



VILNIAUS UNIVERSITETAS

MEDICINOS FAKULTETAS

Medicina

Sveikatos mokslų institutas, Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

Radvilė Kernagytė, 6 kursas, 7 grupė

VIENTISŲJŲ STUDIJŲ MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**Medicinos personalo apatinės nugaros dalies biomechanines apkrovas
veikiančių faktorių atliekant pacientų perkėlimą analizė. Analitinis klinikinis
tyrimas**

**Analysis of Factors Affecting the Biomechanical Loads of the Lower Back of
Medical Staff During Patient Lifting. Analytical Clinical Study**

Darbo vadovas

Doc. dr. Aušra Adomavičienė

Katedros vadovas

Asist. dr. Tomas Aukštikalnis

Vilnius, 2025

Studento elektroninio pašto adresas: radvile.kernagyte@mf.stud.vu.lt

TURINYS

SANTRAUKA	4
ABSTRACT	6
SANTRUMPOS	8
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	9
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	10
1. ĮVADAS	11
2. LITERATŪROS APŽVALGA	13
2.1. Medicinos personalo profesinės ir ergonominės aplinkos rizikos veiksniai	13
2.2. Paciento perkėlimo technikų svarba ir pagalbinės priemonės.....	15
2.3. Medicinos personalo darbo sąlygos.....	17
2.4. Judesių, fizinės ir funkcinės sveikatos rodikliai bei jų reikšmė rizikoms	18
2.5. Biomechaninės apkrovos ir traumos juosmeninėje stuburo dalyje	19
2.6. Juosmeninės stuburo dalies negalavimai ir jų profilaktika.....	20
3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA.....	23
3.1. Tyrimo organizavimas	23
3.2. Tiriamųjų įtraukimo į tyrimą kriterijai:	23
3.3. Tiriamųjų neįtraukimo į tyrimą kriterijai:.....	23
3.4. Tyrimo eiga.....	24
3.5. Tyrimo metodai.....	25
3.6. Tyrimo duomenų konfidencialumas	25
3.7. Tyrimo apklausa	26
3.8. Tiriamųjų judesių, fizinės ir funkcinės būklės ištyrimas	27
3.9. Simuliacinis paciento perkėlimas su judesių matavimo sistema	28
3.10. Biomechninių apkrovų tyrimas juosmeninėje stuburo dalyje paciento perkėlimo metu.....	32
3.11. Statistinės duomenų analizės eiga	33
4. TYRIMO REZULTATAI.....	34
4.1. Tyrimo rezultatai.....	34
4.1.1. Sociodemografiniai ir antropometriniai rodikliai	34
4.1.2. Darbinė veikla, kurioje atliekami paciento perkėlimai.....	38
4.1.3. Fiziniai ir funkciniai parametrai, fizinis aktyvumas	39
4.1.4. Biomechaninės apkrovos stuburo juosmeninėje dalyje.....	45
4.1.4.1. Juosmeninės stuburo dalies L5-S1 segmento biomechaninių apkrovų tyrimo rezultatai....	45
4.1.4.1.1. Stuburo L5-S1 segmento jėgų ir momentų analizė	46

4.1.4.1.1.1.	Paciento perkėlimas be pagalbinių priemonių.....	46
4.1.4.1.1.2.	Paciento perkėlimas naudojant kėlimo diržą.....	47
4.1.4.1.2.	Biomechaninių apkrovų L5-S1 segmente palyginimas keliant pacientą su diržu ir be diržo 48	
4.1.5.	Sąsajos tarp analizuotų rodiklių.....	49
5.	TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS	52
5.1.	Tyrimo privalumai ir trūkumai	53
6.	IŠVADOS	54
7.	REKOMENDACIJOS.....	55
8.	LITERATŪROS SĄRAŠAS	56
9.	PRIEDAI	59

SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas Sveikatos mokslų institutas

Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

Medicinos vientisųjų studijų programa

MEDICINOS PERSONALO APATINĖS NUGAROS DALIES BIOMECHANINĖS APKROVAS VEIKIANČIŲ FAKTORIŲ ATLIEKANT PACIENTŲ PERKĖLIMĄ ANALIZĖ. ANALITINIS KLINIKINIS TYRIMAS

Medicinos vientisųjų studijų magistro darbas

Darbo autorė: Radvilė Kernagytė

Darbo vadovė: doc dr. Aušra Adomavičienė

Raktažodžiai: medicinos personalas, biomechaninės apkrovos, apatinė nugaros dalis.

Darbo tikslas: įvertinti medicinos personalo apatinės nugaros dalies biomechanines apkrovas veikiančius faktorius atliekant pacientų perkėlimą bei išanalizuoti jų poveikį sveikatai.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti tiriamųjų fizinę ir funkcinę būklę, treniruotumą bei fizinio aktyvumo lygį;
2. Įvertinti ir išanalizuoti biomechanines apkrovas, tenkančias tiriamųjų juosmeninės stuburo dalies segmentui skirtingais paciento perkėlimo momentais;
3. Nustatyti veiksnius tarpusavyje susijusius su tiriamųjų fiziniais ir funkciniais rodikliais bei fiziniu parengtumu ir galimai darančius įtaką stuburo L5-S1 segmento apkrovai paciento perkėlimo metu.

