

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS
REABILITACIJOS, FIZINĖS IR SPORTO MEDICINOS KATEDRA

Tvirtinu:

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto
Reabilitacijos studijų programos komiteto
Pirmininkas prof. dr. A. Juocevičius

Data:

Rimantė Pacevičiūtė

**FECHTUOTOJŲ DOMINUOJANČIOS IR
NEDOMINUOJANČIOS PUSĖS PEČIŲ LANKO RAUMENŲ
JĖGOS, ILGIO IR MENTĖS PADĖTIES PALYGINAMOJI
ANALIZĖ**

REABILITACIJOS MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: lekt. dr. Inga Muntianaitė

Darbo priėmimo data:

Parašas

VILNIUS, 2016

DARBO ANOTACIJA

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Fechtuotojų dominuojančios ir nedominuojančios pusės pečių lanko raumenų jėgos, ilgio ir mentės padėties palyginamoji analizė“ atliktas 2015 m. – 2016 m. Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje bei Lietuvos fechtavimosi klubuose.

Darbo autorė: Rimantė Pacevičiūtė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos magistro programos II kurso studentė.

Darbo vadovė: lekt. dr. Inga Muntianaitė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Darbas apsvaistytas VU MF Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros posėdyje 2016 m. mėn. d., įvertintas teigiamai ir rekomenduotas viešam gynimui.

Darbo recenzantai:

1. Lekt. dr. Jurga Indriūnienė
2. Asist. Raimundas Venskaitis

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Fechtuotojų dominuojančios ir nedominuojančios pusės pečių lanko raumenų jėgos, ilgio ir mentės padėties palyginamoji analizė“ ginamas viešame Reabilitacijos magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos posėdyje, kuris įvyks 2016 m. birželio mėn. 2 d. 9 val. VUL SK Konferencijų salėje.

Su darbu galima susipažinti Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

TURINYS:

DARBO ANOTACIJA	2
SANTRAUKA.....	5
SUMMARY	7
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	9
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	10
1. ĮVADAS	11
2. LITERATŪROS APŽVALGA	13
2.1.Fechtavimosi ypatumai.....	13
2.2.Fechtuotojų patiriamos traumos.....	14
2.3.Pečių juostos struktūros išskirtinumas.....	15
2.4.Mentė ir jos funkcijos.....	16
2.4.1. Mentės kinematika ir jos pasikeitimo reikšmė.....	16
2.4.2. Mentės kinematikos pasikeitimo priežastys.....	18
2.5.Raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai.....	19
2.5.1. Žasto sukamųjų raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai.....	20
2.5.2. Mentės judesius atliekančių raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai.....	21
2.6.Mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas.....	23
2.7.Kinetinės grandinės įtaka pečių lanko funkcionavimui.....	24
3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA	27
3.1.Tyrimo organizavimas	27
3.2.Tyrimo metodika	28
4. TYRIMO REZULTATAI	31
4.1.Pečių lanko raumenų izometrinė jėgos analizė.....	31
4.1.1. Fechtuotojų pečių lanko raumenų izometrinė jėgos analizė.....	31
4.1.2. Kontrolinės grupės pečių lanko raumenų izometrinė jėgos analizė.....	33
4.1.3. Pečių lanko raumenų izometrinės jėgos palyginimas tarp grupių.....	35
4.2.Pečių lanko raumenų ilgio analizė.....	40
4.2.1. Fechtuotojų pečių lanko raumenų ilgio analizė.....	40
4.2.2. Kontrolinės grupės pečių lanko raumenų ilgio analizė.....	40
4.2.3. Pečių lanko raumenų ilgio palyginimas tarp grupių.....	41
4.3.Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės analizė.....	45
4.3.1. Fechtuotojų mentės viršutinio pasisukimo amplitudės analizė.....	45
4.3.2. Kontrolinės grupės mentės viršutinio pasisukimo amplitudės analizė.....	45

4.3.3. Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės palyginimas tarp grupių	46
4.4. Fechtuotojų pačių juostos raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos jėgos sąsajos	49
5. REZULTATŲ APTARIMAS	50
6. IŠVADOS	54
7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	56
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS	57

SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra
Reabilitacijos magistro programa

FECHTUOTOJŲ DOMINUOJANČIOS IR NEDOMINUOJANČIOS PUSĖS PEČIŲ LANKO RAUMENŲ JĖGOS, ILGIO IR MENTĖS PADĖTIES PALYGINAMOJI ANALIZĖ

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas

Darbo autorė: VU MF Reabilitacijos magistro programos II kurso studentė Rimantė Pacevičiūtė

Darbo vadovė: dr. Inga Muntianaitė, Vilniaus universitetas medicinos fakultetas Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Raktiniai žodžiai: fechtavimasis, pečių lanko raumenys, asimetrija, dominuojanti ir nedominuojanti pusė.

Fechtuotojams dėl asimetrinės sporto šakos padėties pasireiškia raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai. Pečių lanko raumenų jėgos ar ilgio skirtumai tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės gali lemti tos srities skausmus, sportinio rezultato sumažėjimą ar net traumas.

Darbo tikslas. Atlikti fechtuotojų dominuojančios ir nedominuojančios pusės pečių lanko raumenų jėgos, ilgio ir mentės padėtis palyginamąją analizę.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti ir palyginti fechtuotojų pečių lanko dominuojančios ir nedominuojančios pusės raumenų jėgą, ilgį bei mentės padėtį.
2. Palyginti fechtuotojų ir nesportuojančių asmenų pečių lanko raumenų jėgą, ilgį bei mentės padėtį.
3. Nustatyti fechtuotojų pečių lanko raumenų ir plaštakos izometrinės jėgos sąsajas.

Tyrimo metodai. Tyrime dalyvavo 31 Lietuvos fechtuotojas ir 30 sveikų nesportuojančių asmenų kontrolinė grupė.

Pečių lanko raumenų (didžiojo ir mažojo krūtinės raumens, priekinio dantytojo raumens, vidinį ir išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų, viršutinio, vidurinio ir apatinio trapecinio raumens)

izometrinė jėga buvo matuojama rankiniu dinamometru (*Lafayette manual muscle testing system, model 011065*). Mažojo krūtinės raumens ilgis vertinamas centimetrine juoste, o žasto sukamųjų raumenų ilgis – goniometru. Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės skirtingose žasto padėtyse matuojamos goniometru.

Tyrimo duomenų matematinė statistinė analizė atlikta naudojant „IBM SPSS Statistics 23.0“ statistinį paketą bei „Microsoft Excel 2010“ programą.

Rezultatai ir išvados. Fechtuotojų dominuojančios pusės didysis krūtinės raumuo $0,92 \pm 1,13$ kg mažasis krūtinės $0,62 \pm 1,42$ kg, priekinis dantytasis $0,67 \pm 0,87$ kg, vidinį žasto sukimą atliekantys raumenys $1,59 \pm 2,70$ kg, išorinį žasto sukimą atliekantys raumenys $0,56 \pm 1,50$ kg ir apatinis trapecinis raumuo $0,53 \pm 0,63$ kg statistiškai reikšmingai stipresni, nei nedominuojančios pusės ($p < 0,05$). Fechtuotojų dominuojančioje pusėje mažasis krūtinės raumuo $0,77 \pm 0,89$ cm trumpesnis nei nedominuojančioje, kaip ir išorinį žasto sukimą atliekantys raumenys, kurie statistiškai reikšmingai $7,74 \pm 6,69$ laipsniais trumpesni dominuojančioje pusėje ($p < 0,05$). Statistiškai reikšmingas skirtumas yra tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės mentės pasisukimo į viršų amplitudžių visose žasto atitraukimo padėtyse ($p < 0,05$), tačiau dominuojančios pusės mentės – žasto ritmas statistiškai reikšmingai nesiskiria nuo normos žastui esant atitrauktam 90 ir 180 laipsnių kampų. Rastas vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys tarp didžiojo krūtinės, priekinio dantytojo, išorinį ir vidinį žasto sukimą atliekančių, trapecinio raumens ir plaštakos raumenų izometrinės jėgos ($p < 0,05$). Statistiškai reikšmingas ryšys tarp mažojo krūtinės raumens ir plaštakos raumenų izometrinės jėgos nebuvo rastas ($p > 0,05$). Galima daryti išvadą, kad asimetrinė sporto šakos padėtis daro įtaką dominuojančios ir nedominuojančios pusės pečių juostos raumenų tarpusavio sąveikai.

SUMMARY

Vilnius University

Faculty of Medicine

Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine

Master of Rehabilitation Program

COMPARATIVE ANALYSIS OF FENCER'S DOMINANT AND NON-DOMINANT SHOULDER MUSCLES STRENGTH, LENGTH AND SCAPULA POSITION

The Author: Rimantė Pacevičiūtė

Academic advisor: dr. Inga Muntianaitė, Vilnius University Faculty of Medicine The Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine.

Keywords: fencing, shoulder muscles, bilateral asymmetry.

Fencing is an asymmetric sport that can cause shoulder muscles disbalance. Bilateral differences of muscle strength or length are related to shoulder pain, poorer sport performance and can even lead to trauma.

The aim of research work. To analyze differences between dominant and non-dominant shoulder muscle strength, length and scapula position of fencers.

Tasks of work:

1. To evaluate and compare dominant and non-dominant shoulder muscle strength, length and scapula position of fencers.
2. To compare fencer's and non-athletes shoulder muscles strength, length and scapula position.
3. To assess relations between shoulder muscles isometric strength and hand grip of fencers.

Materials and methods. The study involves 31 Lithuanian fencers and 30 healthy non-athletes.

Shoulder muscles (pectoralis major, pectoralis minor, serratus anterior, internal and external rotators, upper, middle and lower trapezius muscles) were assessed using hand held dynamometer (*Lafayette manual muscle testing system, model 011065*). Measurement of pectoralis minor muscle length was taken with tape measure. Humerus rotations and scapular upward rotation were measured by using goniometer.

Statistical analysis was performed using "IBM SPSS Statistics 20.0" and "Microsoft Excel

2010” statistical programs.

Results and conclusions. Dominant shoulder muscles are statistically stronger than non-dominant. Dominant side pectoralis major $0,92\pm 1,13$ kg, pectoralis minor – $0,62\pm 1,42$ kg, serratus anterior muscle – $0,67\pm 0,87$ kg, internal rotators - $1,59\pm 2,70$ kg, external rotators – $0,56\pm 1,50$ kg and lower trapezius – $0,53\pm 0,63$ kg are stronger than non-dominant side ($p<0.05$). Dominant pectoralis minor is $0,77\pm 0,89$ cm shorter than non-dominant, as well as external rotators, which are $7,74\pm 6,69$ degree shorter in dominant side ($p<0.05$). Statistically significant differences was found between dominant and non-dominant side scapula upward rotation in all humerus positions ($p<0.05$). However, dominant side scapula – humeral rhythm are no statistically different from the norm in 90 and 180 degree humerus abduction. It was found moderate correlations between pectoralis major, serratus anterior, internal and external rotators, trapezius muscles isometric strength and hand grip ($p<0.05$). There was no statistically significant correlation between pectoralis minor muscle strength and hand grip ($p>0.05$). To conclude, asymmetric fencing position can influence bilateral shoulder muscles dysfunction.

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika	31
2 lentelė. Fechtuotojų pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp pusių. ..	32
3 lentelė. Fechtuotojų pečių juostos raumenų izometrinės jėgos santykio įvertinimas.	33
4 lentelė. Kontrolinės grupės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp pusių.	34
5 lentelė. Kontrolinės grupės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos santykio įvertinimas	35
6 lentelė. Raumenų izometrinės jėgos skirtumo tarp stipresnės ir silpnesnės pusės palyginimas tarp grupių.	38
7 lentelė. Nedominuojančios pusės izometrinės raumenų jėgos santykio palyginimas tarp grupių..	39
8 lentelė. Dominuojančios pusės izometrinės raumenų jėgos santykio palyginimas tarp grupių	39
9 lentelė. Fechtuotojų grupės raumenų ilgio palyginimas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės.....	40
10 lentelė. Kontrolinės grupės raumenų ilgio palyginimas tarp pusių	41
11 lentelė. Raumenų ilgio skirtumų tarp pusių, vertinant tarp ilgesnių ir trumpesnių raumenų, palyginimas tarp grupių.....	44
12 lentelė. Fechtuotojų grupės mentės viršutinio pasisukimo amplitudžių, žastui esant skirtingose padėtyse, palyginimas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės.....	45
13 lentelė. Kontrolinės grupės mentės viršutinio pasisukimo amplitudžių, žastui esant skirtingose padėtyse, palyginimas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės.....	46
14 lentelė. Mentės pasisukimo aukštyn amplitudžių skirtumo tarp pusių palyginimas tarp grupių..	48
15 lentelė. Fechtuotojų pečių juostos raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos izometrinės jėgos tarpusavio ryšys.	49

DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Nedominuojančio pusės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp grupių	36
2 pav. Dominuojančio pusės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp grupių	37
3 pav. Vidinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgio palyginimas tarp grupių.....	42
4 pav. Išorinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgio palyginimas tarp grupių	43
5 pav. Mažojo krūtinės raumens ilgio palyginimas tarp grupių	44
6 pav. Nedominuojančios pusės mentės – žasto ritmo rodiklių palyginimas tarp grupių.....	47
7 pav. Dominuojančios pusės mentės – žasto ritmo rodiklių palyginimas tarp grupių	3

1. ĮVADAS

Fechtavimas yra sporto šaka, kurioje naudojama tik viena ranka, o judėjimas vyksta asimetrinėje padėtyje. Tokia sporto specifika gali daryti neigiamą įtaką normaliam kūno funkcionavimui. Nors fechtavimas viena iš saugiausių sporto šakų, tačiau 39,7% traumų šioje sporto šakoje įvyksta dėl pasikartojančių judesių ir didelės vienpusės apkrovos raumenims [1]. Dėl pasikartojančių judesių raumenys yra linkę įsitempti ir sutrumpėti, dėl ko atsiranda asimetrija ne tik tarp antagonistinių raumenų, bet ir tarp kairės bei dešinės kūno pusės. Tai gali lemti raumenų, sąnarių, raiščių, kaulų pakitimus bei kinetinės grandinės sutrikimus [2].

Peties sąnarys ir visa pečių juosta yra labiausiai pažeidžiama struktūra sporto šakose, kuriose veiksmai atliekami pakeltomis rankomis, pvz.: metant ar mušant kamuolį, žaidžiant raketėmis ar plaukiant. Peties sąnarys nėra labai stabilus dėl nedidelio sąnariinių paviršių kontaktavimo ploto, tačiau sąnario stabilumą atliekant judesius visose plokštumose padeda palaikyti raiščiai, kapsulė bei raumenys. Rotatorių manžetės raumenys ir yra pagrindinė struktūra palaikanti peties sąnario stabilumą, tačiau atliekant judesius rankomis svarbią stabilizacinę funkciją atlieka ir aplink mentę išsidėstę raumenys. Kokybiškas peties sąnario funkcionavimas negalimas be tinkamos minėtų raumenų kontrolės ir veiklos. Dėl per daug įtemptų pečių juostos raumenų pakinta mentės padėtis, ji praranda savo funkciją ir tai pirmiausiai lemia blogesnį sportinį rezultatą, o vėliau dėl perkrovos ir traumų. Pagrindinės sportininkų pečių traumos – tai mentės funkcijos sutrikimas, peties ankštumo sindromas ar raiščių plyšimai [3].

Vis daugiau mokslininkų žmogaus organizmą pradeda vertinti kaip visumą ir supranta, kad kiekvienas judesys ir raumens susitraukimas nevyksta izoliuotai. Įrodyta, kad kūne raumenys išsidėstę ir sujungti fascijomis taip, jog per visą kūną sudaro kinetines grandines. Tai reiškia, kad grandinėje, kuri tęsiasi nuo kojų pirštų galiukų iki galvos, pajudinus vieną dalį, kita dalis taip pat yra suaktyvinama [4]. Įrodyta, jog biomechanškai sportiniai veiksmai įvairiose sporto šakose, kurių tikslas – sugeneruoti kuo didesnę jėgą distaliniuose segmentuose, prasideda nuo klubų bei liemens ir energija progresiniu būdu kinetinėmis grandinėmis perduodama pečiams, alkūnei, riešui [5]. Taip pat yra ir su pažeidimais – pažeidus vieną dalį, kita grandinės dalis taip pat jau pasekmes ar bandys kompensuoti trūkumą [4]. Sutrikus proksimaliai esančių struktūrų funkcijai, energija į distalinius segmentus nebus perduota kokybiškai. Be to, distaliniai segmentai stengsis kompensuoti proksimalinių segmentų funkcijos sutrikimą siekdami išlaiyti tinkamą judėjimo funkciją, ypač atliekant sportinius veiksmus [6,7]. Tokie kinetinės grandinės sutrikimai dažnai pasitaiko sportininkams, kurie sportinėje veikloje atlieka pakartotinius judesius rankomis. Pavyzdžiui, esant pertemptiems mentę stabilizuojantiems raumenims, pakinta mentės padėtis ir pasireiškia mentės

funkcijos sutrikimas, dėl kurio jėga nėra efektyviai perduodama į distalines rankos struktūras ir pakinta normali pečių lanko struktūrų kinematika, o tai gali lemti traumas [8].

Aktualumas. Sporte siekiant kuo aukštesnių rezultatų būtina įvertinti kuo daugiau elementų, galinčių daryti įtaką tiek sportiniam pasirodymui, tiek ir sportininko sveikatai. Kadangi fechtuojantis traumas dažniausiai pasireiškia per ilgą laiką dėl pasikartojančių judesių, svarbu įvertinti ar pasireiškia simptomai, galintys nulemti traumos atsiradimą. Tai laiku nustatčius galima imtis korekcinų priemonių ir išvengti pažeidimų.

Naujumas. Literatūroje nėra aprašytų tyrimų, vertinančių fechtuotojų pečių lanko dominuojančios ir nedominuojančios pusės asimetrinius rodiklius bei sąsajas tarp pečių lanko raumenų ir plaštakos izometrinės jėgos.

Praktinė reikšmė. Tyrime buvo įvertinta fechtuotojų pečių lanko struktūrų funkcija. Naudoti tyrimo metodai atskleidė reikšmingus skirtumus ir gali būti naudojami ateityje atliekant tyrimus, taip pat ir praktikoje dirbant su sportininkais. Be to, nustatčius fechtuotojų pečių juostos funkcijų sutrikimus galima parengti praktines rekomendacijas jų korekcijai.

Tyrimo tikslas: Atlikti fechtuotojų dominuojančios ir nedominuojančios pusės pečių lanko raumenų jėgos, ilgio ir mentės padėtis palyginamąją analizę.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti ir palyginti fechtuotojų pečių lanko dominuojančios ir nedominuojančios pusės raumenų jėgą, ilgį bei mentės padėtį.
2. Palyginti fechtuotojų ir nesportuojančių asmenų pečių lanko raumenų jėgą, ilgį bei mentės padėtį.
3. Nustatyti fechtuotojų pečių lanko raumenų ir plaštakos izometrinės jėgos sąsajas.

