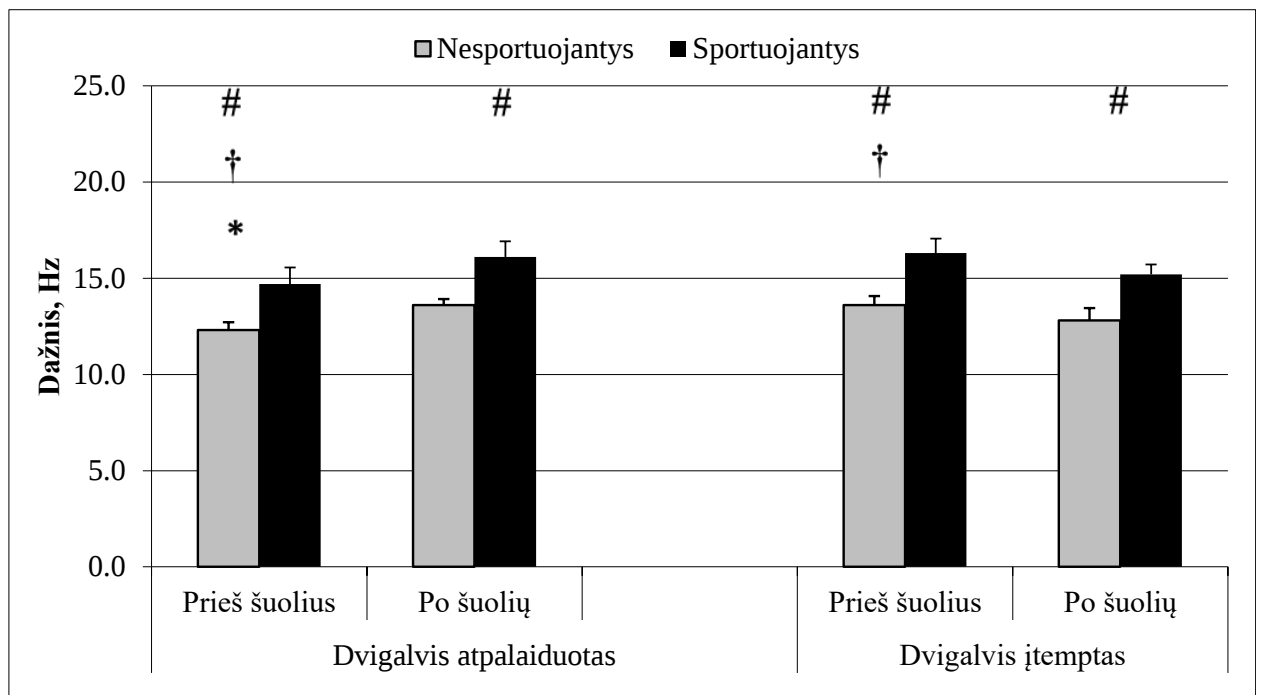


1 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto kojos keturgalvio raumens virpesių dažnis prieš šuolius ir po jų. *- statistiškai reikšmingas skirtumas (* $p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas († $p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas (# $p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančių asmenų kojos dvigalvio raumens virpesių dažniai prieš šuolius buvo atitinkamai $12,3 \pm 0,41$ Hz ir $13,6 \pm 0,47$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$). Daugiau statistiškai reikšmingų skirtumų nei tarp sportuojančių, nei tarp nesportuojančių asmenų nebuvo rasta.

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnio rodiklius prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingi skirtumai († $p < 0,05$) buvo rasti tarp atpalaiduotų raumenų, atitinkamai $12,3 \pm 0,41$ Hz ir $13,6 \pm 0,32$ Hz. Nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnio rodikliai prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingi skirtumai († $p < 0,05$) buvo rasti tarp įtemptų raumenų $13,6 \pm 0,47$ Hz ir $12,8 \pm 0,64$ Hz Sportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnio rodikliai prieš ir po šuolių, statistiškai nebuvo.

Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnio rodikliai prieš ir po šuolių parodė, kad atpalaiduoto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnis prieš šuolius buvo atitinkamai $12,3 \pm 0,41$ Hz ir $14,7 \pm 0,86$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Atpalaiduotos kojos dvigalvio raumens virpesių dažnis po šuolių buvo $13,6 \pm 0,32$ Hz ir $16,1 \pm 0,82$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) buvo rastas įtemptame kojos dvigalvio raumens dažnyje prieš šuolius, atitinkamai $13,6 \pm 0,47$ Hz ir $16,3 \pm 0,76$ Hz. Įtempto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnio rodikliai po šuolių, buvo atitinkamai $12,8 \pm 0,64$ Hz ir $15,2 \pm 0,52$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$) (2 paveikslas).



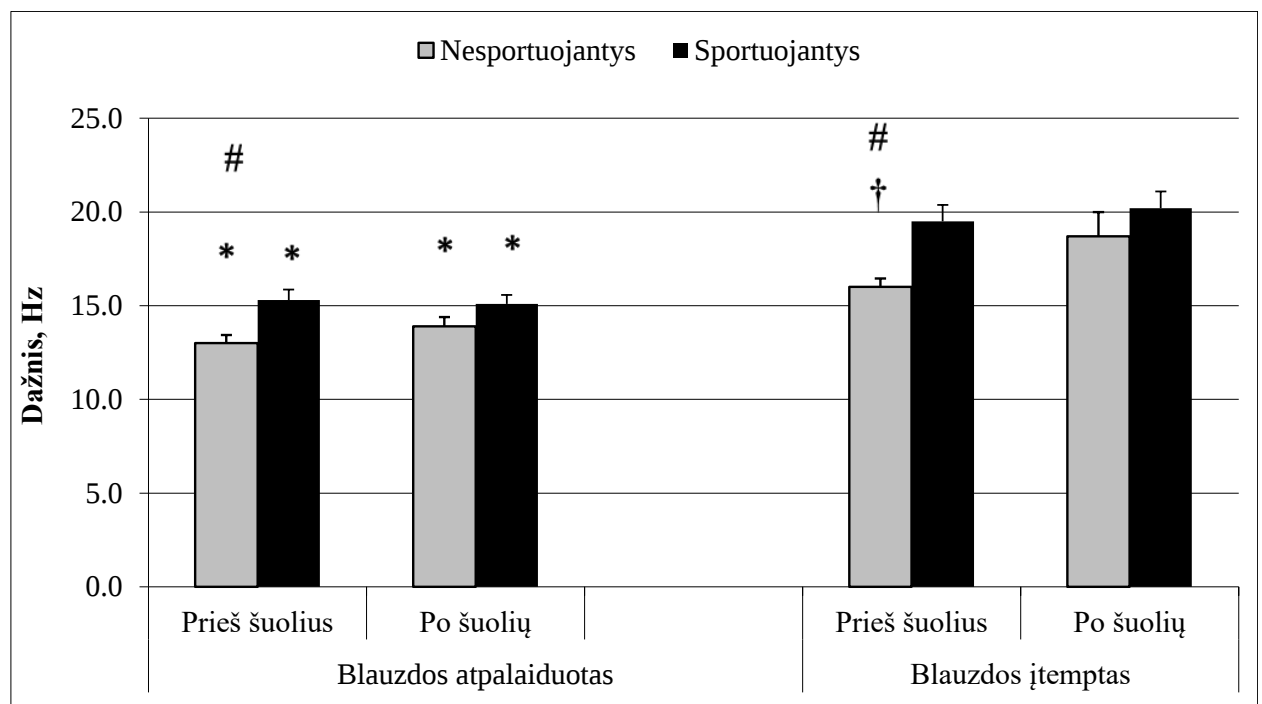
2 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto kojos dvigalvio raumens virpesių dažnis prieš šuolius ir po jų. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($†p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Pateiktame paveiksle atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančio asmens kojos blauzdos raumens virpesių dažnis prieš šuolius buvo $13 \pm 0,43$ Hz ir $16 \pm 0,45$ Hz, šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančio asmens kojos blauzdos raumens virpesių dažnis po šuolių buvo $13,9 \pm 0,49$ Hz ir $15,1 \pm 0,47$ Hz, šis skirtumas yra

statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$). Atpalaiduoto ir įtempto sportuojančio asmens kojos blauzdos raumens virpesių dažnis prieš šuolius buvo $15,3 \pm 0,56$ Hz ir $19,5 \pm 0,88$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$). Atpalaiduoto ir įtempto sportuojančio asmens kojos blauzdos raumens virpesių dažnis po šuolių buvo $15,1 \pm 0,47$ Hz ir $20,2 \pm 0,89$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas (* $p < 0,05$).