Hipotezė: Fechtuotojų pečių lanko raumenų jėga, ilgis ir mentės padėtis tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės skiriasi labiau nei nesportuojančių asmenų. Fechtuotojų plaštakos jėga yra tieiogiai susijusi su pečių lanko raumenų izometrine jėga.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Fechtavimosi ypatumai

Fechtavimas yra nekontaktinė sporto šaka, reikalaujanti daug skirtingų fizinių ir psichologinių įgūdžių. Fechtavimosi sporto šaka neturi amžiaus limitu. Yra manoma, kad efektyviausiai neuromotorinis mokymasis vyksta vaikams nuo 6 iki 12 metų, šio amžiaus vaikai greičiausiai perpranta techninius veiksmus, lengvai vystomi jų koordinaciniai ir taktiniai gebėjimai. Pirmosiose varžybose vaikai pradeda dalyvauti būdami dešimties metų ir gali tęsti sportinę karjerą, kol pasiekia meistro kategoriją, katrai net virš šešiasdešimties metų. Tyrimo duomenimis tarptautinio lygio Italijos fechtuotojų rinktinę sudarė sportininkai, kurių fechtavimo stažas vidutiniškai siekė 8,5 metus. Sidnėjaus olimpinėse žaidynėse dalyvavusių italų fechtuotojų amžiaus vidurkis buvo $29,1 \pm 4,6$. O pasaulio čempionatų aštuonių finalininkų špagininkų vyrų amžiaus vidurkis – $27,7 \pm 6,8$, o moterų – $26,8 \pm 5,8$ [1]. Fechtuotojai turi gerai išvystyti skirtingus energetinius mechanizmus, nes kovoje viena ataka vidutiniškai trunka 15 sekundžių. Tai laikas, kuomet vyrauja anaerobiniai energijos gamybos mechanizmai, tačiau visos tarptautinės varžybos gali trukti iki 10 valandų, dėl to būtini ir gerai išvystyti aerobiniai mechanizmai. Viena kova iki 5 dūrių trunka 3 minutes, tuomet aerobiniai ir anaerobiniai energetiniai mechanizmai pasidalina apylygiai, o kova iki 15 dūrių trunka 9 minutes ir aerobiniai mechanizmai pradeda vyrauti anaerobinių atžvilgiu [9]. Fechtuotojai turi turėti gerai išvystytas įvairias fizines ypatybes, tokias kaip lankstumas, greitumas, koordinacija, gera reakcija ir kt. Nustatyta, jog labiau patyrę fechtuotojai naudoja mažiau jėgos, kad įdurtų dūrį, tačiau yra greitesni ir labiau koordinuoti [1]. Taip pat norint atlikti kuo efektyvesnę veiksmą svarbi ir fechtavimo stovėseną, kuo žemesnė sportininko stovėseną, tuo greitesnį ir galingesnį įtūpstą jis gali atlikti [10]. Fechtavimesi labai svarbi ne tik tarpraumeninė koordinacija atliekant smulkius judesius rankomis, bet ir viso kūno raumenų koordinacija, nes fechtuojantis subalansuotai dirba visas kūnas. Įvertinus fechtavimo dūrio su įtūpstu biomechaniką nustatyta, kad judesys pradedamas ranka: pirmiausiai aktyvuojasi priekinė deltinio raumens dalis, vėliau - žasto trigalvis bei podyglinis raumenys [11]. Prasidėjus rankos judesiui aktyvuojasi nedominuojančios kojos keturgalvis raumuo, po to seka dominuojančios kojos keturgalvio ir dvigalvio raumenų aktyvacija. Tokia seka atliekamas judesys yra greičiausias ir aktyviausias, nors pastebima, kad atliekant tyrimą tuomet, kai situacija yra artima tikrai kovai, raumenų aktyvacijos skirtumai tampa labai nežymūs ir visi raumenys įsijungia vienu metu, tai taip pat priklauso ir nuo sportininko profesionalumo [12].

Apibendrinus, fechtavimosi yra specifinė sporto šaka, reikalaujanti ypatingo techninio ir taktinio pasirengimo bei skirtingų fizinių ypatybių, tokių kaip ištvermė, greitumas, lankstumas ir

kitos. Nepaisant to, šia sporto šaka gali užsiimti įvairaus amžiaus žmonės ir sportininkų karjera gali trukti ilgą laiką.

2.2. Fechtuotojų patiriamos traumos

Nors fechtuotojai kovoja naudodami ginklus, pagal atliktą tyrimą, kuriame buvo vertinamas skirtingų sporto šakų traumatizmas, fechtavimas yra viena iš saugiausių sporto šakų traumų atžvilgiu. Fechtuotojai per treniruotes ir varžybas patiria mažiau traumų nei plaukikai, krepšininkai, tenisininkai, badmintoninkai ir daugelis kitų [13]. Tačiau ir šioje sporto šakoje pasitaiko traumų. Išskiriama, kad pagrindinės patiriamos traumos yra raumenų ir raiščių patempimai. Fechtuotojai traumas dažnai patiria dėl dažnai pasikartojančių judesių ir per didelės apkrovos asimetrinėje padėtyje [14]. Dėl asimetrinės kūno padėties, kuomet kojos yra atitrauktos ir sulenktos per kelis sąnarius 20–30 laipsnių ir ginklą laiko dominuojanti ranka, atsiranda galūnių apimties asimetrija [1]. Nors stebima raumenų apimties asimetrija, tačiau blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų statinės jėgos skirtumų tarp galūnių mokslininkai neįrodė. Tuo tarpu dėl dinaminės jėgos skirtumų mokslininkai turi skirtingas nuomones - vieni pastebėjo reikšmingus skirtumus [15], kiti jų nepastebėjo [9]. Dažniausiai traumas patiriamos dėl asimetrinę apkrovą gavusių pertemptų raumenų, netaikomų atsigavimo priemonių po sunkių treniruočių ar ilgai trunkančių varžybų, dėl per mažo apšilimo prieš sportinę veiklą bei dėl netinkamos technikos. Dažniausiai fechtuotojų pažeidžiamos sritys yra kelių ir čiurnų sąnariai, dėl didelės apkrovos atliekant pakartotinius įtūpstus, dominuojančios pusės peties ir alkūnės sąnariai dėl monotoniškai atliekamų dūrių ir gynybinių judesių bei apatinė nugaros dalis dėl asimetrinės fechtavimosi padėties. Dėl asimetrinės veiklos, kuomet daugiau apkrovos gauna tik viena pusė, ypač viršutinė galūnė, gali atsirasti laikysenos pakitimai, nugaros skausmai bei peties sąnario pažeidimai [14].

Reziumuojant galima teigti, kad nors fechtavimas nėra labai traumuojanti sporto šaka, tačiau pažeidimų pasitaiko ir čia; dažniausiai jie atsiranda dėl pasikartojančių judesių asimetrinėje padėtyje. Dažniausiai pažeidžiamos sritys yra kelių ir čiurnų sąnariai, dominuojančios pusės peties ir alkūnės sąnariai bei apatinė nugaros dalis.

2.3. Pečių juostos struktūros išskirtinumas

Pečių juosta savo anatomine sandara ir biomechanika yra išskirtinė sritis. Peties sąnarys yra judriausias sąnarys visame žmogaus organizme, judesiai šiame sąnaryje gali būti atliekami visose plokštumose, tokiais plačios apimties judesiais nepasižymi joks kitas žmogaus kūno sąnarys.

Atliekant rankos judesius sinchroniškai dalyvauja trys tikrieji sąnariai, sujungiantys visą pečių juostą, t.y peties sąnarys, krūtinkaulinis raktikaulio sąnarys ir petinis raktikaulio sąnarys. Peties sąnario biomechanikos raktą sudaro keturi mažieji sukamieji raumenys: viršdyglinis, podyglinis, mažasis apvalusis ir pomentinis raumenys, taip pat deltinis raumuo. Mažieji sukamieji raumenys savo plačiais proksimaliniais galais iš visų pusių tvirtinasi prie mentės paviršiaus, o distaliai – sausgyslėmis glaudžiai suaugę su kapsule anatomicinio žastikaulio kaklo bei didžiojo ir mažojo gumburėlių srityje. Pagrindinė mažųjų sukamųjų raumenų funkcija yra spausti žastikaulio galvą į apačią, į mentės sąnarinę duobę, ir sugebėti sukti ją įvairiomis kryptimis, kai deltinis raumuo kelia ranką įvairiose plokštumose. Efektyvus sukamųjų peties raumenų darbas užtikrina dinaminį žasto stabilumą sąnarinėje duobėje atliekant įvairius funkcinis judesius. Dar viena, jau paminėta pačių juostos struktūra yra mentė. Tai yra kaip „tiltas“ tarp peties sąnario komplekso ir kaklinės bei krūtinės stuburo dalies. Mentė yra svarbus elementas, užtikrinantis mobilumą bei stabilumą kaklo-peties regione [1]. Biomechaninių tyrimų duomenimis, mentė suteikia geriausią stabilumo bazę žasto sukamiesiems raumenims tuomet, kai ji yra pritraukta ir pasukta į išorę. Jei mentė atitraukta, tuomet išorinę ir vidinę rotaciją atliekantys raumenys praranda galimybę išvystyti maksimalią jėgą atliekant judesį [17]. Prie mentės jungiasi ne tik žasto sukamieji, bet ir kiti pečių juostos biomechaniką nulemiantys raumenys, tokie kaip trapezinis ar priekinis dantytasis raumuo [6].

Galima teigti, jog petis yra išskirtinė raumenų ir skeleto dalis, susidedanti iš daugelio kaulinių struktūrų, tokių kaip žastikaulio galva, raktikaulis ir mentė, sujungtų pečių juostos raumenimis, kurie efektyviai ir koordinuotai dirbdami kartu atlieka įvairius rankos judesius visose plokštumose.

2.4.Mentė ir jos funkcijos

Kibler su bendraautorais [18-20] apibendrina pagrindines mentės funkcijas pečių juostos komplekse:

1. Koordinuotas mentės darbas kartu su žastikauliu. Žasto judesiai būtų daug mažesni, jei mentė nefunkcionuotų kaip pagalbinis elementas atliekant judesius per peties sąnarį. Bendras mentės ir žasto darbas padeda optimaliai įveikti kaulinių struktūrų suvaržymus bei efektyviai funkcionuoti rotatorių manžetės raumenims. Rotatorių manžetės raumenys suteikia dinaminį peties sąnario stabilumą ir sukuria sąnarinį paviršių spaudimo efektą, taip užtikrindami sąnario kongruentiškumą ir stabilumą [21,22].

2. Mentės judėjimas šonkaulių lanku. Mentės judėjimas šonkaulių lanku priklauso nuo užduoties, atliekamos rankomis. Pavyzdžiui, fizinėje veikloje, kuomet reikia siekti, spausti ar traukti,

mentė atitraukiama, taip sukuriama stabili bazė, kurios dėka judesiai rankomis yra atliekami efektyviai [20-2].

3. Jungtis, perduodanti energiją tarp kūno dalių. Mentė funkcionuoja kaip jungtis tarp proksimalinių ir distalinių kūno dalių perduodant jėgą, energiją ir greitį [21,18]. Didžiausia energijos dalis kinetinėmis grandinėmis yra perduodama iš didžiųjų proksimalinių dalių, t. y. kojų, nugaros ar viso liemens [18]. Mentė, sukurdamą stabilią ir koordinuotą platformą reguliuojančią jėgas, yra pagrindinis elementas perduodantis didelę jėgą ir energiją į distalinius segmentus: ranką ir delną [18,21,22]. Mentė yra stabili jungtis, per kurią energija iš apatinių galūnių ir liemens perduodama viršutinėms galūnėms atliekant įvairius sportinius judesius kaip kamuolio metimas ar atmušimas raketė [6].

Apibendrinus, sakoma, jog pagrindinės mentės funkcijos yra koordinuotai dirbti su žastikauliu atliekant rankos judesius, sukurti stabilią bazę, kuri leistų rankos judesius atlikti efektyviai, bei kinetinėmis grandinėmis perduoti energiją į proksimalines rankos dalis.

2.4.1. Mentės kinematika ir jos pasikeitimo reikšmė

Mentės padėtis ant krūtinės ląstos ir mentės kontrolė atliekant judesius yra svarbūs normalaus peties sąnario funkcionavimo komponentai. Lenkiant ranką per peties sąnarį, mentė sukasi aukštyn ir yra atitraukiama nuo krūtinės ląstos. Pagrindinis mentės judesys keliant ranką yra pasisukimas aukštyn. Nedidelis mentės vidinio pasisukimo judesys yra normalus judesio pradžioje atliekant žasto atitraukimą ar lenkimą. Dažnai teigiama, kad galutiniame rankos kėlimo judesyje atsiranda ir mentės išorinio pasisukimo judesys, tačiau pagrįsti šiam teiginiui nepakanka įrodymų [2]. Atliekant judesius ranka kartu su mentės judesiai įtraukiami ir raktikaulio judesiai per krūtininį raktikaulio bei petinį raktikaulio sąnarius. Keliant ranką raktikaulis šiek tiek pakyla ir yra atitraukiamas krūtinės ląstos atžvilgiu [25-16]. Tuo pat metu, kai mentė pasukama į viršų, į vidų bei atitraukiama nuo krūtinės ląstos, raktikaulis juda kartu petiniame raktikaulio sąnaryje [27]. Tokie mentės judesiai kaip pakėlimas ir nuleidimas bei atitraukimas ir pritraukimas siejami su raktikaulio judesiais per krūtinkaulinį raktikaulio sąnarį. Mentės pakėlimas yra krūtinkaulinės raktikaulio dalies pakėlimo rezultatas, o mentės atitraukimas ir pritraukimas yra krūtinkaulinės raktikaulio dalies pritraukimo ir atitraukimo nuo krūtinės ląstos rezultatas [27].

Remiantis anatomija manoma, jog sumažėjęs mentės pasisukimas aukštyn bei pakrypimas atgal rankos kėlimo metu gali lemti popetinio tarpo sumažėjimą, o tai savo ruožtu blogina aplinkinių audinių gijimo procesus ir pereina į peties sąnario ankštumo sindromą [28]. Kokią įtaką mentės vidinio pasisukimo amplitudės pakitimai daro popetinio tarpo pokyčiams nėra visiškai aišku, tačiau

manoma, jog padidėjus vidinio mentės pasisukimo amplitudei, nekintant žastikaulio padėčiai, turėtų didėti ir žasto išorinio pasisukimo amplitudė. O didesnė žasto išorinio pasisukimo amplitudė rodo, jog sukant žastą atgal didysis gumburėlis turi daug laisvės judėti ir nekliūna į petinę ataugą [29]. Kita vertus, dėl didesnės mentės vidinio pasisukimo amplitudės padidėjusi išorinio žasto pasisukimo amplitudė didina užpakalinės dalies rotatorių manžetės vidinio užspaudimo riziką [3]. Labai sudėtinga atlikti longitudinalinius tyrimus ir stebėti žmogaus organizmo būklės kitimą, todėl dažnai sunku nustatyti ar pakitimai atsiradę mentės kinematikoje yra sukelti atsiradusios patologijos, ar patologija atsirado dėl pakitusios mentės kinematikos [28]. Mokslinėje literatūroje pateikiama vis daugiau tyrimų, kuriuose aprašomos mentės kinematikos sutrikimų ir peties sąnario nestabilumo sąsajos. Asmenims, kuriems nustatytas peties sąnario nestabilumas, pastebima ir statistiškai reikšmingai mažesnė mentės viršutinio pasisukimo amplitudė [31-34]. Dviejose atliktose studijose buvo vertinta ir vidinio mentės pasisukimo amplitudė. Nustatyta, jog ji statistiškai reikšmingai didesnė asmenims, kurių peties sąnarys yra nestabilus [32,34]. Be to, šiems asmenims dažniau pasireiškia vadinami „mentės sparnai“, kuomet pastebimas pakilęs apatinis mentės kampas bei mentė labiau pasisukiusi į vidų [3]. Kaip jau minėta anksčiau sunku nustatyti kas yra priežastis, o kas pasekmė vertinant peties sąnario nestabilumą ir mentės kinematikos pakitimus. Žinoma vertinant mechaniškai, manoma, kad sumažėjusi viršutinio pasisukimo amplitudė, esant peties sąnario nestabilumui, nėra teigiamas kompensacinis pakitimas, o labiau veiksnys prisidedantis prie priekinio peties sąnario nestabilumo [36]. Įdomu tai, kad, kai mentė yra atitraukta, sumažėja žasto lenkimo, išorinio ir vidinio pasisukimo jėga sveikiems asmenims [37,38]. Taip pat atliktas tyrimas, kai sportininkams, kurie sportinėje veikloje atlieka judesius rankomis, suskirstytiems į dvi grupes (su ir be peties sąnario ankštumo simptomais) buvo vertinama peties keliančių raumenų jėga ir ji buvo didžiausia tada kai mentė buvo pasyviai atitraukta ir pakreipta atgal [39].

Trumpai apžvelgiant informaciją galima pasakyti, jog pagrindinis mentės judesys yra pasisukimas aukštyn, tačiau atliekant judesius rankomis mentė taip pat juda skirtingomis kryptimis. Kai kurie mentės judesiai gali būti atliekami dėl specifinių raktikaulio jungčių, kurios užtikrina didesnę mentės mobilumą. Mentės kinematikos pakitimai siejami su įvairiomis patologijomis: peties ankštumo sindromu, peties sąnario nestabilumu ar sumažėjusia pečių juostos raumenų jėga. Nepaisant to, nėra aiškaus atsakymo, kas yra priežastis, o kas – pasekmė.

2.4.2. Mentės kinematikos pasikeitimo priežastys

Pagrindiniai veiksniai, galintys lemti pakitusią mentės kinematiką, yra raumenų aktyvacijos ar jėgos asimetrija, skausmas, minkštųjų audinių sutrumpėjimas, raumenų nuovargis ar netaisyklinga

krūtininės stuburo dalies laikysena [28]. Nors manoma, jog dažnai raumenų aktyvacijos pakitimai nėra tiesiogiai susiję su mentės kinematikos pakitimais, jie yra neretai tyrinėjami ir ieškoma sąsajų tarp šių rodiklių. Tiriamiesiems, kuriems nustatytas peties sąnario ankštumo sindromas ar peties sąnario funkcijos sutrikimai, pastebima žymiai mažesnė dantytojo raumens aktyvacija ir didesnė viršutinės trapecinio raumens dalies aktyvacija, tų pačių tiriamųjų mentės kinematikos pakitimai pasižymi mažesne mentės viršutinio pasisukimo amplitude ir pasikreipimu atgal, taip pat ir padidėjusia mentės elevacija. Atsižvelgiant į šiuos rezultatus daroma išvada, jog mažesnė mentės pasisukimo amplitudė ir pakreipimas atgal susijęs su mažesne dantytojo raumens aktyvacija, o padidėjusi elevacija – su didesne viršutinio trapecinio raumens aktyvacija, kuomet mentė pakeliama kartu su raktikauliu [40,41]. Tokius pačius rezultatus pateikia ir kiti tyrėjai, vertinę skirtingas populiacijas: plaukikus, patiriančius pečių skausmus [42]; asmenis, kuriems diagnozuotas „užšalęs petys“ [43]; metikus su priekiniu peties nestabilumu [44]; sportininkus, atliekančius pakartotinius judesius rankomis, kuriems nustatytas peties ankštumo sindromas [45]; asmenis su skirtingomis peties sąnario patologijomis [46]. Statistiškai reikšmingai mažesnė mentės atitraukimo jėga buvo pastebima atletams, kurie atlieka pakartotinius judesius dominuojančia ranka sportinėje veikloje, lyginant su nedominuojančia puse ir kontroline grupe [47].

Nors skausmo įtaka pečių juostos raumenų aktyvacijos pakitimams mažai nagrinėta, D. Falla su bendraautoriais atliko tyrimą, norėdami įvertinti trapecinio raumens skausmo įtaką pečių juostos raumenų aktyvacijai. Tyrimo metu sveikiems atletams, kurie sportinėje veikloje atlieka pasikartojančius judesius rankomis, į vienos pusės trapecinio raumens viršutinę, vidurinę ir apatinę dalį suleido hipertonišką skausmą sukeltantį tirpalą. Atliekant pakartotinius rankų lenkimo per peties sąnarį judesius buvo stebima sumažėjusi viršutinės trapecinio raumens dalies ir padidėjusi apatinės trapecinio raumens dalies aktyvacija skausmingoje pusėje bei padidėjusi viso priešingos pusės trapecinio raumens aktyvacija [48].

Kitas rodiklis galintis keisti mentės kinematiką yra pečių juostos raumenų nuovargis. Vertinant raumenų nuovargio įtaką mentės kinematikai atlikus žasto vidinio sukimo pratimus su pasipriešinimu buvo pastebimas mentės pakrypimo atgal ir išorinio pasukimo amplitudės sumažėjimas [49,50], tuo tarpu dėl mentės pasisukimo į viršų mokslininkų rezultatai nesutapo, vieni teigia, kad ji sumažėjo [49], kiti – kad padidėjo [50]. Statistiškai reikšmingai padidėja mentės viršutinio ir išorinio pasisukimo amplitudė, pastebimas padidėjęs raktikaulio atsitraukimas sveikiems asmenims vertinant po statinių ir dinaminių pasikartojančių pasipriešinimo pratimų, kurie atliekami iki raumenų nuovargio, t. y. veikla nutraukiama tuomet, kai tiriamasis nebegali įveikti pasipriešinimo arba atliekami judesiai tampa nekokybiški. Atliekant elektromiografinę analizę buvo stebimas didžiausias deltinio ir podyglinio raumenų nuovargis. Įvertinus visus gautus rezultatus buvo daroma

išvada, kad mentės ir raktikaulio kinematikos pasikeitimai esant nuovargiui yra kompensaciniai mechanizmai siekiant išlaikyti reikiamą judesių amplitudę esant raumenų nuovargiui [5].

Nors mokslininkai teigia, kad nėra aišku ar mentės kinematika pakinta dėl patologijos, ar atvirkščiai, tačiau pateikiama keletas veiksnių galinčių paveikti mentės kinematiką, tai: raumenų aktyvacijos sutrikimai, skausmas ar raumenų nuovargis.

2.5. Raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai

Pasak neurologo Janda, yra išskiriamos dvi skeleto-raumenų patologijų rūšys: struktūrinė ir funkcinė. Struktūrinis pažeidimas būna tada, kai yra tiesioginis struktūrų pažeidimas, pavyzdžiui rotatorių manžetės plyšimas. O funkcinė patologija yra būklė, kuomet aiškaus struktūrinio pažeidimo nėra, tačiau jau pasireiškia lėtiniai funkcijos sutrikimai, kaip pavyzdžiui sąnarių skausmas [52]. Pečių juostos raumenys yra pagrindinė struktūra, užtikrinanti viršutinės kūno dalies stabilumą ir mobilumą. Tinkamas pečių juostos raumenų balansas yra būtinas lankstumui ir jėgai, pakitus agonistinių raumenų jėgai ar ilgiui, įsijungia antagonistinių raumenų kompensacinis mechanizmas, kas nulemia pečių juostos komplekso funkcijos sutrikimus. Nesubalansuota raumenų veikla sąlygoja artrokinematikos ir judesių pasikeitimus, kurie gali pereiti į struktūrinius pažeidimus. Pavyzdžiui, manoma, jog paties ankštumo sindromas gali atsirasti dėl raumenų asimetrinės jėgos ir įsitempimo, kuomet vidurinė ir apatinė trapecinio raumens dalis, priekinis dantytasis, podyglinis ir deltinis raumenys tampa silpni, o viršutinė trapecinio raumens dalis, krūtininis ir mentės keliamasis raumenys tampa per daug įtempti ir sutrumpėję [53]. Priekinių pečių juostos raumenų sutrumpėjimas padidina raiščio, jungiančio petinę ir snapinę ataugas, įtampą rankos kėlimo metu, šis padidėjęs struktūrų įsitempimas gali nulemti struktūrinio peties ankštumo sindromo atsiradimą [54].

Manoma, jog nesubalansuota pečių juostos antagonistinių raumenų sąveika bei jėgos ir ilgio sutrikimai iš pradžių gali lemti funkcinis pakitimus, kurie nesiimant profilaktinių priemonių gali pereiti į struktūrinius pakitimus, pavyzdžiui peties sąnario ankštumo sindromą.

2.5.1. Žasto sukamųjų raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai

Pakitusi peties sąnario sukamuosius judesius atliekančių raumenų jėgos ir ilgio simetrija taip pat paveikia pečių juostos judesių kinematiką. Esant padidėjusiai išorinio pasukimo amplitudei, kuomet vidinį pasukimą atliekantys raumenys yra prailgėję, padidėja priekinio peties sąnario nestabilumo tikimybė [55]. Priešingu atveju, esant sumažėjusiai išorinio peties sąnario pasukimo amplitudei dėl sutrumpėjusių ir įtemptų vidinį pasukimą atliekančių raumenų pakinta mentės – žasto

ritmas bei mentės palinkimo atgal amplitudė. Užpakalinės peties sąnario kapsulės įsitempimas pasireiškia sumažėjusia žasto vidinio pasisukimo amplitude, taip pat dėl to žastikaulio galva pasislenka į priekį [56]. Ši būklė, kai pasireiškia sumažėjusi vidinio peties sąnario pasisukimo amplitudė, vadinama peties sąnario vidinio pasukimo deficitu (*angl. Glenohumeral internal rotation deficit, GIRD*) ir nustatoma tuomet, kai vidinio pasukimo amplitudės sumažėjimas didesnis, nei 20 laipsnių lyginant su priešingo peties sąnario vidinio pasukimo amplitude [57]. GIRD sąvoka yra ganėtinai nauja ir reikalauja daugiau mokslinių tyrimų vertinančių šio reiškinio pasireiškimą ir poveikį skirtingoms populiacijoms: sveikiems, patyrusiems įvairias traumas bei sportininkams [58]. Viename iš atliktų tyrimų šia tema teigiama, jog sportininkams, kurie atlieka pasikartojančius judesius rankomis sportinėje veikloje ir kuriems diagnozuotas peties sąnario ankštumo sindromas, dažnai pastebimas ir peties sąnario vidinio pasisukimo deficitas dėl per daug įteptų išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų [59]. Simetrija turi būti vertinama ne tik tarp vidinį ir išorinį peties sąnario pasukimą atliekančių raumenų, bet taip pat ir tarp rotatorių manžetės bei deltinio raumens. Deltinis raumuo vaidina svarbų vaidmenį peties ankštumo sindromo patologiškos mechanikoje dėl savo funkcijos perduoti į viršų nukreiptą jėgą, kuri turėtų būti subalansuota su sinchroniškai veikiančia rotatorių manžetės jėga. Nesant subalansuotoms deltinio ir rotatorių manžetės raumenų jėgoms, padidėja peties sąnario spaudimas ir susiaurėja popetinis tarpas [52]. Pastebėta, jog esant ankštumo sindromui deltinis raumuo atrofuoja ir užsipildo jungiamuoju audiniu, taip pat sumažėja jo elektromiografinė aktyvacija [60]. Kadangi nėra atlikta pakankamai patikimų mokslinių tyrimų, nėra aišku ar šie raumenų pakitimai nulemia ankštumo sindromą, ar dėl jo atsiranda [52]. Viena iš svarbių rotatorių manžetės raumenų funkcijų yra palaikyti tinkamą žastikaulio galvos padėtį sąnarinėje duobėje atliekant rankos kėlimo judesius. Kompresinė rotatorių manžetės raumenų jėga stabilizuoja žastikaulį sąnarinėje duobėje, taip pat užtikrina dinaminį stabilumą peties sąnaryje. Podyglinio raumens silpnumas sumažina šią jėgą ir didina peties sąnario nestabilumą [61].

Kuomet vidinį žasto pasukimą atliekantys raumenys tampa labai įtempti ir sutrumpėję, išorinį žasto pasukimą atliekantys raumenys priešingai – prailgėja ir būna silpnesni, gali nutikti ir priešingas procesas. Toks antagonistinių žasto sukimą atliekančių raumenų ilgio ir jėgos pakitimas gali lemti ne tik žasto, bet ir visos pečių juostos kinematikos pakitimus bei patologijas, tokias kaip peties ankštumo sindromas, peties sąnario nestabilumas ir kitas.

2.5.2. Mentės judesius atliekančių raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimai

Mentės judesius atliekančių raumenų jėgos asimetrija ir tarpusavio sąveikos sutrikimai pasireiškia aktyvacijos pakitimais. Vertinant pečių juostos raumenų aktyvaciją elektromiografiškai

esant peties sąnario ankštumo sindromui stebima padidėjusi viršutinės trapecinio raumens dalies aktyvacija kartu su sumažėjusia vidurinės bei apatinės trapecinio raumens dalių ir priekinio dantytojo raumens aktyvacija [62,63]. Viename tyrime teigiama, jog esant peties sąnario ankštumo sindromui padidėja ne tik viršutinės, bet ir apatinės trapecinio raumens dalies aktyvacija, lyginant su kontroline grupe, neturinčia pažeidimo [64]. Manoma, jog padidėjusi apatinės trapecinio raumens dalies aktyvacija pasireiškia kaip bandymas kompensuoti priekinio dantytojo raumens aktyvacijos sumažėjimą. Lyginant tiriamuosius su įvairiais pečių juostos funkcijos sutrikimais ir sveikus asmenis taip pat pastebimas sumažėjęs priekinio dantytojo raumens bei padidėjęs viršutinės trapecinio raumens dalies aktyvumas, tačiau apatinės trapecinio raumens dalies aktyvacijos pokytis nebuvo stebimas [65]. Apatinė trapecinio raumens dalis atlieka mentės stabilizavimo vaidmenį ir yra svarbus elementas, perduodantis jėgas mentės pasukimo atlikimui. Sumažėjusi apatinės trapecinio raumens dalies bei padidėjusi viršutinės trapecinio raumens dalies aktyvacija sąlygoja pasikeitusią mentės pasisukimo padėtį, dėl kurios į viršų pasislenka peties sąnario sukimosi ašis ir dėl to gali pasireikšti peties sąnario ankštumo sindromas. Tyrimuose taip pat teigiama, kad apatinės trapecinio raumens dalies aktyvacija sumažėja, kuomet žastikaulio galva keliant ranką pasislenka aukštyn [5]. Keli mokslininkai vertino trapecinio raumens elektromiogramą ir 3 dimensijų kinematiką pacientams, kuriems diagnozuoti peties sąnario funkcijos sutrikimai [64,65]. Atlikus šias studijas reikšmingų pasikeitimų rankos kėlimo kinematikoje ar apatinės trapecinio raumens dalies aktyvacijoje nebuvo pastebėta [64]. Kitame tyrime buvo rastas mažas, bet reikšmingas priekinis – užpakalinis žastikaulio pasislinkimas, dėl kurio sumažėja popietinio sąnario tarpas [65]. Mokslinėje literatūroje dažnai tyrinėjami sportininkų jaučiančių peties skausmus elektromiogramos pasikeitimai ir pasireiškianti raumenų aktyvumo asimetrija. Teigiama, kad sportininkams, sportinėje veikloje atliekantiems pasikartojančius judesius rankomis, atsiranda pačių juostos funkcijos pakitimai pasireiškiantys padidėjusia viršutinės trapecinio raumens dalies aktyvacija [66] bei sumažėjusiu aktyvacijos lygiu priekiniame dantytame raumenyje, kaip ir trapecinio raumens apatinėje dalyje [64,66], tai patvirtina Janda teiginį, kad apatinė trapecinio raumens dalis ir dantytasis raumuo yra linkę nusilpti [52,53]. Tyrėjai dažnai lygina trapecinio raumens elektromiogramą skirtingose populiacijose. Cools su bendraautorais pateikė tyrimą, kuriame vertino sportininkų, kenčiančių nuo peties ankštumo sindromo, trapecinio raumens aktyvacijos rezultatus, kuriuose teigiama, jog lyginant su sveikais asmenimis, sportininkų vidurinės ir apatinės trapecinio raumens dalių aktyvacija yra sumažėjusi bei pasireiškia trapecinio raumens balanso sutrikimai [62]. Sportininkams, kuriems diagnozuotas peties ankštumo sindromas, pasireiškia pavėluota aktyvacija vidurinių ir apatinių trapecinio raumens skaidulų, kurių funkcija yra staigiu judesiu nuleisti mentę žemyn. Jei apatinė trapecinio raumens dalis aktyvuojasi vėliau nei viršutinė, vietoj reikiamo mentės viršutinio pasisukimo judesio, atsiranda

mentės pakėlimo judesys [67]. Tokie aktyvacijos laiko sutrikimai pasireiškia plaukikams, kuriems diagnozuotas peties ankštumo sindromas [63]. Kadangi ir pažeistoje, ir sveikoje pusėje pasireiškia vienodi aktyvacijos sutrikimai, manoma, jog šis funkcijos pasikeitimas susijęs su klaidinga motorine programa centrinėje nervų sistemoje [52].

Vertinant mentės judesius atliekančių raumenų jėgos asimetriją ir tarpusavio sąveikos sutrikimus, svarbu atkreipti dėmesį ne tik į raumenų jėgą, kurios pakitimas tarp antagonistinių raumenų gali sukelti pečių juostos patologijas, bet ir į raumenų aktyvacijos laiką. Sutrikęs aktyvacijos laikas nulemia netinkamą pečių juostos kinematiką.

2.6. Mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas

Mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas vyksta tuomet, kai atsiranda adaptaciniai pasikeitimai raumens pilvelyje. Tai nutinka dėl lėtinio raumens pažeidimo atliekant pakartotinius mentės judesius aukštyn ir žemyn arba ilgą laiką išlaikant mažąjį krūtinės raumenį sutrumpėjusioje padėtyje [68,69]. Adaptacinis mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas gali būti kaip vienas iš potencialių biomechaninių mechanizmų susijusių su pakitusia mentės padėtimi ramybėje ir pakitusiais mentės judesiais rankos kėlimo metu. Remiantis anatomine mažojo krūtininio raumens padėtimi ir skaidulų išsidėstymo kryptimi, keliami hipotezė, jog mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas gali prisidėti prie netaisyklingos mentės padėties, t. y. mentė pasukama į vidų ir žemyn bei palenkama į priekį. Kai kurie tyrėjai mano, jog tokia fiksuota į priekį ir į apačią pasukta mentės padėtis lemia mažojo krūtinės raumens antagonistinių raumenų (pvz., apatinio trapecinio raumens) pakitusią padėtį, kuomet jie prailgėja ir tampa silpni, o tai savo ruožtu apriboja mentės apatinių judesių atlikimą ir tikslumą rankos kėlimo metu, be to didesnę netinkamą stresą pečių juostos struktūroms, trikdo audinių gijimą ir galiausiai gali sukelti skausmą [70]. Sutrumpėjus šiam raumeniui sutrikdomi mentės pasukimo aukštyn, išorinio pasukimo bei palinkimas į priekį judesiai [68]. Nors daugelis kineziterapeutų savo praktikoje remiasi laikysenos, raumenų ir judesių asimetrijos modelio rekomendacijomis siekiant išspręsti pečių juostos regiono skausmo sindromo problemas, tačiau judesių patologijos mechanizmas pečių juostos traumoms ir skausmui nėra iki galo įrodytas [70]. Pastebima vis daugiau įrodymų, jog mažasis krūtinės raumuo gali sutrumpėti sportininkams dažnai atliekant pakartotinius metimus rankomis virš galvos. Cools su bendraautoriais savo tyrime siekė įvertinti profesionalių traumų neturėjusių tenisininkų pečių juostos raumenų jėgos ir padėties profilį ir pastebėjo, jog dominuojančioje pusėje mažasis krūtinės raumuo sutrumpėjęs lyginant su nedominuojančia puse [83]. McClain su bendraautoriais taip pat lygino tenisininkų bei krepšininkų atpalaiduotos mentės padėtį ir nustatė, jog mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas

dominuojančioje pusėje yra pagrindinė abipusės asimetrinės menčių padėties priežastis [72]. Kinematikos studijos parodė, jog vyrų, sportinėje veikloje atliekančių pakartotinius metimus, mentė dominuojančioje pusėje yra labiau atitraukta ir pasukta į priekį atpalaiduotoje padėtyje, lyginant su nedominuojančia ranka [73,74]. Šie tyrimai pateikia išvadą, jog pasireiškia mažojo krūtinės raumens ilgio adaptacija priklausanti nuo pakartotinių galingų mentės atitraukimo judesių metimų metu, tačiau be atliktų longitudinalių tyrimų tokia sąsaja negali būti nustatyta. Kai kurie iš prieš tai paminėtų mentės padėties pakitimų, pasireiškiančių metimus atliekantiems sportininkams, gali būti paaiškinti ir kitais adaptaciniais skeleto raumenų mechanizmais, pavyzdžiui, užpakaliniu peties sąnario įtempimu [75].

Apibendrinus, galima teigti, jog mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas pasireiškia dėl pakartotinių rankos judesių, ilgalaikės statinės padėties išlaikymo raumens sutrumpėjimo padėtyje. Šis raumuo sportininkams dažnai sutrumpėja dominuojančioje pusėje ir lemia netaisyklingą asimetrinę menčių padėtį.