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos blauzdos raumens virpesių dažnių rodiklius prieš ir po šuolių, statistiškai reikšminga skirtumą ($\dagger p < 0,05$), radome tarp įtemptų raumenų $16 \pm 0,45$ Hz ir $18,7 \pm 1,3$ Hz. Tarp nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos blauzdos raumens virpesių dažnio rodiklių prieš ir po šuolių daugiau statistiškai reikšmingų skirtumų neaptikome. Lyginant tuos pačius rodiklius sportuojančių asmenų grupėje, statistiškai reikšmingi skirtumai buvo neaptikti.

Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto kojos blauzdos raumens virpesių dažnio rodikliai prieš ir po šuolių parodė, kad atpalaiduoto kojos blauzdos raumens virpesių dažnis prieš šuolius buvo atitinkamai $13 \pm 0,43$ Hz ir $15,3 \pm 0,56$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto kojos blauzdos raumens virpesių dažniai prieš šuolius yra $16 \pm 0,45$ Hz ir $19,5 \pm 0,88$ Hz, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Lyginant nesportuojančius ir sportuojančius asmenis daugiau statistiškai reikšmingų skirtumų rasta nebuvo (3 paveikslas).

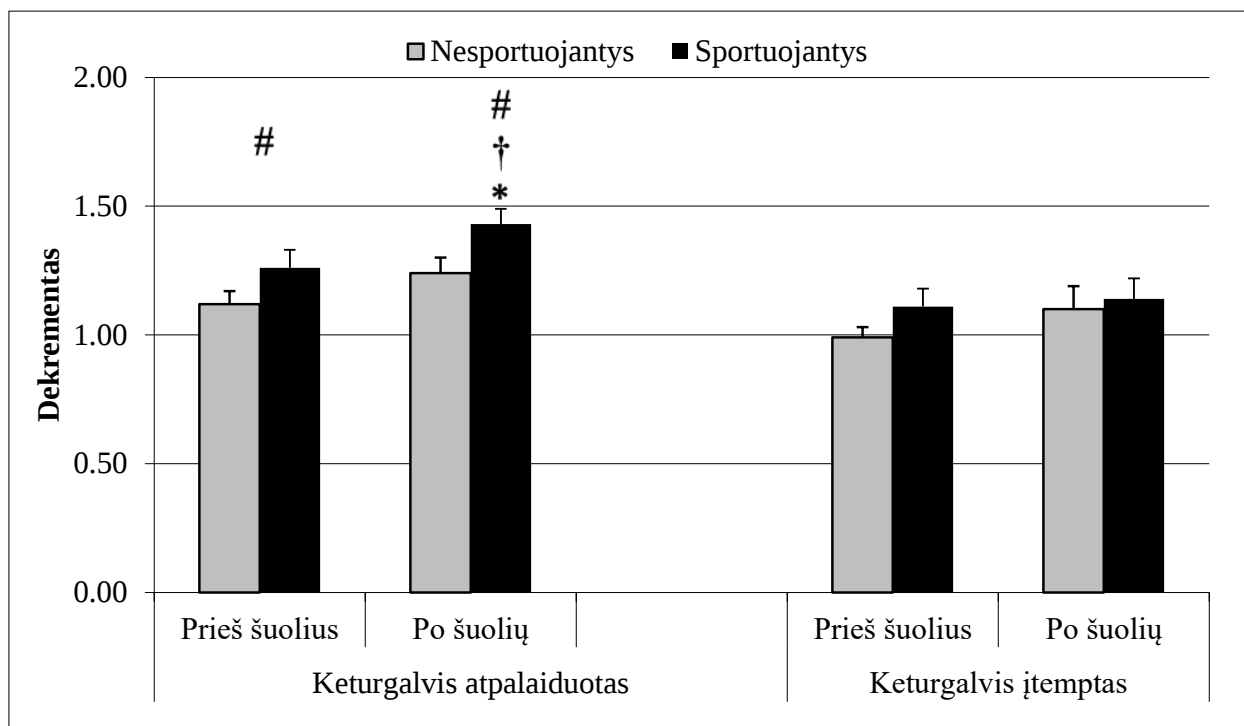


3 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto kojos blauzdos raumens virpesių dažnis prieš šuolius ir po jų. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($†p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Šiame paveiksle pateikiamas atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančių ir sportuojančių asmenų kojos keturgalvio raumens elastingumą nusakantis dydis, logaritminis dekrementas. Pateiktame paveiksle, sportuojančio asmens atpalaiduoto ir įtempto šlaunies keturgalvio raumens elastingumą nurodantis dekrementas po šuolių buvo atitinkamai $1,43 \pm 0,06$ ir $1,14 \pm 0,08$, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Lyginant sportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto kojos keturgalvio raumens elastingumą nusakantį dekrementą prieš šuolius, statistiškai reikšmingo skirtumo neradome. Lyginant tuos pačius rodiklius nesportuojančių asmenų grupėje statistiškai reikšmingi skirtumai nebuvo rasti nei prieš šuolius, nei po jų.

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto šlaunies keturgalvio raumens elastingumą nusakantį dekrementą prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingo skirtumo neradome. Lyginant tuos pačius rodiklius sportuojančių asmenų grupėje, statistiškai reikšmingas skirtumas ($†p < 0,05$) buvo rastas atpalaiduotame šlaunies keturgalvio raumenyje $1,26 \pm 0,07$ ir $1,43 \pm 0,06$. Sportuojančių asmenų grupėje įtempto šlaunies keturgalvio raumenyje prieš ir po šuolių statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas.

Lyginant nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens elastingumą nurodantį dekrementą prieš šuolius, gauti duomenys buvo $1,12 \pm 0,05$ ir $1,26 \pm 0,07$. Šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens elastingumą nurodantis dekrementas po šuolių buvo atitinkamai $1,24 \pm 0,06$ ir $1,43 \pm 0,06$, šis skirtumas yra reikšmingas ($\#p < 0,05$). Lyginant sportuojančių ir nesportuojančių asmenų įtempto šlaunies keturgalvio raumens elastingumą nurodantį dekrementą prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo rasta (4 paveikslas).