2.7. Kinetinės grandinės įtaka pečių lanko funkcionavimui

Viršutinių galūnių sportiniai judesiai, tokie kaip metimas, mušimas ar kiti, atliekami ne izoliuotai tik ranka, tačiau tai yra multisegmentinis, bendras, nuoseklus viso kūno raumenų aktyvacijos nulemtas judesys. Tokį efektyvų ir subalansuotą darbą leidžia atlikti per kūną einančios kinetinės grandinės. Tinkamas kinetinės grandinės funkcionavimas leidžia maksimalią sugeneruotą energiją iš apatinių galūnių perduoti į liemenį, o iš ten energija perduodama į viršutinės galūnės atliekant jau minėtus sportinius veiksmus rankomis. Kinetinės grandinės funkcija yra paremta iš anksto užprogramuota raumenų aktyvacija, kurios tikslas paruošti kūną išlaikyti reikiamą padėtį pasipriešinant pusiausvyrą trikdančiais jėgais, kuri atsiranda metimo, spyrimo ar bėgimo metu [76]. Raumenys aktyvuojami taip, kad proksimalinis stabilumas suteiktų daugiau distalinio mobilumo. Be to, aktyvuojant raumenis pritaikomos ir kontroliuojamos jėgos ir apkrova tenkanti sąnariams. Kai pritaikomas raumenų aktyvacijos nuo distalinės link proksimalinės pusės modelis, optimizuojama kūno anatominė padėtis, leidžianti segmentų sistemai veikti efektyviausiu būdu ne tik siekiant maksimalaus judesių greičio, bet ir traumų prevencijos, tai yra kaip apsauginis biomechaninis mechanizmas. Biomechanškai sportiniai veiksmai įvairiose sporto šakose (besibolas, tenisas ir golfas), kurių tikslas sugeneruoti kuo didesnę jėgą distaliniuose segmentuose, prasideda nuo proksimalinių segmentų (klubų ir liemens) ir energija progresiniu būdu kinetinėmis grandinėmis perduodama distaliniams segmentams (pečiams, alkūnei, riešui) [77]. Viena iš pagrindinių kinetinių grandinių, dalyvaujančių atliekant sportinius judesius rankomis, yra ilgoji sukamosios ašies grandinė. Šioje grandinėje aktyvuojami žasto išorinį sukimą, dilbio pronaciją atliekantys raumenys išilgai

ilgosios ašies nuo peties sąnario link delno. Beisbolo žaidėjai prieš paleidžiant kamuolį metimo metu akcentuoja maksimalų alkūnės ištiesimą prieš atliekant maksimalų žasto pasukimą [78]. Kiekvienas kinetinės grandinės segmentas gali daryti įtaką šalia esančiam segmentui. Pavyzdžiui beisbolo kamuolio metimo metu žingsnio padėtis ir stabilus dubuo leidžia pasukti liemenį, dėl kurio įtakos atliekamas maksimalus išorinis rankos pasukimas prieš paleidžiant kamuoliuką. Stabili apatinių galūnių padėtis funkcionuoja kaip bazė liemens ir viršutinių galūnių judesiams, liemens pasukimo amplitudė tiesiogiai susijusi su rankos pasukimo amplitude. Motorinės kontrolės ir fizinių ypatybių komponentų, tokių kaip jėga, lankstumas ar raumenų ištvėrmė variacijos gali paveikti visos kinetinės grandinės segmentų veiklą [79]. Kinetinės grandinės privalumas yra tas, kad jėga yra paskirstoma visoje kinetinėje grandinėje ir distaliniai segmentai atskirai nėra apkraunami tokia didele jėga, kokia yra sugeneruojama judesio metu [77]. Kad kinetinė grandinė funkcionuotų tinkamai, visi kinetinės kūno grandinės segmentai turėtų būti optimaliai lankstūs, stiprūs, turėtų gebėti nuosekliai atlikti pakartotinius judesius bei užtikrinti propriocepcija. Jei kinetinė grandinė nefunkcionuoja subalansuotai, gali atsirasti pečių ar alkūnių sąnarių skausmai ar traumos dėl perkrovos. Sutrikusi kinetinės grandinės funkcija gali lemti pakitusį sportinį pasirodymą ar net traumą distaliniuose segmentuose. Pavyzdžiui, atskirai pečių juostą supantys raumenys negali sugeneruoti tokių kampinių greičių ir energijos, kokie yra stebimi sportinių metimų metu, ši energija didžiąja dalimi yra sugeneruojama proksimaliniuose kojų ir liemens segmentuose. Distaliniai peties ir rankos segmentai yra labiau pažeidžiami, nes jie nėra tokie stiprūs, nors turi perduoti ir absorbuoti dideles jėgas perduodamas iš proksimalinių segmentų [77]. Vienos kinetinės grandinės dalies pakenkimas pakeičia visos sistemos veikimo mechanizmą. Netinkamai perduodama energija sukelia didesnę distalinių segmentų stresą ir gali lemti skausmų ar traumų atsiradimą [80]. Įrodyta, jog kelių lenkimo pasikeitimas susijęs su padidėjusiu stresu, tenkančiu rankai. Sumažėjus tenisininkų kelių lenkimui sutrikdoma kinetinės grandinės veikla ir sumažėja energijos perdavimas per klubus ir liemenį, dėl to apkrova tenkanti atliekant žasto horizontalų atitraukimą ir pasukimą bei alkūnės valgus padėties apkrova padidėja nuo 23 proc. iki 27 proc [81]. Remiantis tenisininkų kamuoliuko padavimo matematine analize nustatyta, jog 20 proc. sumažėjus energijos perdavimui liemeniu reikia 34 proc. daugiau energijos sugeneruoti rankoje siekiant to paties rezultato arba pečių juostos raumenų masė turėtų būti 80 proc. didesnė [82]

Kinetinė grandinė yra svarbus kūno valdymo elementas, nulemiantis efektyvų sportininkų biomechaninį funkcionavimą ir gali lemti traumų atsiradimą dėl pakitusio energijos generavimo ir perdavimo kinetinės grandinės segmentuose.

3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

3.1. Tyrimo organizavimas

Tyrimas buvo atliekamas nuo 2015 metų rugsėjo iki 2016 metų vasario mėnesio Lietuvos fechtavimo klubuose. Tyrime dalyvavo raštišką sutikimą davę 18–25 metų fechtuotojai, kurie dalyvauja Lietuvos ar tarptautinėse varžybose. Testai buvo atliekami prieš treniruotę.

Įtraukimo kriterijai:

1. 18–25 metų amžiaus fechtuotojai;
2. Per paskutinius 3 mėnesius nebuvo nutraukę sportinės veiklos dėl traumos ar ligos;
3. Fechtuojasi ne mažiau kaip 2 metus.
4. Dalyvauja Lietuvos ar tarptautinėse varžybose.

Neįtraukimo kriterijai:

1. Nesutikimas dalyvauti tyrime;
2. Buvusi trauma ar liga per paskutinius 3 mėnesius;
3. Sportuoja mažiau nei 2 metus;
4. Nedalyvauja Lietuvos ar tarptautinėse varžybose.

Kontrolinę grupę sudarė 18 – 25 metų sveiki nesportuojantys asmenys. Siekiant kuo didesnio grupių homogeniškumo iš tyrimo buvo pašalinti tiriamieji, kurių dominuojanti ranka buvo kairė.

3.2. Tyrimo metodika

Ištyrimas kiekvienam tiriamajam buvo atliekamas ta pačia seka kaip išvardinta metodikoje, be to vertinimas visiems tiriamiesiems buvo pradedamas nuo dešinės pusės.

Raumenų izometrinės jėgos vertinimas

Raumenų jėga buvo vertinama Lafayette rankiniu dinamometru (Lafayette manual muscle testing system, model 011065) ir visi rodikliai vertinami abejose pusėse. Atliekant jėgos matavimus rankiniu dinamometru tiriamojo buvo prašoma maksimalia jėga spausti dinamometrą 5 sekundes, atliekamas izometrinis judesys ir užfiksuojama maksimali išvystyta jėga. Testai buvo kartojami 3 kartus kiekvienai raumenų grupei. Visiems tiriamiesiems testai buvo atliekami ta pačia seka nuo dešinės pusės.

Didžiojo krūtinės raumens jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant nugaros, žastas sulenktas 90 laipsnių kampu, delnas pasuktas į vidų, pasipriešinimas dedamas ties vidine proksimaline dilbio dalimi, prašoma atlikti pritraukimą maksimalia jėga spaudžiant dinamometrą [98].

Mažojo krūtinės raumens jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant nugaros, pasipriešinimas suteikiamas ties priekine peties dalimi, prašoma petimi spausti dinamometrą maksimalia jėga [98].

Apatinio trapecinio raumens jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant pilvo, ranka atitraukta 145 laipsnių kampu, pilnai ištiesta per alkūnės sąnarį ir pilnai rotuota į išorę (t.y. nykštys pakeltas į viršų). Pasipriešinimas dinamometru suteikiamas lateralinėje distalinėje stipinkaulio dalyje. Tiriomojo prašoma kelti ranką aukštyn kuo didesne jėga spaudžiant dinamometrą [98,83].

Vidurinio trapecinio raumens jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant pilvo, ranka atitraukta 90 laipsnių kampu, pilnai ištiesta per alkūnės sąnarį ir pilnai rotuota į išorę (t.y. nykštys pakeltas į viršų). Pasipriešinimas dinamometru suteikiamas lateralinėje distalinėje stipinkaulio dalyje. Tiriomojo prašoma kelti ranką aukštyn kuo didesne jėga spaudžiant dinamometrą [98,83].

Viršutinio trapecinio raumens jėgos matavimas. Tiriamasis sėdi nuleistomis rankomis, dinamometras dedamas ant viršutinės peties dalies ir prašoma kelti petį į viršų įveikiant pasipriešinimą [98,83].

Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant pilvo, žastas atitrauktas 90° kampu ir padėtas ant kušetės krašto, dilbis atpalaiduotas už kušetės krašto. Fiksuojamas žastas (taip, kad galėtų būti rotuojamas). Tiriamasis suka žastą į išorę maksimalia jėga, tuo tarpu pasipriešinimas suteikiamas ties riešu, išoriniame paviršiuje [99].

Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant pilvo, žastas atitrauktas 90° kampu ir padėtas ant kušetės krašto, dilbis atpalaiduotas už kušetės krašto.

Fiksuojamasis žastas (taip, kad galėtų būti rotuojamas). Tiriamasis suka žastą į vidų maksimalia jėga, tuo tarpu pasipriešinimas suteikiamas ties riešu, vidiniame paviršiuje [99].

Priekinio dantytojo raumens jėgos matavimas. Tiriamasis guli ant nugaros sulenkęs ranką 90 laipsnių kampū. Dinamometras dedamas ant delno ir prašoma stumti dinamometrą kuo didesne jėga [98,83].

Plaštakos jėgos matavimas. Plaštakos jėga matuojama dinamometru.

Atlikus matavimus buvo skaičiuojamai antagonistinių raumenų izometrinės jėgos santykiai, jėgos skirtumai tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės, bei jėgos skirtumai tarp pusių neatsižvelgiant į dominuojančią pusę, bet atimant silpnesnės pusės jėga iš stipresnės.

Raumenų ilgio matavimas

Mažojo krūtinės raumens ilgio matavimas. Šio raumens ilgis matuojamas centimetrine juoste tarp dviejų taškų: 1. snapinės mentės ataugos ir 2. ketvirto šonkaulio šalia jungties su krūtinkauliu [100]. Dėl tiriamųjų ūgių skirtumų gali skirtis ir šio raumens ilgis. Kad rezultatai būtų kuo patikimesni, skaičiuojamas mažojo krūtinės raumens ilgio indeksas. Jis skaičiuojamas padalinus raumens ilgį iš tiriamojo ūgio ir padauginus iš 100 [83].

Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgio matavimas. Tiriamasis guli ant nugaros ranka atitraukta ir sulenkta per alkūnę 90 laipsnių kampū. Goniometru matuojama vidinė rotacija [101].

Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgio matavimas. Tiriamasis guli ant nugaros ranka atitraukta ir sulenkta per alkūnę 90 laipsnių kampū. Goniometru matuojama išorinė rotacija [101].

Atlikus matavimus buvo skaičiuojami raumenų ilgio skirtumai tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės, bei raumenų ilgio skirtumai tarp pusių neatsižvelgiant į dominuojančią pusę, bet atimant trumpesnio raumens ilgį iš ilgesnio.

Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės vertinimas

Mentės sukimasis į viršų matuojamas goniometru trijose padėtyse: laikant ranką nuleistą prie šono, atitraukus ranką 90 bei 180 laipsnių kampū. Goniometras dedamas išilgai ant mentės vidinio krašto [102].

Atlikus matavimus buvo skaičiuojami skirtumai tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės mentės viršutinio pasisukimo amplitudės. Taip pat mentės pasisukimo amplitudė lyginama su rekomenduojama norma:

1. Kai žastas neutralioje padėtyje, mentės pasisukimo norma yra 0 laipsnių.

2. Kai žastas atitrauktas 90 laipsnių kampu, mentės pasisukimo norma yra 30 laipsnių.
3. Kai žastas atitrauktas 180 laipsnių kampu, mentės pasisukimo norma yra 60 laipsnių.

Statistinė duomenų analizė.

Tyrimo duomenų matematinė statistinė analizė atlikta naudojant „IBM SPSS Statistics 23.0“ statistinį paketą bei „Microsoft Excel 2010“ programą. Buvo skaičiuojamas duomenų vidurkis ir standartinis nuokrypis. Duomenų normalumo sąlygai patikrinti taikytas Shapyro Wilko kriterijus. Dviejų imčių vidurkiams palyginti buvo takomas Stjudento (t) testas normalumo sąlygą atitinkantiems rodikliams ir Mann-Whitney normalumo sąlygos neatitinkantiems rodikliams. Koreliacija tarp tiriamų rodiklių vertinta Spearmano koreliacijos koeficientu, jei netenkinama normalumo sąlyga, ir Pearsono, jei rodikliai tenkina normalumo sąlygą.

Koreliacinio ryšio stiprumo vertinimas:

- r reikšmė – 0,00–0,19 – labai silpnas ryšys;
- r reikšmė – 0,20–0,39 – silpnas ryšys;
- r reikšmė – 0,40–0,69 – vidutinio stiprumo ryšys;
- r reikšmė – 0,70–0,89 – stiprus ryšys;
- r reikšmė – 0,90–1,00 – labai stiprus ryšys.

4. TYRIMO REZULTATAI

Tyrime dalyvavo 61 tiriamasis: 31 fechtuotojas (18 vyrų ir 13 moterų) ir 30 (14 vyrų ir 16 moterų) sveikų nesportuojančių asmenų. Sportininkai šia sporto šaka užsiima vidutiniškai $7,42 \pm 2,49$ metus, trumpiausiai sportuoja 3, o ilgiausiai 14 metų. Visų tiriamųjų dominuojanti buvo dešinė pusė. Grupės pagal amžių, ūgį ir svorį buvo homogeniškos.

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika.

Rodiklis	Fechtuotojų grupė (vidurkis \pm SN)	Kontrolinė grupė (vidurkis \pm SN)	p – reikšmingumo lygmuo
Amžius, metai	$20,52 \pm 2,84$	$20,83 \pm 1,98$	0,147
Ūgis, cm	$176,90 \pm 7,04$	$174,57 \pm 6,36$	0,179
Svoris, kg	$68,10 \pm 9,40$	$66,13 \pm 11,77$	0,474

4.1. Pečių lanko raumenų izometrinė jėgos analizė

4.1.1. Fechtuotojų pečių lanko raumenų izometrinė jėgos analizė

Tyrime vertinant aštuonių pečių juostos raumenų grupių izometrinę jėgą buvo pastebėtas skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės. Dominuojančios pusės raumenys fechtuotojų grupėje buvo stipresni, lyginant su nedominuojančia. Statistiškai reikšmingai tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusių skyrėsi didžiojo krūtinės raumens jėga, skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės izometrinės jėgos buvo $0,92 \pm 1,13$ kg, priekinio dantytojo raumens jėga, skirtumas tarp pusių buvo – $0,67 \pm 0,87$ kg, mažojo krūtinės raumens jėga, skirtumas tarp pusių – $0,62 \pm 1,42$ kg, išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, skirtumas tarp pusių – $0,56 \pm 1,50$ kg, vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, skirtumas tarp pusių – $1,59 \pm 2,70$ kg, viršutinės trapecinio raumens dalies izometrinę jėgą, kur skirtumas pusių buvo $0,43 \pm 0,97$ kg bei apatinės trapecinio raumens dalies izometrinė jėga, skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės buvo – $0,53 \pm 0,63$ kg. Statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo vertinant tik vidurinės trapecinio raumens dalies izometrinę jėgą, nors skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusių buvo $0,13 \pm 0,87$ kg. Tyrime taip pat buvo vertinta plaštakos raumenų jėga, kuri tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės skyrėsi $3,29 \pm 4,38$ kg, dominuojanti pusė stipresnė ($p < 0,05$) (2 lentelė).

2 lentelė. Fechtuotojų pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp pusių.

	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Didžiojo krūtinės raumens jėga, kg	9,06±2,83	9,91±3,17	0,000
Priekinio dantytojo raumens jėga, kg	22,56±3,69	23,23±4,13	0,000
Mažojo krūtinės raumens jėga, kg	23,55±5,66	24,17±5,58	0,022
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	11,23±2,99	11,79±3,38	0,047
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	11,40±2,56	13,00±3,45	0,003
Vidurinio trapecinio raumens jėga, kg	5,12±1,45	5,25±1,43	0,366
Apatinio trapecinio raumens jėga, kg	4,67±1,27	5,20±1,44	0,000
Viršutinio trapecinio raumens jėga, kg	23,92±6,84	24,14±6,96	0,001
Plaštakos jėga, kg	38,23±13,92	41,39 ±13,17	0,000

Įvertinus antagonistinių raumenų izometrinės jėgos santykius statistiškai reikšmingai nesiskyrė tik viršutinės ir vidurinės trapecinio raumens dalių izometrinės jėgos santykis ($p > 0,05$), visi kiti rodikliai statistiškai reikšmingai skiriasi tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės (3 lentelė). Skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės viršutinės ir vidurinės trapecinio raumens dalių izometrinės jėgos santykio yra $0,05 \pm 0,90$, tarp viršutinės ir apatinės trapecinio raumens dalies jėgos santykio – $0,45 \pm 0,69$, tarp viršutinės trapecinio raumens dalies ir priekinio dantytojo raumens – $-0,02 \pm 0,05$, tarp apatinės trapecinio raumens dalies ir priekinio dantytojo raumens – $0,02 \pm 0,03$, tarp vidinę ir išorinę žasto rotaciją atliekančių raumenų santykio skirtumas tarp pusių yra $0,08 \pm 0,21$, o skirtumas tarp mažojo krūtinės raumens ir apatinės trapecinio raumens dalies jėgos santykio – $-0,35 \pm 0,81$.

3 lentelė. Fechtuotojų pečių juostos raumenų izometrinės jėgos santykio įvertinimas.

	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Viršutinio trapecinio raumens/ Vidurinio trapecinio raumens	4,99±1,77	4,94±1,96	0,456
Viršutinio trapecinio raumens/ Apatinio trapecinio raumens	5,40±1,75	4,94±1,78	0,001
Viršutinio trapecinio raumens /Priekinio dantytojo raumens	1,06±0,23	1,04±0,06	0,048
Apatinio trapecinio raumens /Priekinio dantytojo raumens	0,21±0,06	0,23±0,06	0,001
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų/ Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų	1,05±0,23	1,13± 0,20	0,049
Mažojo krūtinės raumens/ Apatinio trapecinio raumens	5,35±1,54	5,00±1,65	0,011

4.1.2. Kontrolinės grupės pečių lanko raumenų izometrinė jėgos analizė

Kontrolinės grupės tiriamųjų dominuojančios pusės raumenų izometrinė jėga buvo stipresnė nei nedominuojančios, išskyrus vidurinią trapecinio raumens dalį, kur tarp pusių skirtumo nebuvo. Didžiojo krūtinės raumens jėga tarp pusių skyrėsi 0,22±0,36 kg, priekinio dantytojo raumens – 0,56±1,49 kg, mažojo krūtinės raumens – 0,24±1,24 kg, išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų – 0,32±0,94 kg, vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų – 0,06±0,56 kg, apatinės trapecinio raumens dalies – 0,06±0,29 kg ir viršutinės trapecinio raumens dalies – 0,74±0,68 kg. Vertinant plaštakos raumenų jėgą skirtumas tarp pusių buvo tik 0,70±2,67 kg, dominuojanti pusė stipresnė už nedominuojančią. Visose raumenų grupėse izometrinės jėgos skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusių nesiekia 1 kg ir statistiškai reikšmingai tarp pusių skiriasi tik didžiojo krūtinės, priekinio dantytojo raumens ir viršutinės trapecinio raumens dalies izometrinė jėga (4 lentelė).

4 lentelė. Kontrolinės grupės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp pusių.

	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Didžiojo krūtinės raumens jėga, kg	8,40±1,95	8,61±2,04	0,003
Priekinio dantytojo raumens jėga, kg	22,89±5,56	23,46±5,75	0,047
Mažojo krūtinės raumens jėga, kg	17,92±3,76	18,16±3,52	0,306
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	10,92±2,66	11,24±2,35	0,072
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	9,24±1,64	9,30±1,72	0,538
Vidurinio trapecinio raumens jėga, kg	4,17±1,14	4,17±1,19	0,271
Apatinio trapecinio raumens jėga, kg	3,53±1,23	3,59±1,10	0,154
Viršutinio trapecinio raumens jėga, kg	23,27±4,91	24,01±5,05	0,000
Plaštakos jėga, kg	35,03±11,15	35,73±12,20	0,175

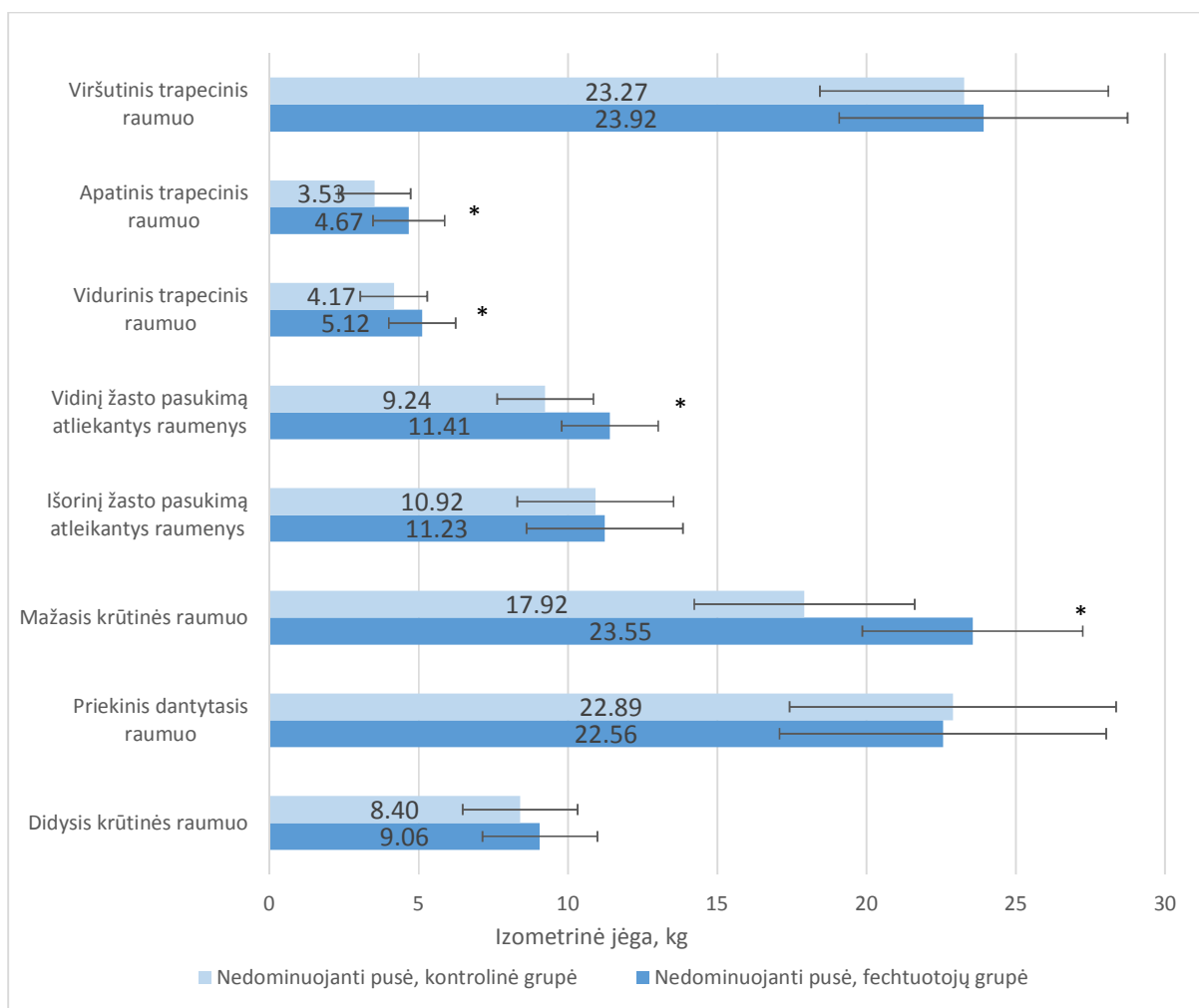
Vertinant antagonistinių raumenų izometrinės jėgos santykius reikšmingų skirtumų tarp kontrolinės grupės dominuojančios ir nedominuojančios pusių nebuvo pastebėta (5 lentelė). Skirtumas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės viršutinės ir vidurinės trapecinio raumens dalių izometrinės jėgos santykio yra $0,13\pm 0,63$, tarp viršutinės ir apatinės trapecinio raumens dalies jėgos santykio – $0,02\pm 0,60$, tarp viršutinės trapecinio raumens dalies ir priekinio dantytojo raumens – $0,01\pm 0,05$, tarp apatinės trapecinio raumens dalies ir priekinio dantytojo raumens izometrinės jėgos santykių skirtumo tarp pusių nebuvo, tarp vidinę ir išorinę žasto rotaciją atliekančių raumenų jis – $0,04\pm 0,14$ o skirtumas tarp mažojo krūtinės raumens ir apatinės trapecinio raumens dalies santykio yra $-0,09\pm 0,66$.

5 lentelė. Kontrolinės grupės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos santykio įvertinimas.

	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Viršutinio trapecinio raumens/Vidurinio trapecinio raumens	5,78±1,21	5,91±0,97	0,251
Viršutinio trapecinio raumens/Apatinio trapecinio raumens	6,99±1,83	6,97±1,64	0,877
Viršutinio trapecinio raumens/Priekinio dantytojo raumens	1,04±0,20	1,05±0,20	0,418
Apatinio trapecinio raumens/Priekinio dantytojo raumens	0,15±0,03	0,15±0,03	0,959
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų/ Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų	0,87±0,18	0,84± 0,10	0,940
Mažąjo krūtinės raumens/Apatinio trapecinio raumens	5,45±1,54	5,37±1,44	0,475

4.1.3. Pečių lanko raumenų izometrinės jėgos palyginimas tarp grupių

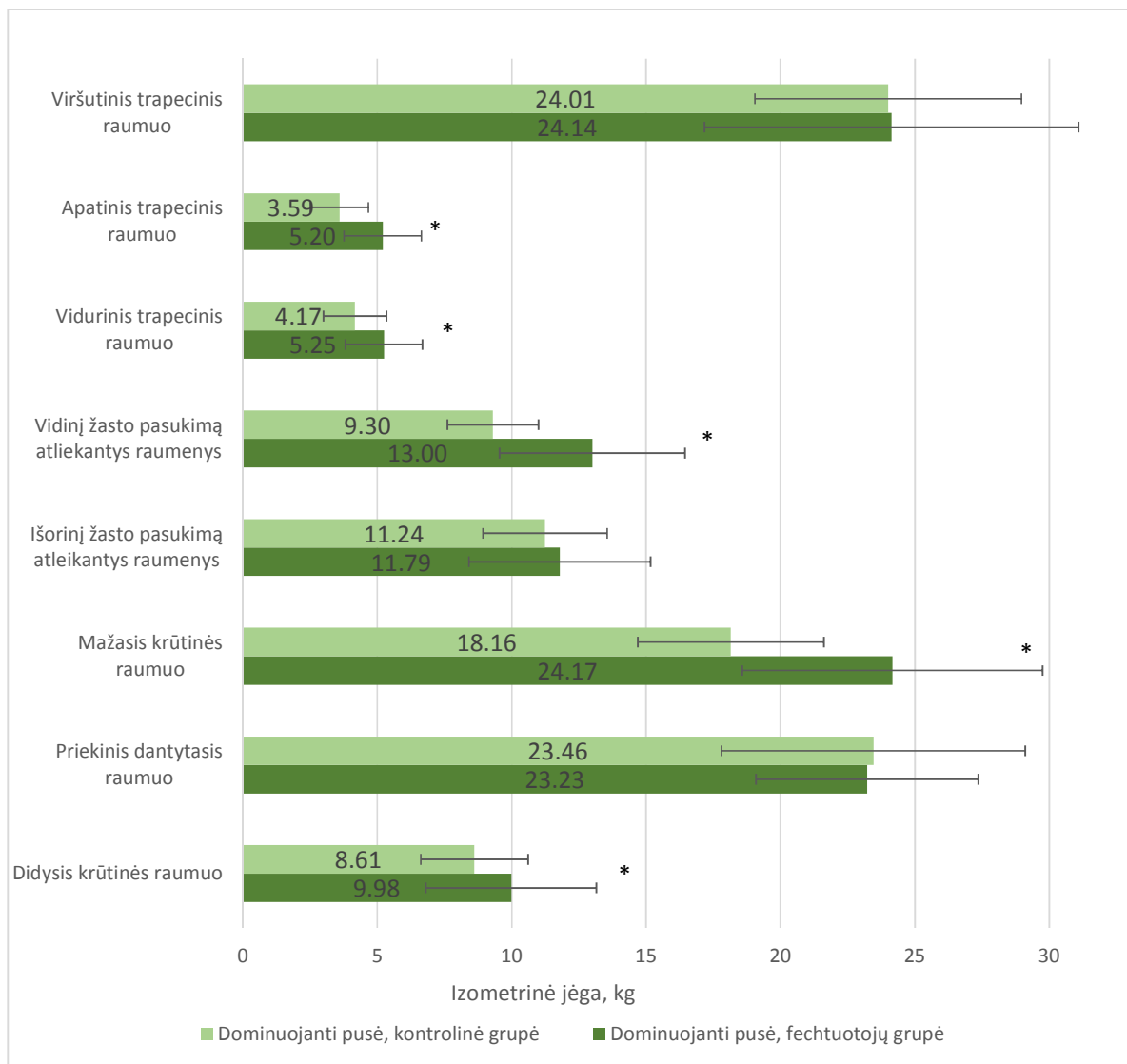
Fechtuotojų grupės visų raumenų, išskyrus priekinį dantytąjį raumenį, izometrinė jėga nedominuojančioje pusėje buvo didesnė nei kontrolinės grupės. Priekinio dantytojo raumens jėga $0,34\pm 1,88$ kg kontrolinėje grupėje didesnė nei tiriamojėje. Tiriamosios grupės didžiojo krūtinės raumens izometrinė jėga didesnė $0,66\pm 0,88$ kg nei kontrolinės grupės, mažąjo krūtinės raumens – $5,63\pm 1,91$ kg, išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų – $0,31\pm 0,32$ kg, vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų – $2,17\pm 0,92$ kg, vidurinės trapecinio raumens dalies – $0,13\pm 0,34$ kg, apatinės trapecinio raumens dalies – $0,47\pm 0,34$ kg ir viršutinės trapecinio raumens dalies jėga tiriamojėje grupėje $0,95\pm 0,31$ kg didesnė nei kontrolinėje. Vertinant nedominuojančios rankos plaštakos raumenų izometrinę jėgą skirtumas grupių buvo $3,13\pm 2,62$ kg, tiriamosios grupės ji buvo didesnė, tačiau statistiškai reikšmingai tarp grupių nesiskyrė ($p>0,05$). Statistiškai reikšmingai skyrėsi nedominuojančios pusės izometrinė jėga tarp grupių keturiose raumenų grupėse: apatinės ir vidurinės trapecinio raumens dalies, vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų bei mažąjo krūtinės raumens (1 pav).



1 pav. Nedominuojančio pusės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp grupių. * - statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių, $p < 0,05$

Dominuojančioje pusėje kaip ir nedominuojančioje tiriamoji grupė pasižymėjo didesne izometrine jėga, išskyrus priekinio dantytojo raumens, jis kontrolinėje grupėje $0,23 \pm 1,62$ kg stipresnis, nei tiriamojoje. Fechtuotojų grupės didžiojo krūtinės raumens izometrinė jėga didesnė $1,37 \pm 1,14$ kg nei kontrolinės grupės, mažojo krūtinės raumens – $6,01 \pm 2,06$ kg, išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų – $0,55 \pm 1,03$ kg, vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų – $3,70 \pm 1,73$ kg, vidurinės trapecinio raumens dalies – $1,08 \pm 0,24$ kg, apatinės trapecinio raumens dalies – $1,61 \pm 0,34$ kg ir viršutinės trapecinio raumens dalies jėga tiriamojoje grupėje $0,23 \pm 1,92$ kg didesnė nei kontrolinėje grupėje. Vertinant dominuojančios rankos plaštakos raumenų izometrinę jėgą skirtumas grupių buvo $5,72 \pm 0,70$ kg, tiriamosios grupės ji buvo didesnė, tačiau statistiškai reikšmingai tarp grupių nesiskyrė ($p > 0,05$). Dominuojančioje pusėje, kaip ir nedominuojančioje, statistiškai reikšmingai tarp grupių skyrėsi apatinės ir vidurinės trapecinio raumens dalies, vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ir mažojo krūtinės raumens izometrinė jėga. Tačiau, priešingai nei

nedominuojančioje pusėje, čia statistiškai reikšmingai skyrėsi ir didžiojo krūtinės raumens izometrinė jėga (2 pav).



2 pav. Dominuojančio pusės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos rodiklių palyginimas tarp grupių. * - statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių, kai $p < 0,05$.

Vertinant pečių juostos raumenų izometrinės jėgos skirtumus tarp stipresnės ir silpnesnės pusės pastebima, jog didesni skirtumai pasireiškia fechtuotojų grupėje. Statistiškai reikšmingai skirtumai tarp grupių nesiskiria tik vertinant priekinio dantytojo, mažojo krūtinės raumens izometrinę jėga bei viršutinės trapecinio raumens dalies jėga (6 lentelė).

6 lentelė. Raumenų izometrinės jėgos skirtumo tarp stipresnės ir silpnesnės pusės palyginimas tarp grupių.

	Fechtuotojų grupė (vidurkis±SD)	Kontrolinė grupė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Didžiojo krūtinės raumens jėga, kg	1,14±0,90	0,33±0,26	0,000
Priekinio dantytojo raumens jėga, kg	0,73±0,82	0,90±1,30	0,717
Mažojo krūtinės raumens jėga, kg	1,00±1,17	0,81±0,94	0,718
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	1,12±1,13	0,57±0,80	0,007
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	2,05±2,35	0,41±0,37	0,000
Vidurinio trapecinio raumens jėga, kg	0,59±0,52	0,29±0,33	0,001
Apatinio trapecinio raumens jėga, kg	0,63±0,64	0,24±0,16	0,000
Viršutinio trapecinio raumens jėga, kg	0,72±0,77	0,76±0,65	0,607
Plaštakos jėga, kg	4,45±3,14	2,10±1,88	0,000

Tiriamosios grupės antagonistinių raumenų asimetrija didesnė nei kontrolinės grupės lyginant tiek dominuojančias, tiek ir nedominuojančias puses. Nėra statistiškai reikšmingo skirtumo tarp grupių tik vertinant trapecinio raumens viršutinės dalies ir priekinio dantytojo raumens izometrinės jėgos santykį tarp nedominuojančių ir tarp dominuojančių pusių (7,8 lentelės).

7 lentelė. Nedominuojančios pusės izometrinės raumenų jėgos santykio palyginimas tarp grupių.

	Nedominuojanti pusė, fechtuotojų grupė (vidurkis±SD)	Nedominuojanti pusė, kontrolinė grupė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Viršutinio trapecinio raumens/ Vidurinio trapecinio raumens	4,99±1,77	5,78±1,21	0,022
Viršutinio trapecinio raumens/ Apatinio trapecinio raumens	5,40±1,75	6,99±1,83	0,001
Viršutinio trapecinio raumens/ Priekinio dantytojo raumens	1,06±0,23	1,04±0,20	0,327
Apatinio trapecinio raumens/ Priekinio dantytojo raumens	0,21±0,06	0,15±0,03	0,000
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų/ Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų	1,05±0,23	0,87± 0,18	0,000
Mažojo krūtinės raumens/ Apatinio trapecinio raumens	5,35±1,54	5,45±1,54	0,399

8 lentelė. Dominuojančios pusės izometrinės raumenų jėgos santykio palyginimas tarp grupių.

	Dominuojanti pusė, fechtuotojų grupė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė, kontrolinė grupė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Viršutinio trapecinio raumens/ Vidurinio trapecinio raumens	4,94±1,96	5,91±1,97	0,001
Viršutinio trapecinio raumens/ Apatinio trapecinio raumens	4,94±1,78	6,97±1,64	0,000
Viršutinio trapecinio raumens/ Priekinio dantytojo raumens	1,04±0,23	1,05±0,20	0,117
Apatinio trapecinio raumens/ Priekinio dantytojo raumens	0,23±0,06	0,15±0,03	0,000
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų/ Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų	1,13± 0,20	0,84± 0,10	0,000
Mažąjo krūtinės raumens/ Apatinio trapecinio raumens	5,00±1,65	5,37±1,44	0,141

4.2. Pečių lanko raumenų ilgio analizė

4.2.1. Fechtuotojų pečių lanko raumenų ilgio analizė

Vertinant tiriamosios grupės mažąjo krūtinės raumens ilgį buvo pastebėta statistiškai reikšminga asimetrija, dominuojančioje pusėje šis raumuo $0,77 \pm 0,89$ cm trumpesnis nei nedominuojančioje. Atsižvelgiant į tiriamųjų ūgį buvo paskaičiuotas mažąjo krūtinės raumens ilgio indeksas, kurio skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės buvo $0,44 \pm 0,50$. Taip pat buvo vertinamas išorinį bei vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis: vidinį sukimą atliekantys raumenys dominuojančioje pusėje $0,97 \pm 6,24$ laipsniais ilgesni nei nedominuojančioje pusėje, o išorinį sukimą atliekantys raumenys dominuojančioje pusėje yra $7,74 \pm 6,69$ laipsniais trumpesni nei nedominuojančioje. Skirtumai tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Fechtuotojų grupės raumenų ilgio palyginimas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės.