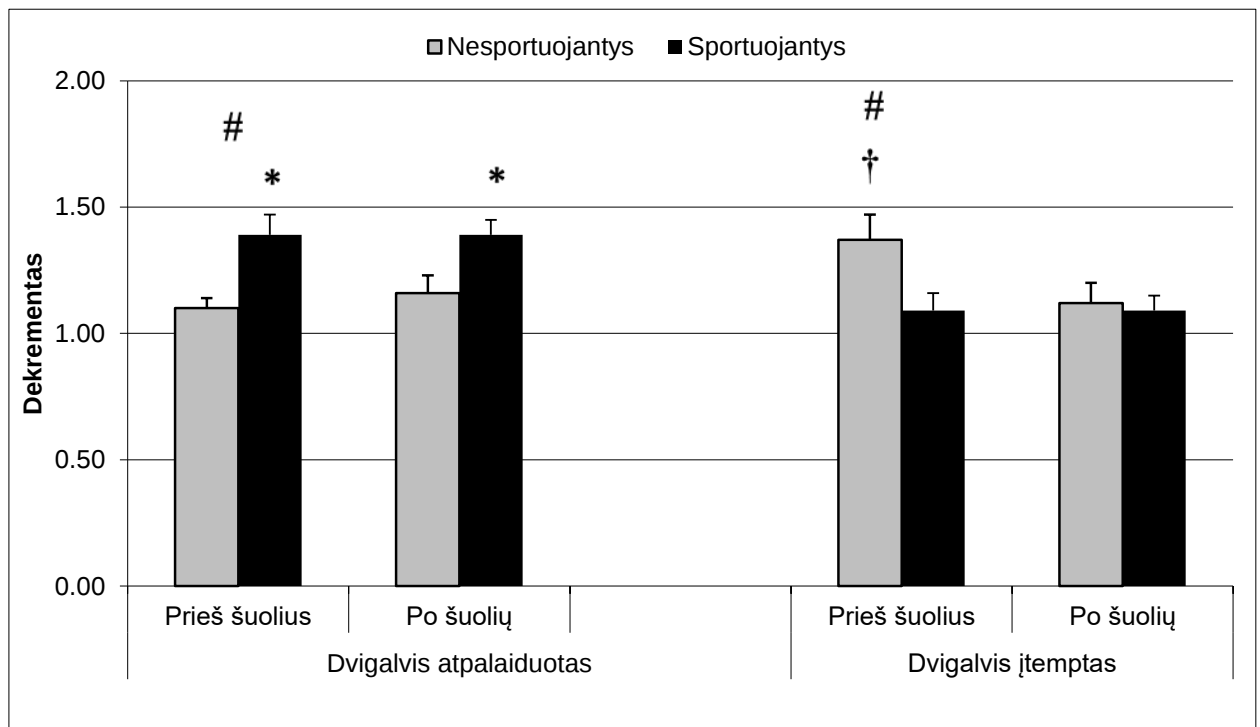
4 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto šlaunies keturgalvio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas, prieš ir po šuolių. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($†p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Paveiksle pateiktas atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančių asmenų šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantis dekrementas prieš šuolius nebuvo statistiškai reikšmingas. Lyginant tuos pačius duomenis po šuolių, statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas. Sportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas prieš šuolius buvo atitinkamai $1,39 \pm 0,08$ ir $1,09 \pm 0,07$ šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Lyginant tuos pačius duomenis po šuolių gauti rezultatai buvo $1,39 \pm 0,06$ ir $1,09 \pm 0,06$, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$).

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantį dydį dekrementą, prieš ir po šuolių statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas. Nesportuojančių asmenų įtempto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas prieš ir po šuolių buvo $1,37 \pm 0,10$ ir $1,12 \pm 0,08$, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($†p < 0,05$). Sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens

elastingumą nurodantis dydis dekrementas, prieš ir po šuolių nebuvo statistiškai reikšmingas. Lyginant tą patį rodiklį sportuojančių asmenų grupėje įtemptame raumenyje, statistiškai reikšmingas rodiklis taip pat nebuvo rastas.

Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas prieš šuolius buvo $1,16 \pm 0,07$ ir $1,39 \pm 0,06$, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas po šuolių nebuvo statistiškai reikšmingas. Lyginant nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantį dydį dekrementą prieš šuolius, gauti duomenys buvo $1,37 \pm 0,10$ ir $1,09 \pm 0,07$, šis skirtumas yra reikšmingas ($\#p < 0,05$). Lyginant tuos pačius duomenis po šuolių, statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo gautas (5 paveikslas).

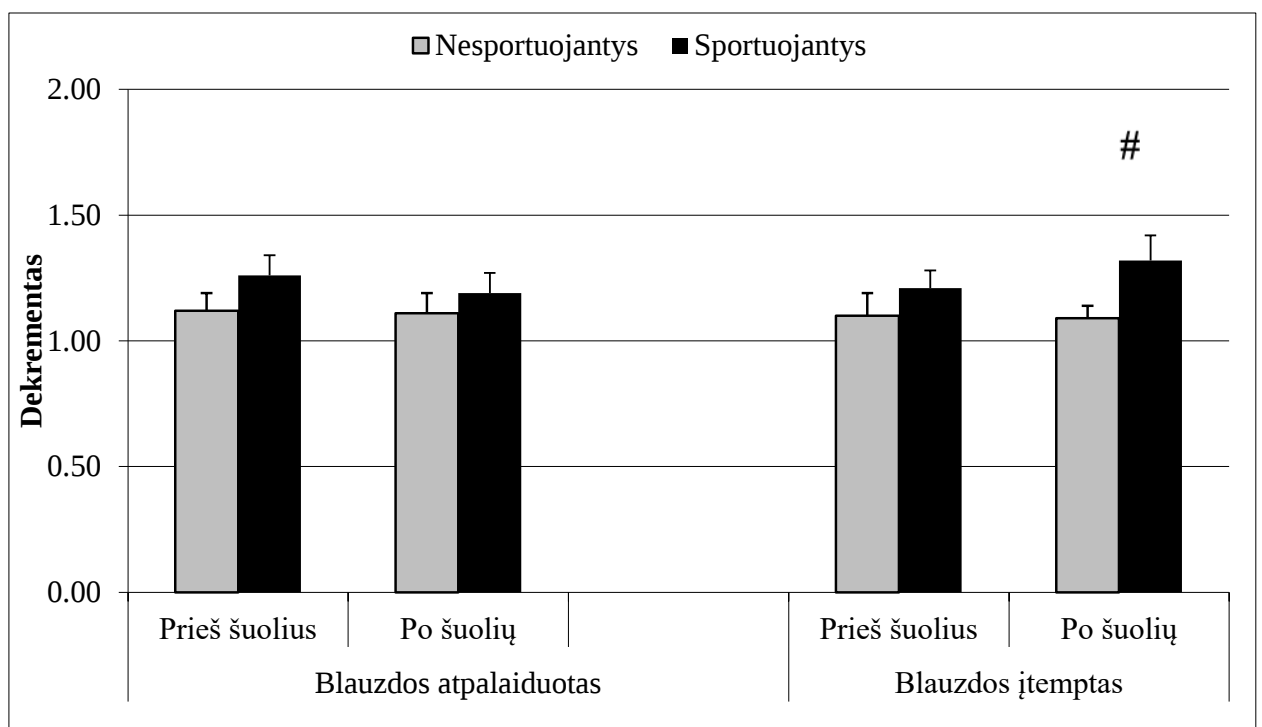


5 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas, prieš ir po šuolių. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($\dagger p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Paveiksle pateiktas nesportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens elastingumą nurodančio dydžio dekrementas statistiškai reikšmingų skirtumų neturėjo nei prieš šuolius, nei po jų. Sportuojančių asmenų grupėje, lyginant tuos pačius duomenis, statistiškai reikšmingi skirtumai taip pat nebuvo rasti nei prieš šuolius, nei po jų.

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto arba įtempto blauzdos dvilypio elastingumą nusakantį dydį dekrementą prieš ir po šuolių neradome statistiškai reikšmingo skirtumo. Lyginant tuos pačius rodiklius sportuojančių asmenų grupėje, statistiškai reikšmingi skirtumai taip pat nebuvo gauti.

Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens elastingumą nusakantis dydis dekrementas prieš šuolius neturėjo statistiškai reikšmingo skirtumo. Lyginant tuos pačius rodiklius po šuolio, statistiškai reikšmingas skirtumas taip pat nebuvo rastas. Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto blauzdos dvilypio raumens elastingumą nusakantis dydis dekrementas prieš šuolius nebuvo statistiškai reikšmingas. Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto blauzdos dvilypio raumens elastingumą nusakantis dydis dekrementas po šuolių buvo atitinkamai $1,09 \pm 0,05$ ir $1,32 \pm 0,10$, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$) (6 paveikslas).