	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Mažojo krūtinės raumens ilgis, cm	15,34±2,33	14,68±2,51	0,001
Mažojo krūtinės raumens ilgio indeksas	8,65±1,12	8,28±1,23	0,001
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis, laipsniai	90,45±5,25	91,42±5,06	0,772
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis, laipsniai	57,74±9,39	50,00±11,58	0,000

4.2.2. Kontrolinės grupės pečių lanko raumenų ilgio analizė

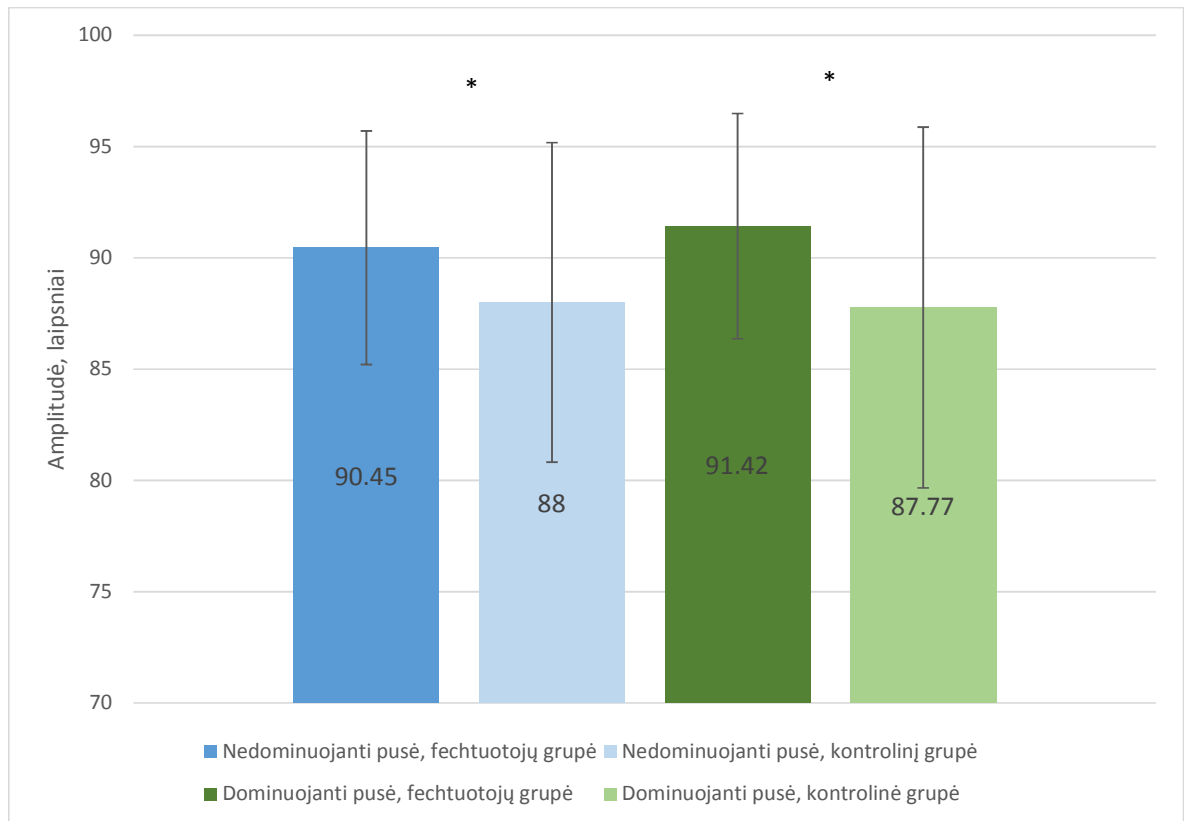
Kontrolinėje grupėje mažasis krūtinės raumuo statistiškai reikšmingai $0,24±0,38$ cm trumpesnis dominuojančioje pusėje nei nedominuojančioje. Atsižvelgiant į tiriamųjų ūgį paskaičiuotas mažojo krūtinės raumens ilgio indeksas ir skirtumas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės yra $0,14±0,21$. Vertinant vidinį ir išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgį statistiškai reikšmingų skirtumų tarp pusių nebuvo, nors vidinę žasto rotaciją atliekantys raumenys nedominuojančioje pusėje $0,23±1,25$ laipsniais ilgesni, nei dominuojančioje. O išorinę žasto rotaciją atliekančių raumenų ilgis tarp pusių nesiskyrė. Skirtumai tarp kontrolinės grupės nedominuojančios ir dominuojančios pusės pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Kontrolinės grupės raumenų ilgio palyginimas tarp pusių.

	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Mažojo krūtinės raumens ilgis, cm	15,10±1,94	14,86±1,96	0,004
Mažojo krūtinės raumens ilgio indeksas	8,64±0,88	8,50±0,91	0,001
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis, laipsniai	88,00±7,30	87,77±8,24	0,340
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis, laipsniai	68,13±3,89	68,13±4,09	0,475

4.2.3. Pečių lanko raumenų ilgio palyginimas tarp grupių

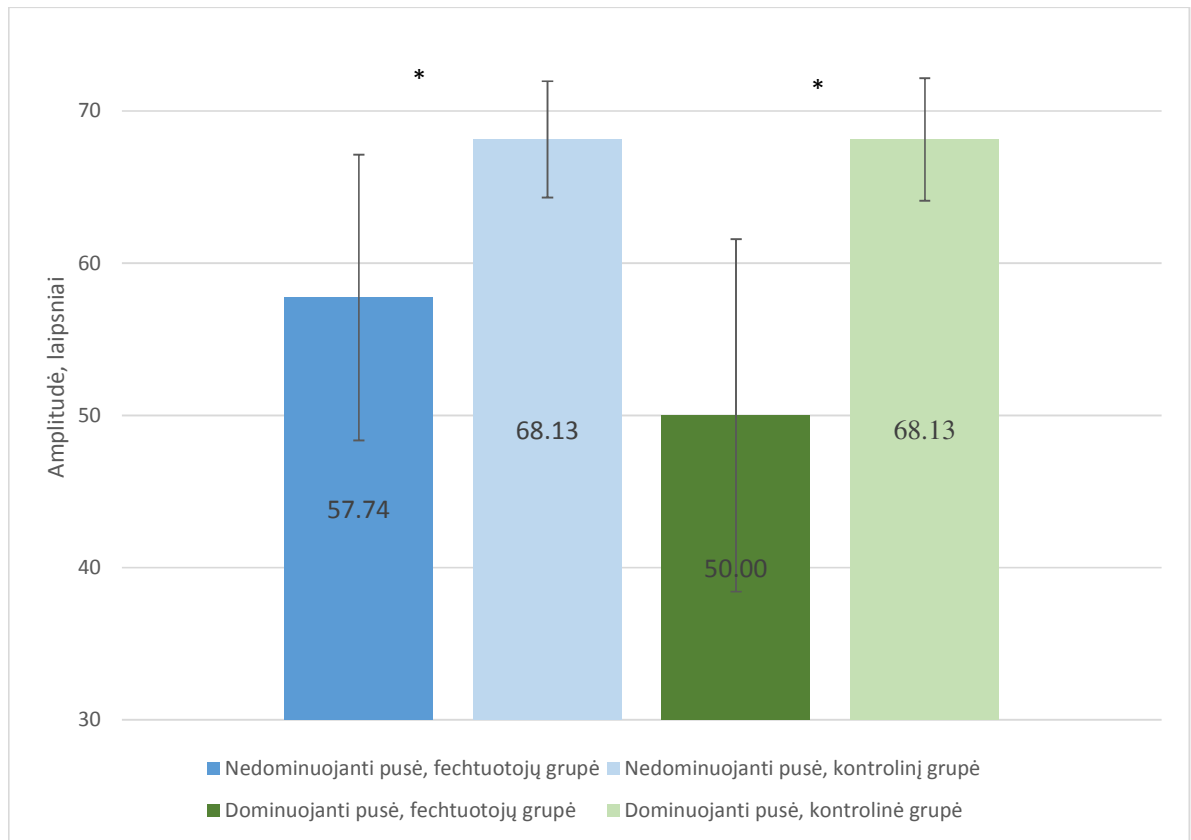
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis fechtuotojų grupėje didesnis nei kontrolinėje tiek nedominuojančioje, tiek ir dominuojančioje pusėse. Skirtumas tarp grupių nedominuojančios pusės vidinį sukimą atliekančių raumenų ilgio buvo $2,45 \pm 2,04$ laipsniai, o dominuojančios pusės – $3,65 \pm 3,18$ laipsniai. Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgiai tarp grupių statistiškai reikšmingai skiriasi nedominuojančioje ir dominuojančioje pusėse ($p < 0,05$) (3 pav).



3 pav. Vidinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgio palyginimas tarp grupių. * - statistiškai reikšmingas skirtumas tarp pusių, kai $p < 0,05$.

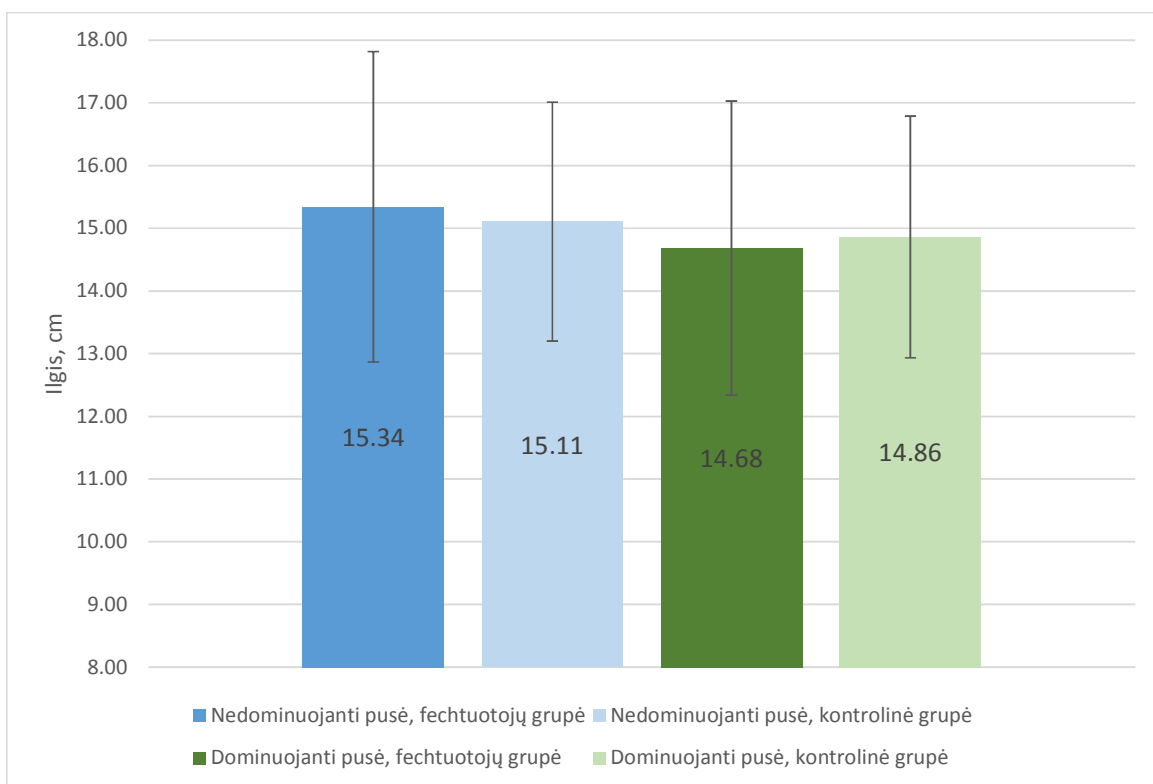
Priešingai nei vidinį žasto sukimą atliekantys raumenys, išorinį žasto sukimą atliekantys raumenys tiriamojoje grupėje nedominuojančioje ir dominuojančioje pusėje yra trumpesni nei kontrolinėje. Skirtumas tarp išorinį sukimą atliekančių raumenų nedominuojančioje pusėje buvo $10,39 \pm 5,50$ laipsniai, dominuojančioje pusėje – $18,13 \pm 7,49$ laipsniai. Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgiai statistiškai reikšmingai tarp grupių skiriasi abiejose pusėse ($p < 0,05$) (4 pav). Asimetrija vertinant žasto išorinį sukimą atliekančių raumenų ilgį yra tik fechtuotojų grupėje, kur

skirtumas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės yra $7,74 \pm 6,69$, o kontrolinėje grupėje šių raumenų ilgiai nesiskiria.



4 pav. Išorinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgio palyginimas tarp grupių. * - statistiškai reikšmingas skirtumas tarp pusių, kai $p < 0,05$.

Vertinant mažojo krūtinės raumens ilgį pastebima asimetrija ir fechtuotojų ir kontrolinėje grupėje, dominuojančioje pusėje šis raumuo yra labiau sutrumpėjęs lyginant su nedominuojančia puse. Didesnė asimetrija stebima tiriamojoje grupėje, kur skirtumas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės yra $0,77 \pm 0,89$ cm, lyginant su kontroline grupe, kur skirtumas tarp pusių yra $0,24 \pm 0,38$ cm. Tarp grupių statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo (5 pav).



5 pav. Mažojo krūtinės raumens ilgio palyginimas tarp grupių.

Įvertinus asimeriją neatsižvelgiant į dominuojančią pusę, paaiškėjo, jog fechtuotojų grupėje visų vertintų pečių lanko raumenų ilgio asimetrija yra statistiškai reikšmingai didesnė nei kontrolinėje grupėje (11 lentelė)

11 lentelė. Raumenų ilgio skirtumų tarp pusių, vertinant tarp ilgesnių ir trumpesnių raumenų, palyginimas tarp grupių.

	Fechtuotojų grupė (vidurkis±SD)	Kontrolinė grupė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
Mažojo krūtinės raumens ilgis, cm	1,10±0,41	0,37±0,05	0,000
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis, laipsniai	4,06±4,78	0,50±1,17	0,000
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis, laipsniai	8,45±5,73	1,07±2,00	0,000

4.3. Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės analizė

4.3.1. Fechtuotojų mentės viršutinio pasisukimo amplitudės analizė

Mentės viršutinio pasisukimo amplitudė tiriamojoje grupėje skirtingose žasto atitraukimo padėtyse buvo asimetrinė. Žastui esant neutralioje padėtyje skirtumas tarp mentės pasisukimo amplitudės buvo $2,06 \pm 2,67$ laipsniai, kai žastas atitrauktas 90 laipsnių kampu skirtumas – $2,26 \pm 3,45$ laipsniai, o kai žastas atitrauktas 180 laipsnių kampu skirtumas – $3,58 \pm 3,98$ laipsniai. Visose žasto padėtyse mentės viršutinio pasisukimo amplitudė tarp pusių statistiškai reikšmingai skyrėsi. Taip pat statistiškai reikšmingai nuo normos skyrėsi ir nedominuojančios pusės mentės viršutinio pasisukimo amplitudė visose žasto atitraukimo padėtyse, o dominuojančioje pusėje tik žastui esant neutralioje padėtyje (12 lentelė).

12 lentelė. Fechtuotojų mentės viršutinio pasisukimo amplitudžių, žastui esant skirtingose padėtyse, palyginimas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės.

Žasto atitraukimo amplitudė, laipsniai	Nedominuojanti pusė (vidurkis \pm SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis \pm SD)	p – reikšmingumo lygmuo
0	$4,32 \pm 3,23^*$	$2,07 \pm 2,67^*$	0,001
90	$28,32 \pm 4,61^*$	$30,58 \pm 2,90$	0,003
180	$55,45 \pm 3,03^*$	$59,03 \pm 2,64$	0,000

* - statistiškai reikšmingai skiriasi nuo normos, kai $p < 0,05$.

4.3.2. Kontrolinės grupės mentės viršutinio pasisukimo amplitudės analizė

Mentės viršutinio pasisukimo amplitudė kontrolinėje grupėje žastui esant neutralioje padėtyje tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės skyrėsi $0,23 \pm 2,36$ laipsniais, kai žastas atitrauktas 90 laipsnių kampu mentės pasisukimo amplitudės skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės buvo $1,20 \pm 2,71$ laipsnių, ir žastui esant atitrauktam 180 laipsnių kampu skirtumas buvo – $1,07 \pm 5,95$ laipsniai. Mentės viršutinio pasisukimo amplitudė tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės statistiškai reikšmingai skyrėsi tik, kai žastas atitrauktas 90 laipsnių kampu. Kontrolinėje grupėje mentės pasisukimo amplitudė abejose pusėse visose žasto padėtyse statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo normų (13 lentelė).

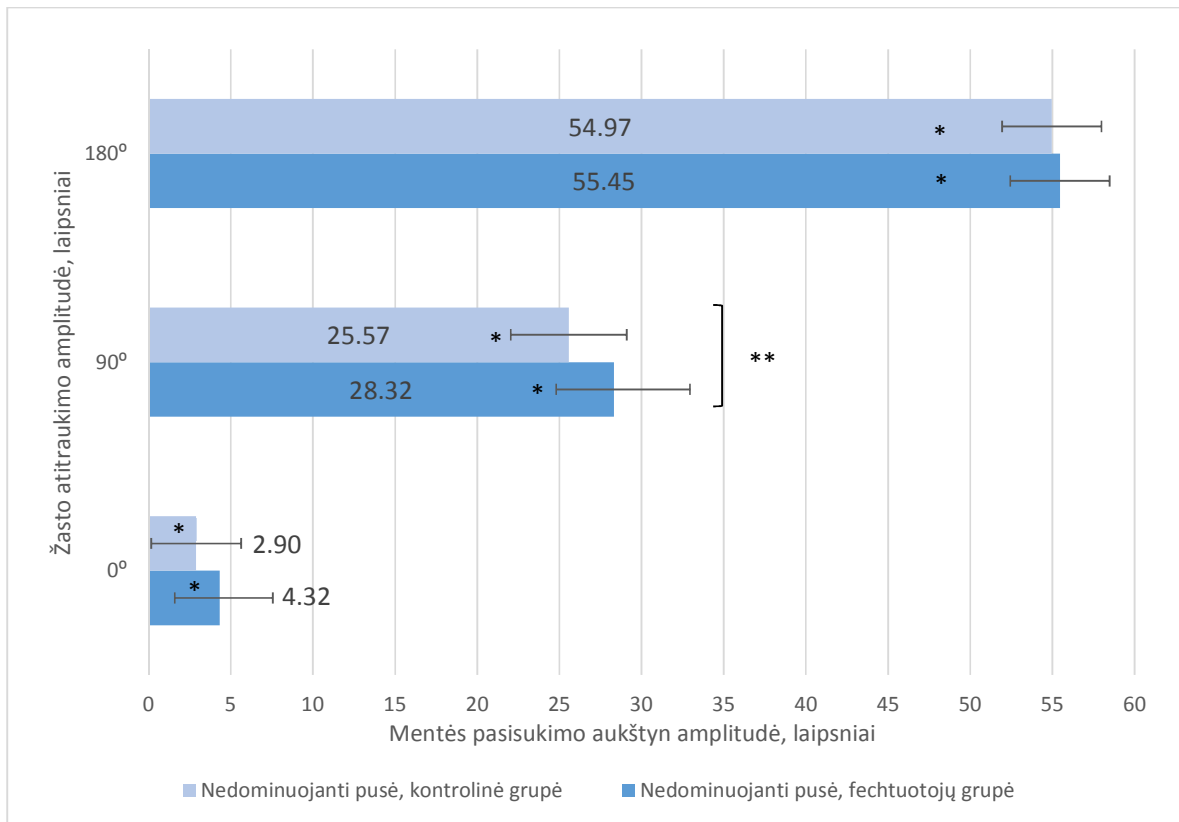
13 lentelė. Kontrolinės grupės mentės viršutinio pasisukimo amplitudžių, žastui esant skirtingose padėtyse, palyginimas tarp nedominuojančios ir dominuojančios pusės.

Žasto atitraukimo amplitudė, laipsniai	Nedominuojanti pusė (vidurkis±SD)	Dominuojanti pusė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
0	2,90±2,78*	2,67±2,32*	0,592
90	25,57±3,59*	26,77±2,08*	0,022
180	54,97±3,07*	56,03±6,94*	0,334

* - statistiškai reikšmingas skiriasi nuo normos, kai $p < 0,05$.

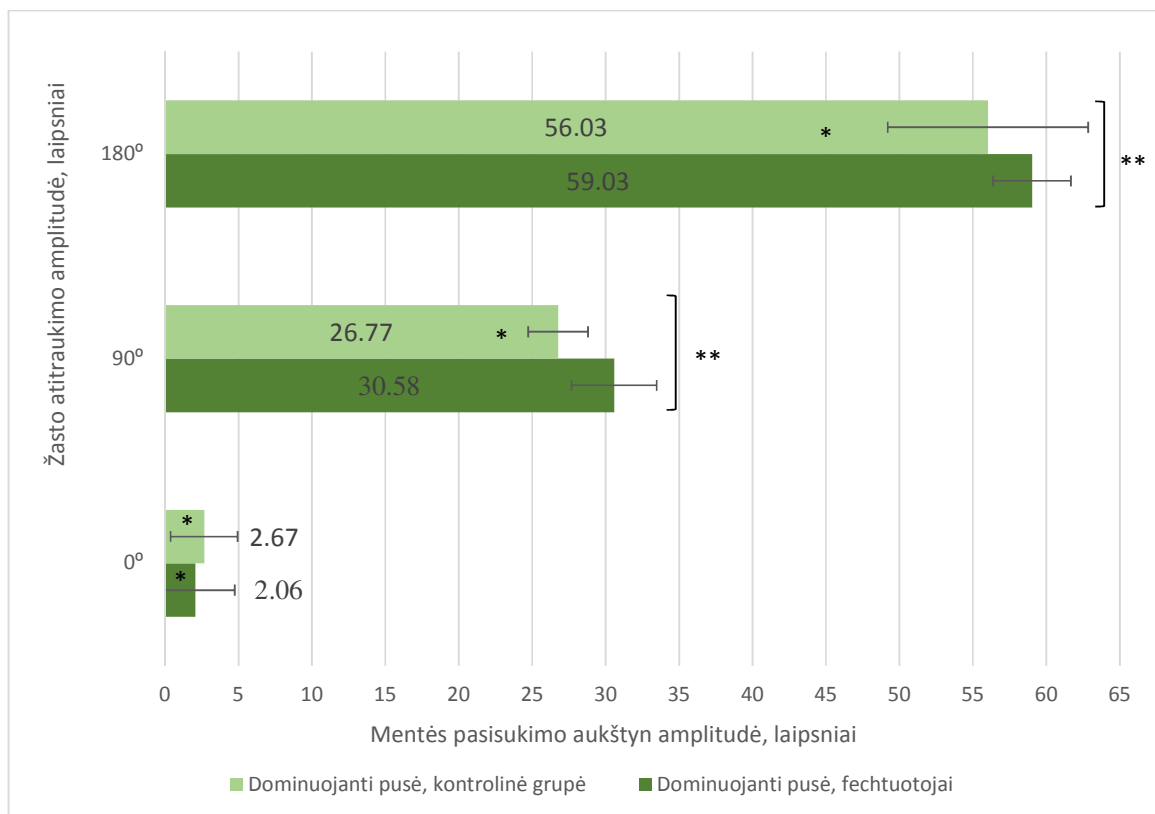
4.3.3. Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės palyginimas tarp grupių

Mentės viršutinio pasisukimo skirtumas tarp grupių nedominuojančios pusės žastui esant neutralioje padėtyje yra $1,42 \pm 0,45$ laipsniai, žastui esant atitrauktam 90 laipsnių kampu skirtumas – $2,76 \pm 1,03$ laipsniai ir žastui esant atitrauktam 180 laipsnių kampu skirtumas – $0,48 \pm 0,04$ laipsniai. Nedominuojančioje pusėje statistiškai reikšmingai tarp grupių skiriasi tik mentės viršutinio pasisukimo amplitudė žastui esant atitrauktam 90 laipsnių kampu (6 pav). Nuo normos tiriamosios grupės nedominuojančios pusės mentės pasisukimo amplitudė žastui esant neutralioje padėtyje skiriasi 4,32 laipsniais, o kontrolinės – 2,90 laipsniais, žastui esant atitrauktam 90 laipsnių kampu tiriamojoje grupėje – 1,68 laipsniais, kontrolinės grupės – 4,43 laipsniais ir žastui esant atitrauktam 180 laipsnių kampu tiriamojoje grupėje – 4,55 laipsniais, kontrolinėje grupėje – 5,03 laipsniais.



6 pav. Nedominuojančios pusės mentės – žasto ritmo rodiklių palyginimas tarp grupių. ** - statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių, kai $p < 0,05$. * - statistiškai reikšmingas skirtumas nuo normos, kai $p < 0,05$.

Skirtumas tarp grupių dominuojančios pusės mentės viršutinio pasisukimo amplitudės žastui esant neutralioje padėtyje yra $0,60 \pm 0,35$ laipsniai, žastui esant atitrauktam 90 laipsnių kampu skirtumas – $3,81 \pm 0,82$ laipsniai ir žastui esant atitrauktam 180 laipsnių kampu skirtumas – $3,00 \pm 2,30$ laipsniai. Statistiškai reikšmingai tarp grupių dominuojančioje pusėje mentės pasisukimo amplitudė skiriasi žastui esant atitrauktam 90 ir 180 laipsnių kampu (7 pav). Nuo normos tiriamosios grupės dominuojančios pusės mentės padėtis žastui esant neutralioje padėtyje skiriasi 2,06 laipsniais, o kontrolinės – 2,67 laipsniais, žastui esant atitrauktam 90 laipsnių kampu tiriamojoje grupėje – 0,58 laipsniais, kontrolinėje grupėje – 3,23 laipsniais ir žastui esant atitrauktam 180 laipsnių kampu tiriamojoje grupėje – 0,97 laipsniais, kontrolinėje grupėje – 3,97 laipsniais.



7 pav. Dominuojančios pusės mentės – žasto ritmo rodiklių palyginimas tarp grupių. ** - statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių, $p < 0,05$. * - statistiškai reikšmingas skirtumas nuo normos, $p < 0,05$.

Įvertinus mentės viršutinio pasisukimo simetriją, paaiškėjo, jog skirtumas tarp menčių pasisukimo amplitudžių yra statistiškai reikšmingai didesnis fechtuotojų grupėje (14 lentelė).

14 lentelė. Mentės pasisukimo aukštyn amplitudžių skirtumo tarp pusių palyginimas tarp grupių.

Žasto atitraukimo amplitudė, laipsniai	Fechtuotojų grupė (vidurkis±SD)	Kontrolinė grupė (vidurkis±SD)	p – reikšmingumo lygmuo
0	2,90±2,10	1,50±1,81	0,002
90	3,48±2,16	2,20±1,95	0,003
180	3,65±2,32	2,27±1,51	0,020

4.4. Fechtuotojų pačių juostos raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos jėgos sąsajos

Vertinant tiriamosios grupės pečių juostos raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos izometrinės jėgos koreliacinius ryšius, buvo gauti statistiškai reikšmingi rezultatai dominuojančioje ir nedominuojančioje pusėse visose raumenų grupėse, išskyrus mažąjį krūtinės raumenį. Visose raumenų grupėse pastebimas vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys tarp pečių juostos raumenų izometrinės jėgos ir palaštakos jėgos (5 lentelė).

15 lentelė. Fechtuotojų pečių juostos raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos izometrinės jėgos tarpusavio ryšys.

	Plaštakos jėga, kg			
	Nedominuojanti pusė		Dominuojanti pusė	
	r – koreliacijos koeficientas	p – reikšmingumo lygmuo	r – koreliacijos koeficientas	p – reikšmingumo lygmuo
Didžiojo krūtinės raumens jėga, kg	0,597	0,000	0,603	0,000
Priekinio dantytojo raumens jėga, kg	0,479	0,006	0,461	0,009
Mažojo krūtinės raumens jėga, kg	0,294	0,108	0,330	0,070
Išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	0,654	0,000	0,516	0,001
Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų jėga, kg	0,503	0,004	0,595	0,000
Vidurinio trapecinio raumens jėga, kg	0,532	0,002	0,444	0,012
Apatinio trapecinio raumens jėga, kg	0,621	0,000	0,434	0,015
Viršutinio trapecinio raumens jėga, kg	0,557	0,001	0,635	0,000

5. REZULTATŲ APTARIMAS

Raumenų jėgos rodiklių aptarimas. Atlikus tyrimą ir įvertinus fechtuotojų pečių lanko raumenų izometrinę jėgą pastebimas raumenų jėgos skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės. Dominuojanti pusė sportininkų grupėje stipresnė. Nors jėgos skirtumai pasireiškia ir nesportuojantiems žmonėms, tačiau fechtuotojų jėgos asimetrija tarp pusių statistiškai reikšmingai didesnė. Tokie rezultatai leidžia manyti, jog asimetrinė sporto šakos padėtis daro neigiamą įtaką raumenų tarpusavio sąveikai.

Nėra atlikta tyrimų, kuriuose būtų vertinta fechtuotojų pečių juostos raumenų jėga ir asimetrija, tačiau pečių juostos raumenų jėgos asimetrija kaip ir mūsų atliktame tyrime buvo stebima ir vertinant kitų sporto šakų, kuriose atliekami pakartotiniai judesiai rankomis, atstovų raumenų jėgą.

Vertinant tenisininkų pečių juostos raumenų jėgą rankiniu dinamometru, kaip ir mūsų atliktame tyrime, dominuojančios pusės raumenų jėga buvo didesnė nei nedominuojančios, tai pasireiškė ir fechtuotojų grupėje [83]. Žastą į vidų sukančių raumenų jėgos skirtumai tarp pusių pasireiškia ir tinklininkams, vertinant izokinetiniu dinamometru, dominuojanti pusė buvo stipresnė, tačiau žastą į vidų sukančių raumenų jėgos asimetrija tarp pusių nebuvo reikšminga [5]. Šie rezultatai skiriasi nuo mūsų tyrime gautų rezultatų, nes fechtuotojų grupėje tiek žastą į vidų, tiek ir į išorę sukančių raumenų jėga tarp pusių skyrėsi reikšmingai. Tokie skirtingi rezultatai gali būti gaunami dėl skirtingos sportinių judesių specifikos. Be to, tyrimais įrodyta, jog sportininkams, sportinėje veikloje atliekantiems pasikartojančius judesius rankomis, atsiranda pečių juostos funkcijos pakitimai pasireiškiantys padidėjusia viršutinės trapecinio raumens dalies jėga bei sumažėjusia priekinio dantytojo raumens bei apatinės trapecinio raumens dalies jėga [84]. Tokie raumenų jėgos pasikeitimai stebimi ir fechtuotojų grupėje.

Tyrime buvo vertinamas antagonistinių raumenų santykis dominuojančioje ir nedominuojančioje pusėse. Fechtuotojų grupėje santykiai statistiškai reikšmingai skyrėsi, tai parodo, kad raumenų jėga dėl sporto šakos specifikos skiriasi ne tik tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės, bet ir tarp antagonistinių raumenų. Panašus antagonistinių raumenų jėgos santykių vertinimas buvo atliktas ir Cools tyrime, kur buvo vertinama tenisininkų jėga, ir gauti rezultatai buvo panašūs į šio tyrimo rezultatus [83]. Žasto išorinį ir vidinį sukimą atliekančių raumenų bei mažojo krūtinės raumens ir apatinės trapecinio raumens dalies jėgos santykiai tyrimuose nebuvo nagrinėti, nors šie raumenys yra svarbūs antagonistiniškai veikiantys raumenys užtikrinantys peties sąnario bei mentės stabilumą [40,85]. Fechtuotojų mažojo krūtinės raumens izometrinė jėga didesnė už apatinio trapecinio raumens jėga apie penkis kartus. Sutrikusi šių raumenų tarpusavio sąveikai gali pakisti mentės padėtis, o tai daro įtaką pečių juostos judesių efektyviam atlikimui ir gali nulemti traumos atsiradimą [40].

Raumenų ilgio rodiklių aptarimas. Tyrime buvo vertintas fechtuotojų mažojo krūtinės raumens ir vidinį bei išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis ir jo skirtumas tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės. Įvertinus mažojo krūtinės raumens ilgį tyrime buvo pastebėta, jog fechtuotojų dominuojančioje pusėje šis raumuo sutrumpėjęs labiau nei nedominuojančioje. Tokius pat rezultatus pateikia ir kiti mokslininkai, tyrinėję sportininkų, atliekančių pakartotinius judesius, raumenų ilgio asimetriją [73-75, 83]. Cools atliktame tyrime buvo vertinamas mažojo krūtinės raumens ilgio indeksas ir gauti rezultatai parodė, jog tenisininkų mažojo krūtinės raumens ilgio indeksas (nedominuojančioje pusėje $7,9 \pm 0,4$, dominuojančioje pusėje $7,1 \pm 0,4$) yra šiek tiek mažesnis nei fechtuotojų (nedominuojančioje pusėje $8,64 \pm 0,88$, dominuojančioje pusėje $8,50 \pm 0,91$) [83]. Mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas yra vertinamas kaip veiksnys, galintis nulemti traumos atsiradimą dėl pakitusios mentės padėties, kai mentė pasisuka į priekį [70,86]. Dėl šio raumens sutrumpėjimo pradžioje gali pasireikšti peties skausmas, o po to ir atsirasti peties ankštumo sindromas [70]. Tyrimuose teigiama, jog mažojo krūtinės raumens sutrumpėjimas gali būti susijęs su pakartotiniais mentės atitraukimo judesiais sportinėje veikloje ar ilgalaikės statinės padėties išlaikymu raumens sutrumpėjimo padėtyje [69,75]. Tyrime gauti rezultatai parodo, jog fechtuotojai, dėl sutrumpėjusio dominuojančios pusės mažojo krūtinės raumens, turi tikimybę patirti peties skausmus, gali pasireikšti kitos patologijos ar traumos.

Išorinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgio sumažėjimas pasireiškia sumažėjusiu vidinio žasto pasukimo amplitudės sumažėjimu. Šis amplitudės sumažėjimas dominuojančioje pusėje nustatomas daugeliui sportininkų, atliekančių pakartotinius judesius rankomis sportinėje veikloje [87-90], tai buvo pastebima ir fechtuotojų grupėje. Moreno-Perez ir bendraautorijų atliktame tyrime, buvo vertinta tenisininkų žasto pasukimo amplitudės: nedominuojančioje pusėje vidinio pasukimo amplitudė buvo $58,6 \pm 11,8$ laipsniai, o dominuojančioje – $45,8 \pm 12,1$ laipsniai [90]. Tuo tarpu fechtuotojų grupėje šios amplitudės atitinkamai buvo $57,74 \pm 9,39$ ir $50,00 \pm 11,58$ laipsnių. Palyginus šiuos rezultatus pastebima, jog fechtuotojų grupėje asimetrija tarp išorinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgio yra mažesnė nei tenisininkų grupėje. Borsa su bendraautoriais įvertinęs keleto sporto šakų atstovus, kurie sportinėje veikloje atlieka pakartotinius judesius rankomis, nustatė, kad vidutinis žasto išorinį pasukimą atliekančių raumenų ilgio skirtumas tarp pusių yra 10 ± 2 laipsniai [88], fechtuotojų grupėje šis skirtumas yra mažesnis, $8,45 \pm 5,73$ laipsniai. Kai vidinio žasto pasukimo amplitudė sumažėja daugiau 20 laipsniu nustatomas peties sąnario vidinio pasisukimo deficitas (*angl. Glenohumeral internal rotation deficit, GIRD*), dėl kurio gali atsirasti peties sąnario ankštumo sindromas ir sąnario nestabilumas [59].

Vidinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgis fechtuotojų grupėje tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Dažniausiai dominuojančioje pusėje šie

raumenys būna prailgėję metimus atliekantiems sportininkams. Tai vertinama, kaip funkcinis prisitaikymas prie fizinės veiklos siekiant sugeneruoti kuo didesnę jėgą metimų metu, nors toks raumenų prailgėjimas yra susijęs ir su peties nestabilumo sindromu [73-75, 88].

Mentės viršutinio pasisukimo amplitudės rodiklių aptarimas. Žasto ir mentės darnus judėjimas keliant ranką vadinamas mentės – žasto ritmu. Judesiai rankomis gali būti atliekami efektyviai tik tuomet, kai mentė yra tinkamoje padėtyje ir dirba sinchroniškai su žastu. Daugelyje tyrimų teigiama, jog esant sutrikusiam ir nesinchroniškam mentės judėjimui pakinta ir blogėja sportinių judesių atlikimas rankomis ir padidėja viršutinių galūnių traumų tikimybė sportininkams, atliekantiems pakartotinius judesius rankomis [91-93]. Įvertinus fechtuotojų grupės mentės pasisukimą į viršų skirtingose žasto padėtyse paaiškėjo, jog dominuojančios pusės, kuri labiausiai apkraunama fechtavimosi metu, mentės padėtis yra taisyklingesnė ir atitinka rekomenduojamą mentės pasisukimo amplitudę, priešingai nei nedominuojančios pusės. Tai parodo, kad sporto šakos specifika suteikia mentei stabilumą ir tinkamą mobilumą atliekant veiksmus rankomis, tačiau dėl vienos pusės įtraukimo į darbą atsiranda asimetrija tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės mentės padėties.

Nėra atlikta tyrimų, vertinančių fechtuotojų mentės pasisukimo į viršų amplitudės rodiklius skirtingose žasto padėtyse, todėl gautus rezultatus galima lyginti tik su tyrimais, kurie atlikti su kitų sporto šakų atstovais, kurie sportinėje veikloje atlieka pakartotinius judesius rankomis. Hosseinimehr ir bendraautorių atliktame tyrime buvo vertinta dominuojančios ir nedominuojančios pusės rankininkų ir tinklininkų mentės pasisukimo amplitudė. Kaip ir mūsų atliktame tyrime buvo stebima asimetrija tarp dominuojančios ir nedominuojančios pusės menčių padėties visose žasto atitraukimo padėtyse ir dominuojančioje pusėje mentės viršutinio pasisukimo amplitudė buvo didesnė, nei nedominuojančioje [94]. Jau minėtame Cools ir bendraautorių atliktame tyrime buvo vertinta tenisininkų mentės pasisukimo į viršų amplitudė žastui esant neutralioje padėtyje, atitrauktam 90 ir 180 laipsnių kampu, kaip ir mūsų tyrime [83]. Nedominuojančioje pusėje tenisininkų mentės pasisukimo amplitudės visose žasto atitraukimo padėtyse atitinkamai buvo $3,5 \pm 2,6$; $24,2 \pm 6,2$, $53 \pm 7,8$ laipsniai, o fechtuotojų grupėje – $4,32 \pm 2,23$; $28,32 \pm 4,61$, $55,45 \pm 3,03$ laipsniai. Dominuojančioje pusėje tenisininkų mentės padėtis visose žasto atitraukimo padėtyse atitinkamai buvo $5,2 \pm 4$; $29,2 \pm 10,4$; $54,1 \pm 9,1$ laipsniai, o fechtuotojų grupėje – $2,06 \pm 2,67$; $30,58 \pm 2,90$, $59,03 \pm 2,64$ laipsniai. Dominuojančioje pusėje fechtuotojų mentės padėtis yra taisyklingesnė nei tenisininkų, kaip ir nedominuojančioje, išskyrus vertinant mentės padėtį žastui esant neutralioje padėtyje, kurioje fechtuotojų grupėje mentės padėtis labiausiai neatitinka normos, kuri yra 0 laipsnių.