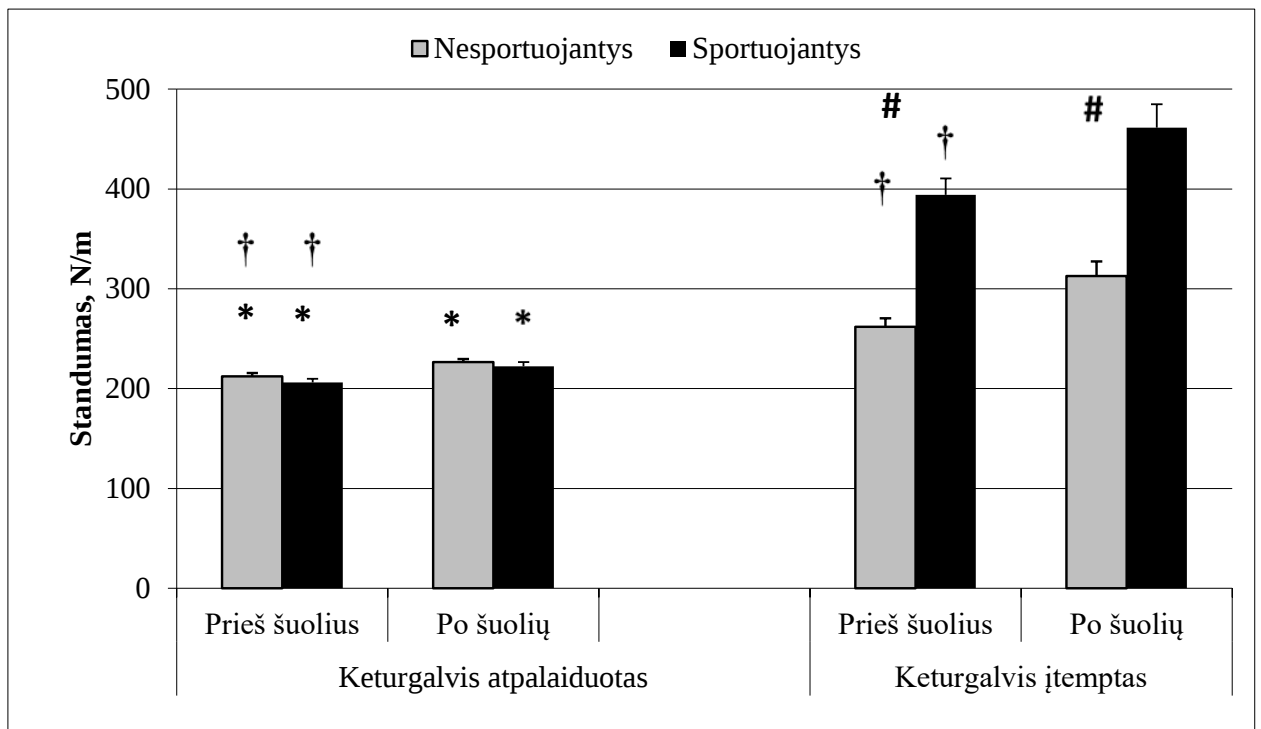


6 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens elastingumą nurodantis dydis dekrementas, prieš ir po šuolių. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Paveiksle pateikto atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančių asmenų šlaunies keturgalvio raumens standumas prieš šuolius yra atitinkamai $212,2 \pm 3,3$ N/m ir $261,8 \pm 8,5$ N/m ir šis skirtumas yra reikšmingas ($*p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto šlaunies keturgalvio raumens standumas po šuolių yra $226,5 \pm 3,2$ N/m ir $312,7 \pm 14,6$ N/m ir šis skirtumas yra reikšmingas ($*p < 0,05$). Sportuojančių asmenų įtempto ir atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš šuolius buvo $206,1 \pm 3,6$ N/m ir $394 \pm 16,7$ N/m ir šis skirtumas yra reikšmingas ($*p < 0,05$). Sportuojančių asmenų įtempto ir atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens standumas po šuolių buvo atitinkamai $222,4 \pm 4,2$ N/m ir $461,5 \pm 23,5$ N/m ir šis skirtumas yra reikšmingas ($*p < 0,05$).

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens standumą prieš ir po šuolių gauti duomenys yra atitinkamai $212,2 \pm 3,3$ N/m ir $226,5 \pm 3,2$ N/m, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų įtempto šlaunies keturgalvio raumens standumas prieš ir po šuolių yra $261,8 \pm 8,5$ N/m ir $312,7 \pm 14,6$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$). Sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies keturgalvio standumas prieš ir po šuolių yra $206,1 \pm 3,6$ N/m ir $222,4 \pm 4,2$ N/m, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$). Sportuojančių asmenų įtempto šlaunies keturgalvio raumens standumas prieš ir po šuolių yra $394 \pm 16,7$ N/m ir $461,5 \pm 23,5$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$).

Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens standumas prieš šuolius nebuvo statistiškai reikšmingas. Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies keturgalvio raumens standumas po šuolių neturėjo statistiškai reikšmingo skirtumo. Lyginant sportuojančių ir nesportuojančių asmenų įtempto šlaunies keturgalvio raumens standumą prieš šuolius, gauti duomenys buvo $261,8 \pm 8,5$ N/m ir $394 \pm 16,7$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Sportuojančių ir nesportuojančių asmenų įtempto šlaunies keturgalvio raumens standumas po šuolių buvo atitinkamai $312,7 \pm 14,6$ N/m ir $461,5 \pm 23,5$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$) (7 paveikslas).



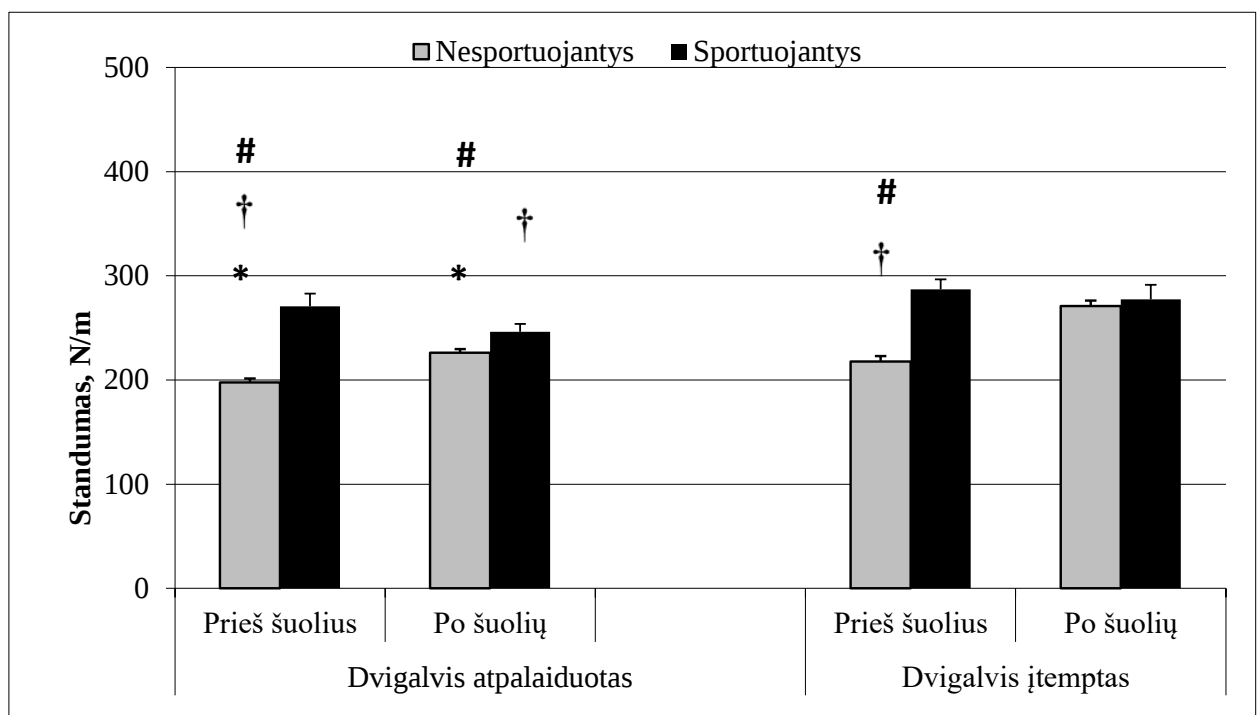
7 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto šlaunies keturgalvio raumens standumas, prieš ir po šuolių. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($†p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Paveiksle pateikiamas atpalaiduoto ir įtempto nesportuojančių asmenų šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš šuolius yra atitinkamai $197,6 \pm 3,7$ N/m ir $217,7 \pm 5,3$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas po šuolių yra $226,2 \pm 3,3$ N/m ir $271,1 \pm 5,2$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Sportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš šuolius nebuvo statistiškai reikšmingas. Sportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas po šuolių taip pat nebuvo statistiškai reikšmingas.

Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens standumą prieš ir po šuolių, gauti rezultatai buvo atitinkamai $197,6 \pm 3,7$ N/m ir $226,2 \pm 3,3$ N/m ir šis skirtumas yra reikšmingas ($†p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš ir po šuolių buvo $217,7 \pm 5,3$ N/m ir $271,1 \pm 5,2$ N/m, šis skirtumas yra statistiškai

reikšmingas ($\dagger p < 0,05$). Sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš ir po šuolių yra atitinkamai $270,8 \pm 12$ N/m ir $246,1 \pm 7,7$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$). Sportuojančių asmenų įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš ir po šuolių neturėjo statistiškai reikšmingo skirtumo.

Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš šuolius buvo $197,6 \pm 3,7$ N/m ir $270,8 \pm 12$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens standumas po šuolių buvo $226,2 \pm 3,3$ N/m ir $246,1 \pm 7,7$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas prieš šuolius buvo atitinkamai $217,7 \pm 5,3$ N/m ir $286,9 \pm 9,8$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas po šuolių neturėjo statistiškai reikšmingo skirtumo (8 paveikslas).

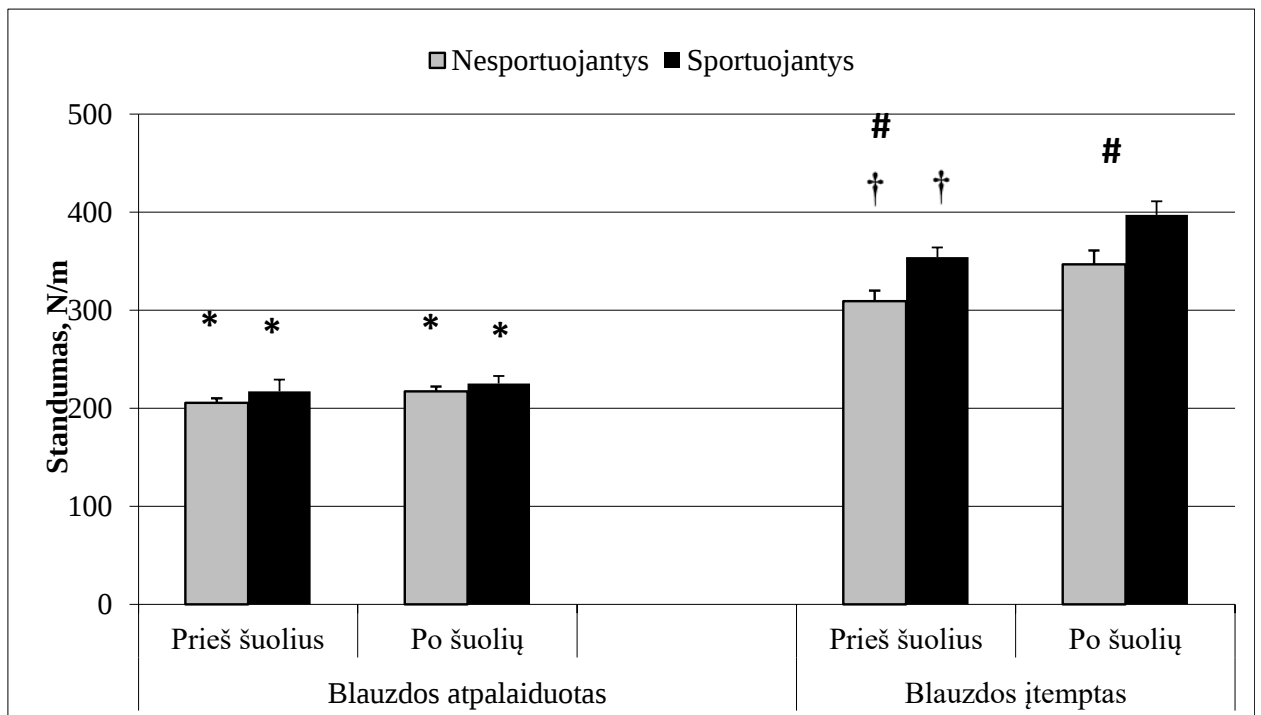


8 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto šlaunies dvigalvio raumens standumas, prieš ir po šuolių. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($\dagger p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Paveiksle pateikiamas nesportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas prieš šuolius yra atitinkamai $205,5 \pm 4,5$ N/m ir $309,2 \pm 10,8$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas po šuolių yra $217,1 \pm 5,1$ N/m ir $346,9 \pm 14,1$ N/m, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Sportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas prieš šuolius yra $217,2 \pm 7,8$ N/m ir $354,2 \pm 15,7$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$). Sportuojančių asmenų atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas po šuolių yra $225,3 \pm 7$ N/m ir $397,2 \pm 13,4$ N/m, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$).

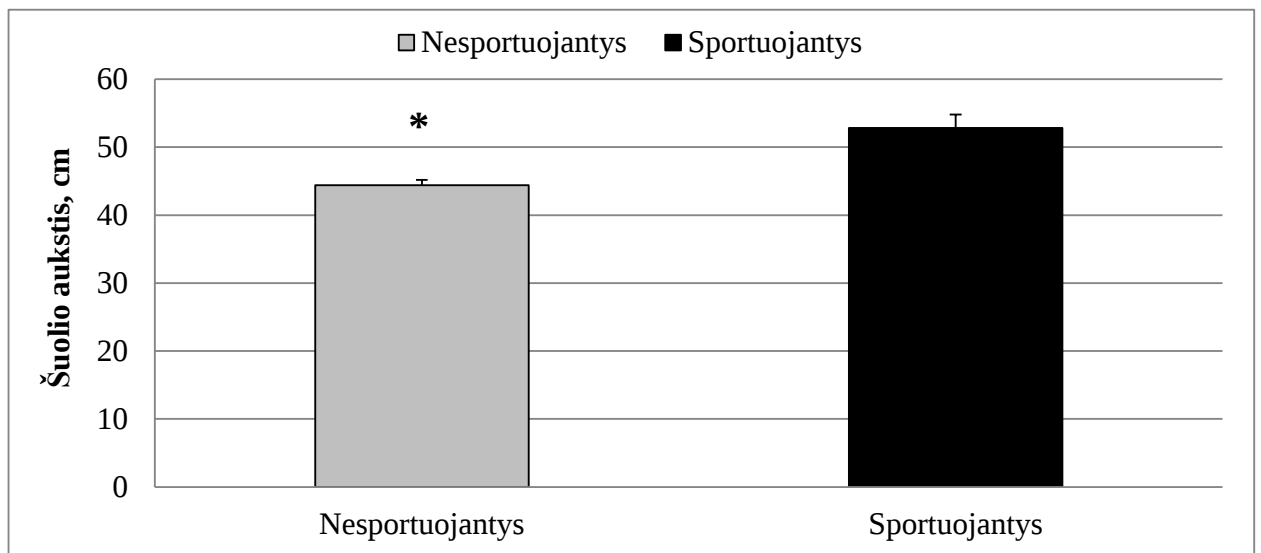
Lyginant nesportuojančių asmenų atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens standumą prieš ir po šuolių, statistiškai reikšmingo skirtumo neradome. Nesportuojančių asmenų įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas prieš ir po šuolių yra atitinkamai $309,2 \pm 10,8$ N/m ir $346,9 \pm 14,1$ N/m, šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$). Lyginant sportuojančių asmenų atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens standumą prieš ir po šuolių statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas. Sportuojančių asmenų įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas prieš ir po šuolių yra atitinkamai $354,2 \pm 15,7$ N/m ir $397,2 \pm 13,4$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\dagger p < 0,05$).

Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens standumas prieš šuolius neturėjo statistiškai reikšmingo skirtumo. Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens standumas po šuolių neturėjo statistiškai reikšmingo skirtumo. Lyginant nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto blauzdos dvilypio raumens standumą prieš šuolius, gauti duomenys buvo $309,2 \pm 10,8$ N/m ir $354,2 \pm 15,7$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$). Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas po šuolių buvo atitinkamai $346,9 \pm 14,1$ N/m ir $397,2 \pm 13,4$ N/m ir šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($\#p < 0,05$) (9 paveikslas).



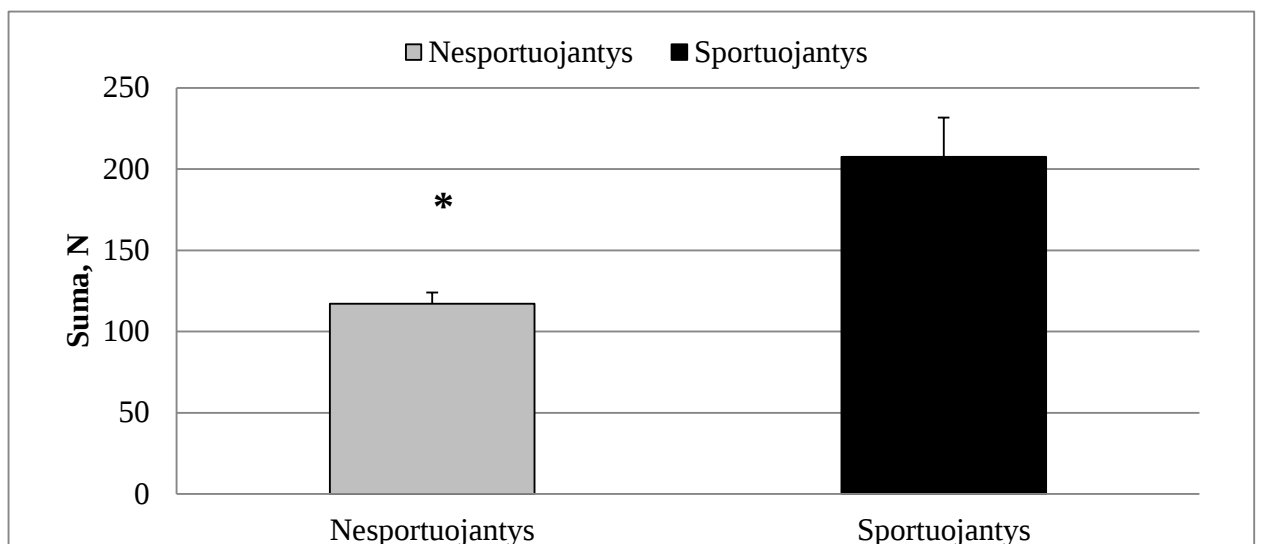
9 pav. Sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių atpalaiduoto ir įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas, prieš ir po šuolių. *- statistiškai reikšmingas skirtumas ($*p < 0,05$) tarp atpalaiduoto ir įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. †- statistiškai reikšmingas skirtumas ($†p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens toje pačioje tiriamoje grupėje. # - statistiškai reikšmingas skirtumas ($\#p < 0,05$) tarp atpalaiduoto arba įtempto raumens tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Paveiksle pateikiama nesportuojančių ir sportuojančių asmenų maksimalaus vertikalaus šuolio vidurkis. Nesportuojančių asmenų maksimalaus vertikalaus šuolio vidurkis buvo $44,4 \pm 0,8$ cm. Sportuojančių asmenų maksimalaus vertikalaus šuolio vidurkis buvo $52,8 \pm 2$ cm. Skirtumas tarp sportuojančių ir nesportuojančių asmenų maksimalaus vertikalaus šuolio vidurkių yra statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$) (10 paveikslas).



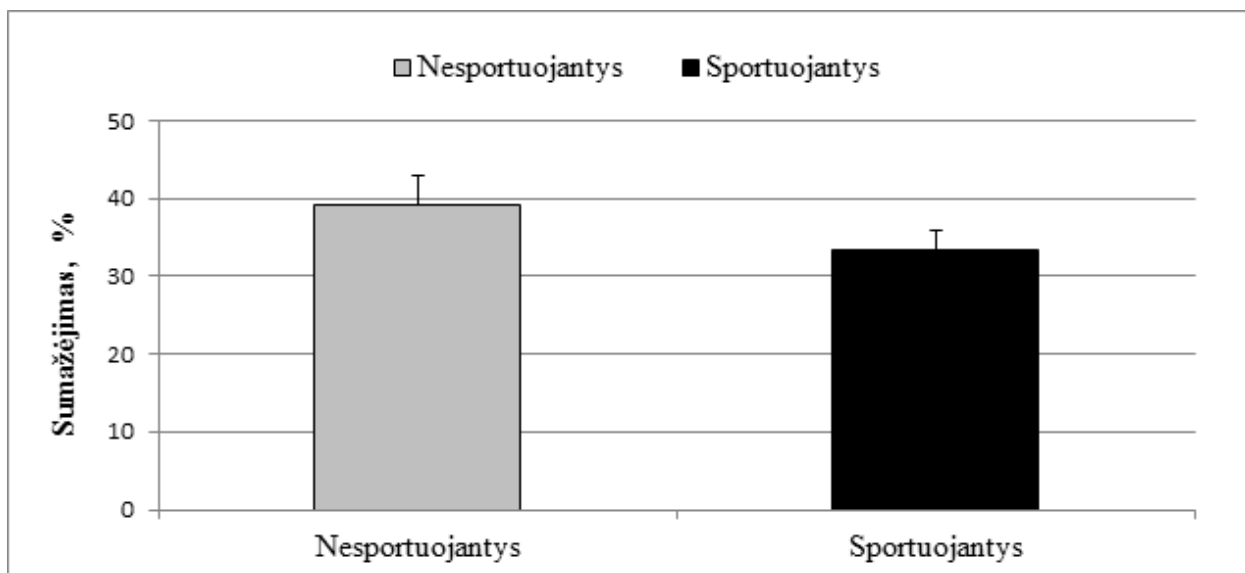
10 pav. Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų vertikalių maksimalių šuolių vidurkiai

Paveiksle pateikiama nesportuojančių ir sportuojančių asmenų 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių jėgos suma. Nesportuojančių asmenų 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių jėgos suma buvo $117,2 \pm 6,8$ N. Sportuojančių asmenų 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių jėgos suma buvo $207,6 \pm 24,1$ N. Skirtumas tarp sportuojančių ir nesportuojančių tiriamųjų grupių buvo statistiškai reikšmingas ($*p < 0,05$) (11 paveikslas).