Nors prieš tai aptartuose raumenų izometrinės jėgos rezultatuose matoma dominuojančios pusės raumenų jėgos asimetrija galinti pakeisti mentės padėtį, stebint mentės – žasto ritmo rodiklius

tokie pasikeitimai nepastebėti. Tokie rezultatai gali būti dėl to, kad vertintas tik vienas mentės judesys, reikėtų įvertinti ir daugiau mentės padėties rodiklių, kurie tiksliau parodytų mentės padėties ir aplinkinių raumenų sąveiką.

Pečių lanko raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos jėgos sąsajų aptarimas. Sportininkų grupėje buvo vertintas koreliacinis ryšys tarp pečių juostos raumenų izometrinės jėgos ir plaštakos izometrinės jėgos. Visose raumenų grupėse buvo pastebėtas vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys, išskyrus vertinant mažojo krūtinės raumens izometrinės jėgos ir plaštakos jėgos sąsajas. Tai reiškia, kad esant didesnei pečių juostos raumenų jėgai, tiesiogiai didėja ir plaštakos jėgos rodikliai. Sąsajos tarp pečių juostos raumenų jėgos ir plaštakos jėgos nagrinėjamos tik keliuose tyrimuose. Dviejuose tyrimuose sąsajos tarp šių struktūrų jėgos rastos vertinant pacientus po insulto [95] ar sergančius išsėtine skletoze [96]. Mandalidis ir O'Brien vertino sąsajas tarp koledžo atletų plaštakos izometrinės jėgos ir žasto išorinio bei vidinio pasukimo ir atitraukimo izokinetinės jėgos. Statistiškai reikšmingas ryšys buvo gautas tarp plaštakos ir visų šių rankos judesių jėgos [97].

6. IŠVADOS

1. Fechtuotojų grupėje statistiškai reikšmingai stipresni yra šie dominuojančios pusės raumenys: didysis krūtinės, priekinis dantytasis, mažasis krūtinės, išorinį ir vidinį žasto sukimą atliekantys raumenis, apatinė ir viršutinė trapecinio raumens dalys ir plaštakos raumenys. Fechtuotojų grupėje statistiškai reikšmingai tarp pusių skiriasi mažojo krūtinės raumens ir išorinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ilgis. Tiriamosios grupės mentės pasisukimo į viršų amplitudė visose žasto padėtyse statistiškai reikšmingai skiriasi tarp dominuojančios ir nedominuojančios, o nuo normos statistiškai reikšmingai nesiskiria tik dominuojančios pusės mentės padėtis atitraukus žastą 90 ir 180 laipsnių kampu.

2. Fechtuotojų grupėje mažasis krūtinės raumuo, trapecinio raumens vidurinė ir apatinė dalis bei vidinį žasto sukimą atliekantys raumenys statistiškai reikšmingai stipresni dominuojančioje ir nedominuojančioje pusėse nei nesportuojančių asmenų. Didysis krūtinės raumuo fechtuotojų grupėje stipresnis nei kontrolinės grupės tik dominuojančioje pusėje ($p < 0,05$). Priekinio dantytojo raumens, išorinį žasto pasukimą atliekančių raumenų ir viršutinės trapecinio raumens dalies jėga statistiškai reikšmingai nesiskiria tarp grupių ir nedominuojančioje, ir dominuojančioje pusėje. Vidinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis fechtuotojų grupėje didesnis nei kontrolinėje grupėje abiejose pusėse, o išorinį žasto sukimą atliekančių raumenų ilgis – mažesnis ($p < 0,05$). Mažojo krūtinės raumens ilgis statistiškai reikšmingai tarp grupių nesiskyrė nei nedominuojančioje, nei dominuojančioje pusėje. Mentės viršutinio pasisukimo amplitudė žastui esant neutralioje padėtyje tarp grupių nesiskiria abiejose pusėse ($p > 0,05$), o kai žastas atitrauktas 90 laipsnių kampu – mentės pasisukimo amplitudė abiejose pusėse reikšmingai skiriasi ($p < 0,05$), žastui esant atitrauktam 180 laipsnių kampu mentės padėtis statistiškai reikšmingai tarp grupių skiriasi tik dominuojančioje pusėje. Taisyklingiausia mentės padėtis yra fechtuotojų dominuojančioje pusėje, kur nuo normos statistiškai reikšmingai skiriasi tik mentės pasisukimo amplitudė, kai žastas yra neutralioje padėtyje. Fechtuotojų nedominuojančioje pusėje bei nesportuojančių grupės abiejose pusėse mentės viršutinio pasisukimo amplitudė statistiškai reikšmingai skiriasi nuo normos.

3. Fechtuotojų didžiojo krūtinės, priekinio dantytojo raumens, išorinį bei vidinį žasto pasukimą atliekančių raumenų bei trapecinio raumens izometrinė jėga tiesiogiai susijusi su plaštakos raumenų izometrine jėga.

7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Fechtuotojams rekomenduojama stebėti raumenų funkcinę būklę siekiant išvengti lėtinių traumų. Tyrime taikyti metodai atskleidžia pečių juostos raumenų jėgos ir ilgio bei mentės padėties pasikeitimus ir gali būti naudojami praktikoje.

2. Atsižvelgiant į tyrime gautus rezultatus fechtuotojams į treniruočių programą rekomenduojama įtraukti nedominuojančios pusės pečių juostos raumenis stiprinančius pratimus, taip pat šios pusės mentės stabilizavimo pratimus. Atsižvelgiant į antagonistinių raumenų tarpusavio sąveikos sutrikimus rekomenduojama daugiau dėmesio skirti apatinės ir vidurinės trapecinio raumens dalies stiprinimui. Svarbu atlikti ir tepimo pratimus mažajam krūtinės raumeniui ir žasto sukimą į išorę atliekantiems raumenims, siekiant išvengti netaisyklingos mentės padėties ir peties sąnario traumų.

LITERATŪROS SARAŠAS

1. Roi GS, Bianchedi D. The Science of Fencing: Implications for Performance and Injury Prevention. 2008 *Sports Med*; 38 (6): 465-481
2. de Witt B, Venter R. The 'Bunkie' test: Assessing functional strength to restore function through fascia manipulation. 2009 *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 13, 81–88.
3. Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA. Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms. 2005 *Journal of Athletic Training*;40(2):104–110
4. Myers TW. *Anatomy Trains: Myofascial meridians for manual and movement therapists*; 2009 Second edition. Elsevier.
5. Hadzic V, Sattler T, Veselko M, Markovic G, Dervisevic E. Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. *J Athl Train*. 2014;49(3):338-44.
6. Merolla G, Santis E, Campi F, Paladini P, Porcellini G. Supraspinatus and infraspinatus weakness in overhead athletes with scapular dyskinesis: strength assessment before and after restoration of scapular musculature balance. 2010 *Musculoskelet Surg* 94:119–125.
7. Shirey M, Hurlbutt M, Johansen N, King GW, Wilkinson SG, Hoover DL. The influence of core musculature engagement on hip and knee kinematics in women during single leg squatting. 2012 *The International Journal of Sports Physical Therapy* 7(1),1.
8. Frohm A, Heijne A, Kowalski J, Svensson P, Myklebust. A nine-test screening battery for athletes: a reliability study. 2011 *J Med Sci Sports*.
9. Nyström J, Lindvall O, Ceci R. Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *Int J Sports Med* 1990; 11: 136-9
10. Natta F, Nouillot P. Searching for characteristic variables of first step in 'target' sabre fencer. XXIV Congrès de la Société de Biomécanique; 2004 Sep 8-10; Creteil: 70
11. Frère J, Nüesch C, Fischer M, Göpfert B, Wirz D, Friederich NF. Shoulder muscles coordinatin of the weapon side during a fencing attack: the fleche. 2008 *Journal of Biomechanics* 41(1)
12. Borysiuk Z, Piechota K, Minkiewicz T. Analysis of performance of the fencing lunge with regard to the difficulty level of a technical-tactical task. 2013 *Journal of Combat Sports and Martial Arts* 2(2); 4, 135-139.
13. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renström PAFH, Aubry JM, Dvorak J. Sports Injuries During the Summer Olympic Games 2008. 2009 *J Sports Med* 37.

14. Harmer P. Incidence and characteristics of time-loss injuries in competitive fencing: A prospective, 5-year study of national competitions. 2008 *Clinical Journal of Sports Medicine* 18(2), 137–142.
15. Koutedakis Y, Ridgeon A, Sharp NCC. Seasonal variation of selected performance parameters in épée fencers. *Br J Sports Med* 1993; 27: 171-4
16. Cools AMJ, Struyf F, Mey KD, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. 2014 *Br J Sports Med*;48:692–697.
17. Tate AR, McClure PW, Kareha S, Irwin D. Effect of the scapula reposition test on shoulder impingement symptoms and elevation strength in overhead athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008 38:4–11
18. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med* 2008; 26: 325-37
19. Kibler WB, Uhl TL, Maddux JWQ. Qualitative evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11: 550-6
20. Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 142-51
21. Kibler WB, Sciascia A, Dome D. Evaluation of apparent and absolute supraspinatus strength in patients with shoulder injury using the scapular retraction test. *Am J Sports Med* 2006; 34: 1643-7
22. Ellen MI, Gilhool JJ, Rogers DP. Scapular instability: the scapulothoracic joint. *Phys Med Rehab Clin North Am* 2000;11: 755-70.
23. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes: the ‘dead arm’ revisited. *Clin Sports Med* 2000; 19: 125-58
24. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med* 2005; 33: 263-71
25. Schlegel TF, Burks RT, Marcus RL. A prospective evaluation of untreated acute grade 3 acromioclavicular separations. *Am J Sports Med* 2001;29:699–703.
26. Wassinger CA, Sole G, Osborne H. Clinical measurement of scapular upward rotation in response to acute subacromial pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013;43:199–203.
27. Morais NV, Pascoal AG. Scapular positioning assessment: is side-to-side comparison clinically acceptable? *Man Ther* 2013;18:46–56.
28. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med* 2005;33:263–71.

29. Timmons MK, Thigpen CA, Seitz AL. Scapular kinematics and subacromial impingement syndrome: a meta-analysis. *J Sport Rehabil* 2012;21:354–70.
30. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyogr Kinesiol* 2006;16:224–35.
31. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR. Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:485–94.
32. Cools A, Johansson FR, Cambier DC. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength, and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med* 2010;44:678–84.
33. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *J Electromyogr Kinesiol* 2006;16:224–35.
34. Lewis JS, Wright C, Green A. Subacromial impingement syndrome: the effect of changing posture on shoulder range of movement. *J Orthopa Sports Phys Ther* 2005;35:72–87.
35. Kalra N, Seitz AL, Boardman ND III. Effect of posture on acromiohumeral distance with arm elevation in rotator cuff disease using ultrasonography. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:633–40.
36. Yamamoto N, Muraki T, Sperling JW. Impingement mechanisms of the Neer and Hawkins signs. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18:942–7.
37. Warner JJP, Micheli LJ, Arslanian LE. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. *Clin Orthop Relat Res* 2002;285:199.
38. Tate AR, McClure PW. Examination and management of scapular dysfunction. In: Skirven TM, ed. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*, 6th ed. Philadelphia: Mosby/Elsevier, 2011:1209–24.
39. Tate AR, McClure PW, Kareha S. A clinical method for identifying scapular dyskinesis: part 2: Validity. *J Athl Train* 2009;44:165–73
40. Kibler WB, Sciascia A, Wilkes T. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20:364–72.
41. Sarkar S, Seeley S, Beranek K. Rotator cuff proximity to potential impinging structures during clinical impingement tests. Paper presented at: IXth Conference of the International Shoulder Group. Wales, UK, 2012
42. Dines JS, Frank JB, Akerman M. Glenohumeral internal rotation deficits in baseball players with ulnar collateral ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 2009;37:566–70.

43. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR. Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:485–94.
44. Green RA, Taylor NF, Watson L. Altered scapular position in elite young cricketers with shoulder problems. *J Sci Med Sport* 2013;16:22–7.
45. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F. Rehabilitation of scapular muscle balance. *Am J Sports Med* 2007;35:1744–51.
46. Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *J Athl Train* 2005;40:104–10.
47. Silva RT, Hartmann LG, Laurino CF. Clinical and ultrasonographic correlation between scapular dyskinesia and subacromial space measurement among junior elite tennis players. *Br J Sports Med* 2010;44:407–10.
48. Uhl TL, Kibler WB, Gecewich B. Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesia. *Arthroscopy* 2009;25:1240–8.
49. Kebaetse M, McClure PW, Pratt N. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;80:945–50.
50. Mihata T, McGarry MH, Kinoshita M. Excessive glenohumeral horizontal abduction as occurs during the late cocking phase of the throwing motion can be critical for internal impingement. *Am J Sports Med* 2010;38:369–82.
51. Weiser WM, Lee TQ, McQuade KJ. Effects of simulated scapular protraction on anterior glenohumeral stability. *Am J Sports Med* 2009;27:801–5.
52. Page P. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2011; 6(1): 51–58.
53. Page, P, Frank, CC, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda Approach 2010, Champaign, IL: Human Kinetics.
54. Bigliani, LU. The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clin Sports Med.* 2001;10(4):823–838.
55. Mihata T. Excessive humeral external rotation results in increased shoulder laxity. *Am J Sports Med.* 2004;32(5):1278–1285.
56. Lin JJ, Lim HK, Yang JL. Effect of shoulder tightness on glenohumeral translation, scapular kinematics, and scapulohumeral rhythm in subjects with stiff shoulders. *J Orthop Res.* 2006;24(5):1044–1051.
57. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesia, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy.* 2003;19(6):641–661.

58. Myers JB. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med.* 2006;34(3):385–391.
59. Tyler TF. Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. *Am J Sports Med.* 2000;28(5):668–673.
60. Reddy, A.S. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9(6):519–523.
61. Labriola, J.E. Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14:32–38.
62. Moraes GF, Faria CD, Teixeira-Salmela LF. Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17: 48–53.
63. Cools, A.M. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):25–33.
64. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80(3):276–291.
65. Lin J.J. Functional activity characteristics of individuals with shoulder dysfunctions. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(6):576–586.
66. Cools AM. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med.* 2004;38(1):64–68.
67. Cools A.M. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):542–549
68. Borstad JD, Ludewig PM. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy,* 2005;35, 227-238;
69. Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Physical Therapy,* 2006;86, 549-557.
70. Lewis JS. Subacromial impingement syndrome: a musculoskeletal condition or a clinical illusion? *Physical Therapy Reviews,* 2011;16, 388-398.
71. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde AV, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *British Journal of Sports Medicine,* 2010; 44, 678-684

72. McClain M, Tucker WS, Hornor SD. Comparison of scapular position in overhead- and nonoverhead-throwing athletes using the pectoralis minor length test. *Athletic Training & Sports Health Care*, 2012; 4, 45-48.
73. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Ricci RD, Lephart SM. Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *Journal of Athletic Training*, 2008; 43, 565-570;
74. Ribeiro A, Pascoal AG. Resting scapular posture in healthy overhead throwing athletes. *Manual Therapy*, 2013;18, 547-550.
75. Laudner KG, Moline MT, Meister K. The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 2010;38, 2106-2112.
76. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes: the dead arm revisited. *ClinSport Med*. 2000;19:125–159.
77. Sciascia A, Thigpen C, Namdari S, Baldwin K. Kinetic Chain Abnormalities in the Athletic Shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev* 2012;20:16–21
78. Marshall R, Elliott BC. Long axis rotation: the missing link in proximal to distal segment sequencing. *JSport Sci*. 2000;18: 247–254
79. Zheng N, Barrentine SW, Fleisig GS. Kinematic analysis of swing in pro and amateur golfers. *Int JSports Med*. 2008; 29:487–493
80. Veeger HEJ, van der Helm FCT. Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. *J Biomech*. 2007;40:2119–2129.
81. Elliott B, Fleisig G, Nicholls R. Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *J SciMed Sport*. 2003;6:76–87
82. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sport Med*. 2005;14:79–86.
83. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde AV, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *J Sports Med* 2010 44: 678-684
84. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part I: pathoanatomy and biomechanics. 2003 *Arthroscopy* 19:404–412.
85. Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med*. 2010 ;44(5):300-5.
86. Laudner KG, Moline MT, Meister K. The Relationship Between Forward Scapular Posture and Posterior Shoulder Tightness Among Baseball Players. *Am J Sports Med* 2010 38

87. Torres RR, Gomes JL. Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med.* 2009;37:1017-1023;
88. Borsa PA, Dover GC, Wilk KE, Reinold MM. Glenohumeral range of motion and stiffness in professional baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:21-26;
89. Torres RR1, Gomes JL. Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med.* 2009;37(5):1017-23]
90. Moreno-Pérez V, Moreside J, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. *Man Ther.* 2015;20(2):313-8.
91. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 2008;26:325-337.;
92. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:485-494.;
93. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG, CambierDC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J SportsMed.* 2004;38:64-68.
94. Hosseinimehr SH, Anbarian M, Norasteh AA, Fardmal J, Khosravi MT. The comparison of scapular upward rotation and scapulohumeral rhythm between dominant and non-dominant shoulder in male overhead athletes and non-athletes. *Manual Therapy.* 2015;758-762
95. Mercier C, Bourbonnais D. Relative shoulder flexor and handgrip strength is related to upper limb function after stroke. *Clin Rehabil.* 2004;18(2):215-21.
96. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Nazliel B, Irkec C. Upper extremity function and its relation with hand sensation and upper extremity strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation.* 2012;30(4):369-74
97. Mandalidis D, O'Brien M. Relationship between hand-grip isometric strength and isokinetic moment data of the shoulder stabilisers. *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14(1):19-26
98. Kendall FP, McCrery EK, Provance PG. *Muscles, testing and function: with posture and pain.* Baltimore, Maryland, USA: Williams & Wilkins, 1993.
99. Byram IR, Bushnell BD, Dugger K, Charron K, Harrell FE, Noonan TJ. Preseason Shoulder Strength Measurements in Professional Baseball Pitchers : Identifying Players at Risk for Injury. *Am J Sports Med* 2010;38
100. Borstad JD. Measurement of pectoralis minor muscle length:validation and clinical application. muscle. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;38(4):169-174

101. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. 2010 Br J Sports Med;44:319–327.
102. Watson L, Balster S M, Finch C, Dalziel R. Measurement of scapula upward rotation: a reliable clinical procedure. J Sports Med 2005 39: 599-603