11 pav. Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių jėgos suma

Paveiksle matome portuojančių ir nesportuojančių asmenų 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių sumažėjimą išreikšta procentais. Nesportuojančių asmenų procentalus šuolių sumažėjimas buvo $39,3 \pm 3,6$ % nežymiai didesnis nei sportuojančių $33,3 \pm 2,6$ %, todėl statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas (12 paveikslas).



12 pav. Nesportuojančių ir sportuojančių asmenų 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių procentinis sumažėjimas.

REZULTATŲ APTARIMAS

Po trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serijos taikymo savo tiriamajame darbe nustatėme, kad šlaunies keturgalvio raumens virpesių dažnis statistiškai reikšmingai padidėjo tik įtemptame raumenyje pas nesportuojančius asmenis ($p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų šlaunies keturgalvio raumens virpesių dažniui atpalaiduotame raumenyje, taikytas fizinis krūvis neturėjo jokios įtakos. Lyginant trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serijos įtaką sportuojančių asmenų šlaunies keturgalvio raumens virpesių dažniui tiek atpalaiduotam, tiek įtemptam raumeniui jokio statistiškai reikšmingo padidėjimo ar sumažėjimo nebuvo rasta. ($p > 0,05$). Gauti rezultatai skyrėsi su literatūroje minėto autoriaus atliktu tyrimu kuriame stovint ant nestabilios platformos sukuriamą blauzdos raumenų įtampa turėjo statistiškai reikšmingai didesnę virpesių dažnį nei atpalaiduoti blauzdos raumenys (Vain, Kums, Erelina, Paasuke & Gapeyeva, 2015). Taip galėjo nutikti dėl skirtingo pobūdžio taikyto fizinio krūvio.

Po tyrimo kuriame buvo taikoma trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serija, nustatėme, kad šlaunies dvigalvio raumens virpesių dažnis po fizinio krūvio nesportuojančių asmenų grupėje padidėjo ir įtemptame ir atpalaiduotame raumenyje. Statistiškai reikšmingas skirtumas buvo rastas ($p < 0,05$). Sportuojančių asmenų grupėje taikoma trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serija šlaunies dvigalvio raumens virpesių dažniui statistiškai reikšmingos įtakos nepadarė ($p > 0,05$).

Trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serijos taikymas savo darbe padėjo nustatyti, kad blauzdos dvilypio raumens virpesių dažnis įtemptame raumenyje po fizinio krūvio padidėjo. Gautas skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Taikytas fizinis krūvis neturėjo įtakos atpalaiduotam blauzdos raumeniui nesportuojančių asmenų grupėje ($p > 0,05$). Sportuojančių asmenų blauzdos dvilypio raumens virpesių dažniui įtakos taikyti fiziniai krūviai nepadarė ir statistiškai reikšmingas skirtumas nebuvo rastas nei įtemptame, nei atpalaiduotame raumenyje. ($p > 0,05$). Lyginant visų tirtų raumenų virpesių dažnio rodiklių pokyčius po fizinio krūvio su (Straubergaitė ir kt., 2011) tyrimo metu gautais rezultatais, negavome panašių rezultatų. Tačiau tyrimo metu gauti virpesių dažnio rodiklių pokyčiai blauzdos raumenyse buvo iš dalies panašūs su (Muckus ir kt., 2009) tyrimu kuriame nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp atpalaiduoto ir įtempto blauzdos raumens.

Po trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serijos taikymo savo tiriamajame darbe nustatėme, kad šlaunies keturgalvio elastingumą nusakantis dydis dekrementas statistiškai reikšmingai nepakito nei atpalaiduotame, nei įtemptame raumenyje

($p > 0,05$). Sportuojančių asmenų grupėje taikyta trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serija statistiškai reikšmingai sumažino atpalaiduoto šlaunies keturgalvio elastingumą nusakantį dydį dekrementą ($p < 0,05$). Įtemptam šlaunies keturgalviui statistiškai reikšmingos įtakos, taikyta trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serija nepadarė ($p > 0,05$).

Tyrimė taikyta trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serija statistiškai reikšmingai sumažino įtempto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nusakantį dydį dekrementą nesportuojančių asmenų grupėje ($p < 0,05$). Taikytas fizinis krūvis neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens elastingumą nusakančiam dydžiui dekrementui. Po tyrimė taikytų trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serijos išsiaiškinome, kad sportuojančių asmenų grupės šlaunies dvigalvio raumenų elastingumą nusakančio dydžio dekremento padidėjimo ar sumažėjimo neradome nei įtemptuose, nei atpalaiduotuose raumenyse ($p > 0,05$).

Tyrimė taikyta trisdešimties sekundžių maksimalių šuolių serija neturėjo jokios statistiškai reikšmingos įtakos įtemptam ir atpalaiduotam blauzdos dvilypio raumens elastingumą nusakančiam dydžiui dekrementui tarp nesportuojančių asmenų ($p > 0,05$). Taip pat jokios įtakos fizinis krūvis atpalaiduotam ir įtemptam blauzdos dvilypio raumens elastingumą nusakančiam dydžiui dekrementui neturėjo ir sportuojančių asmenų grupėje. Mūsų gauti duomenys iš dalies sutampa (Straubergaitė ir kt, 2011) tyrimo metu gautais duomenimis, kad raumens elastingumą nusakantis dydis dekrementas sumažėjo. Tačiau mūsų tyrimo rezultatai mažėjimą pastebėjo ne visuose raumenyse ir ne visose tiriamose grupėse.

Po trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serijos taikymo savo tiriamajame darbe nustatėme, kad šlaunies keturgalvio raumens standumas atpalaiduotame raumenyje statistiškai reikšmingai padidėjo nesportuojančių asmenų grupėje ($p < 0,05$). Nesportuojančių asmenų šlaunies keturgalvio raumens standumas įtemptame raumenyje po fizinio krūvio taip pat reikšmingai padidėjo ($p < 0,05$). Taikius trisdešimties sekundžių maksimalius vertikalius šuolius sportuojančių asmenų grupėje buvo nustatytas statistiškas raumens standumo padidėjimas atpalaiduotame raumenyje ($p < 0,05$). Taip pat statistiškai reikšmingas standumo padidėjimas po fizinio krūvio taikymo buvo nustatytas įtemptame šlaunies keturgalvio raumenyje ($p < 0,05$). Mūsų gauti tyrimo duomenys nesutampa su (Straubergaitė ir kt, 2011) tyrimo metu gautais rezultatais kuriuose teigiama, kad raumenų standumas po jojimo užsiėmimų sumažėjo. Rezultatai galėjo skirtis dėl taikyto kitokio pobūdžio fizinio krūvio.

Po trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serijos taikymo savo tiriamajame darbe nustatėme, kad nesportuojančių asmenų šlaunies dvigalvio standumas atpalaiduotame raumenyje statistiškai padidėjo ($p < 0,05$). Lyginant tuos pačius rodmenis įtemptame šlaunies raumenyje nesportuojančių asmenų grupėje, statistiškai reikšmingas padidėjimas taip pat buvo rastas ($p < 0,05$). Sportuojančių asmenų grupėje po taikytos trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serijos, nustatėme, kad atpalaiduoto šlaunies dvigalvio raumens standumas statistiškai sumažėjo ($p < 0,05$). Tačiau sportuojančių asmenų šlaunies dvigalvio raumens standumas įtemptame raumenyje statistiškai reikšmingai nepakito ($p > 0,05$). Gauti tyrimo rezultatai skyrėsi nuo (Straubergaitė ir kt., 2011) atlikto tyrimo kuriame teigiama, kad raumens standumas sumažėjo po jojimo užsiėmimų. Taip galėjo nutikti dėl taikyto kitokio tipo fizinio krūvio.

Taikant trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių seriją, savo tiriamajame darbe nustatėme, kad atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens standumas statistiškai reikšmingai nepakito ($p > 0,05$). Įtempto blauzdos dvilypio raumens standumas po taikytų trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serijos, statistiškai padidėjo ($p < 0,05$). (Muckus ir kt., 2009) atliktame tyrime įtempto blauzdos raumens standumas statistiškai reikšmingai padidėjo.

Sportuojančių asmenų atpalaiduoto blauzdos dvilypio raumens standumui statistiškai reikšmingo skirtumo taikyta trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serija nepadarė ($p > 0,05$). Taikyta trisdešimties sekundžių maksimalių vertikalių šuolių serija įtemptame raumenyje statistiškai reikšmingai padidino blauzdos dvilypio raumens standumą ($p < 0,05$). Lyginant tyrimo rezultatus su (Straubergaitė ir kt., 2011) atlikto tyrimo rezultatais, panašumų neradome.

IŠVADOS

1. Palyginus sportuojančių ir nesportuojančių asmenų grupių pasyviąsias mechanines raumens savybes, gauti rezultatai parodė, kad šios savybės skyrėsi.
2. Įvertinus 30 sekundžių maksimalių vertikalių šuolių krūvio įtaką pasyviosioms mechaninėms raumens savybėms tarp sportuojančių ir nesportuojančių asmenų, gauti tyrimo rezultatai parodė, kad šuoliai labiausiai įtakojo kojos keturgalvio ir blauzdos raumenis.
3. Palyginus sportuojančių ir nesportuojančių asmenų maksimalių vertikalių šuolių įtaką raumenų galingumo rodikliams, tyrimas parodė skirtumus.

Rekomendacijos

1. Norint labiau plėtoti šį tiriamąjį darbą, siulyčiau rinktis įvairesnes sporto šakas, kuriose labiau išsiskirtų dominuojančių raumenų pasyvosios mechaninės savybės.
2. Norint palengvinti tyrimo eigą, siulyčiau naudotis naujesnio modelio miotonometrais, kurie ne tik palengvintų tyrimą, bet ir gautų tikslesnius duomenis.

LITERATŪRA

1. Allen, D. G., Lamb, G. D., Westerblad, H. (2008) Impaired calcium release during fatigue. *Journal of applied physiology*, 104(1), 296 – 305.
2. Allen, D. G., Lamb, G. D., Westerblad, H. (2008) Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, 88(1), 287 – 332.
3. Cooke. R. (2007) Modulation of the actomyosin interaction during fatigue of skeletal muscle. *Muscle nerve*, 36(6), 756 – 777.
4. DeLuca, J. (2005). *Fatigue: as a window to the brain*. London: The MIT Press
5. Enoka, R. M., Duchateau J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *Journal of physiology*, 586(1), 11 – 23.
6. Fitts, R. H., Widrick, J.J. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological reviews*, 74(1), 49 – 94.
7. Fitts, R. H. (2008). The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of applied physiology* (104), 551 – 558.
8. Gapeyeva, H., Vain, A. (2008). Principles of applying myoton in physical medicine and rehabilitation, 4 – 5.
9. Green, H. J. (2004) Mechanisms and management of fatigue in health and disease: symposium introduction. *Canadian journal of applied physiology*, 29(3), 264 – 273.
10. Jones, D. A. (1996). High-and low-frequency fatigue revisited. *Acta Physiologica Scandinavica*, 156(3), 265 – 270.
11. Korhonen, R. K., Vain A., Vanninen, E., Viir, R., Jurvelin, J. S. (2005). Can mechanical myotonometry or electromyography be used for the prediction of intramuscular pressure? *Physiological Measurement* (26), 951–963.
12. Lieber, R. L. (2002) *Skeletal muscle structure, function and plasticity: The physiological basis of rehabilitation*. Baltimore: Lippincot Williams and Wilkins.
13. MacIntosh, B. R., Gardiner, P. F., McComas, A. J. (2006). *Skeletal muscle: Form and funtion*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
14. Mathiowetz., Haugen. (1995) *Evaluation of Motor Behavior: Traditional and Contemporary Views. Occupational Therapy for Physical Dysfunction*. Baltimore: Williams & Wilkins
15. Mockevičienė, D., Mikelkevičiūtė, J., Adomaitienė R. (2005) Vaikų motorinė raida [2017, 03, 20]. http://Motorine_raida.pdf
16. Muckus, K. (2006) *Biomechanikos pagrindai*. Kaunas: LKKA.

17. Muckus, K., Juodžbalienė, V., Kriščiukaitis, A., Pukėnas, K., Škikas, L. (2009). The gastrocnemius muscle stiffness and human balance stability, 6(80), 18-22.
<https://zurnalas.mechanika.ktu.lt/files/mech680/Muckus680.pdf>
18. Nordin, M., Frankel, V. H. (2001). Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
19. Pakula, A., Van Naarden Braun, K., Yeargin Allsopp, M. (2009). Cerebral palsy: classification and epidemiology. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America, 20 (3), 425-452.
20. Ping Ho Chung, B., Kam Kwan Cheng, B. (2010). Immediate effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in patients with spinal cord injury. Clinical Rehabilitation, 24 (3), 202–210.
21. Prasauskienė, A. (2011) Cerebrinis paralyžius: mediciniai, pedagoginiai ir socialiniai aspektai. Kaunas.
22. Roja, Z., Kalkis, V., Vain, A., Kalkis, H., Eglite, M. (2006). Assessment of skeletal muscle fatigue of road maintenance workers based on heart rate monitoring and myotonometry. Journal of Occupational Medicine and Toxicology 1(20), 1—9.
23. Rosenbaum P., Paneth N., Leviton A., Goldstein M., Bax M., Damiano, D., Dan, B., Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and clasification of cerebral palsy April 2006. Developmental medicine and child neurology. Supplement, 49 (109), 8-14.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17370477>
24. Sahlin, K., Tonkonogi, M., Soderlund, K. (1998) Energy supply and muscle fatigue in humans. Acta physiologica scandinavica 162(3), 261 – 266.
25. Sahlin, K. (2006) Metabolic factors in fatigue. Exercise metabolism. Eds. M. Hargreaves, L. Spriet. Champaign, IL. 163 – 186.
26. Sehwat, N., Marwaha, M., Basnal, K., Chopra, R. (2014). Cerebral palsy: a dental update. international journal clinical pediatric dentistry, 7(2), 109-118.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4212167/>
27. Straubergaitė, L., Berneckė, V., Muckus, K., Juodžbalienė, V. (2011) Jojimo poveikis vaikų tiesiamajo nugaros raumens pasyviosioms mechaninėms savybėms. Specialusis ugdymas 2(25), 143 – 144. http://straubergaite_berneckė_muckus_juodzbaliene_lt_doc.pdf
28. Smith, A.W., Jamshidi, M., Lo, S.K. (2002) Clinical measurement of muscle tone using a velocity – correct modified Ashworth scale. American journal of physical medicine & rehabilitation 81(3), 202–6.
29. Skurvydas, A. (2017) Judesių mokslas. Kaunas: UAB „Vitae Litera“.

30. Vain, A., Kums, T., Ereline, J., Paasuke, M., Gapeyeva, H. (2015) Gastrocnemius muscle tone, elasticity, and stiffness in association with postural control characteristics in young men. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* 64(4), 525 – 534.
31. Wyller, V. B. (2007) The chronic fatigue syndrome-an update. *Acta neurologica scandinavica Supplementum* (187), 7 – 14.