Tyrimo metodai: atliktas klinikinis analitinis tyrimas, jis vykdytas dviem etapais. I etapas – tiriamųjų atranka, anketinė apklausa, judesių, fizinės ir funkcinės būklės įvertinimas. II etapas – simuliacinis paciento perkėlimas su judesių matavimo sistema „Xsens IMU“ ir statistinė duomenų analizė.

Rezultatai: tyrime dalyvavo 46 tiriamieji, daugumą sudarė moterys (31); didžiausia segmento L5-S1 kompresija pasiekama aktyvaus kėlimo fazėje tarp 2,0 ir 4,5 s, o maksimali kompresijos vertė viršijo

7000 N, galimi pikai $>10\,000$ N, kai keliama be perkėlimo diržo; išanalizavus tiriamųjų ūgį tarp skirtingų specialybių atstovų, statistiškai reikšmingą skirtumą nustatėme tarp slaugytojų ir kineziterapeutų bei slaugytojų ir studentų t.y. slaugytojai buvo žymiai žemesni (atitinkamai slaugytojų ūgio vidurkis siekė $161,90 \pm 6,05$ cm, kineziterapeutų $178,56 \pm 11,30$ cm, ergoterapeutų $177,50 \pm 14,36$ cm, studentų $178,71 \pm 11,34$ cm).

Išvados: slaugytojų fiziniai rodikliai buvo ženkliai prastesni nei kitų specialistų: vidutinė kairės kojos keturgalvio raumens jėga buvo $8,21 \pm 1,74$ kg, dešinės – $8,19 \pm 1,32$ kg; statistiškai reikšmingos sąsajos nustatytos tarp fizinių rodiklių, tarp stuburo lenkimo ir ūgio ($r=0,5064$, $p=0,0003$), tarp dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos ir kairės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=0,9193$, $p<0,0001$).

ABSTRACT

Vilnius University Faculty of Medicine Health Science Institute

Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine

Integrated Medical Studies Program

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE BIOMECHANICAL LOADS OF THE LOWER BACK OF MEDICAL STAFF DURING PATIENT LIFTING. ANALYTICAL CLINICAL STUDY

Master's Thesis in Integrated Medical Studies

The Author: Radvilė Kernagytė

Academic supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aušra Adomavičienė

Keywords: medical staff, biomechanical loads, lower back.

The aim of research work: to assess the factors influencing the biomechanical loads on the lower back of healthcare workers during patient transfer and to analyse their health implications.

Tasks of work:

1. To assess the physical and functional condition, fitness and level of physical activity of the subjects;
2. To assess and analyse the biomechanical loads on the lumbar spine segment of the subjects at different moments of patient transfer;
3. To identify factors associated with subjects' physical and functional indicators and physical fitness that may influence the load on the L5-S1 spinal segment during patient transfer.

Material and methods: a clinical-analytical study was carried out in two stages. Stage I - selection of research participants, questionnaire survey, assessment of movements, physical and functional status. Stage II - simulated patient transfer using the Xsens IMU motion capture system and statistical data analysis.

Results: the study included 46 subjects, the majority of whom were women (31); the highest compression of the L5-S1 segment is achieved during the active lifting phase between 2.0 and 4.5 s, and the maximum compression value exceeds 7000 N, with possible peaks >10,000 N when lifting without a transfer belt; after analysing the height of the subjects between representatives of different specialities, we found a

statistically significant difference between nurses and physiotherapists and nurses and students, i.e. nurses were significantly shorter (respectively, the average height of nurses was 161.90 ± 6.05 cm, physiotherapists 178.56 ± 11.30 cm, occupational therapists 177.50 ± 14.36 cm, students 178.71 ± 11.34 cm).

Conclusions: the physical indicators of the nurses were significantly worse than those of the other professionals: the average quadriceps strength of the left leg was 8.21 ± 1.74 kg, the right leg - 8.19 ± 1.32 kg; statistically significant correlations were found between the physical indicators, between spinal flexion and height ($r=0.5064$, $p=0.0003$), between quadriceps strength of the right leg and quadriceps strength of the left leg ($r=0.9193$, $p<0.0001$).

SANTRUMPOS

PSO – pasaulio sveikatos organizacija

p – statistinis rodiklis

n – imties dydis

VAS – vizualinių analogų skalė skausmui

KMI – kūno masės indeksas

SN – standartinis nuokrypis

KT – kineziterapeutai

ET – ergoterapeutai

N – niutonas

MVC (Maximal Voluntary Contraction) – maksimalus valingas raumens susitraukimas

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1 lentelė. Fizinės parengties lygis dešimtbalėje skalėje
- 2 lentelė. Fizinio aktyvumo lygis
- 3 lentelė. Tiriamųjų pasiskirstymas tarp specialybių
- 4 lentelė. Tiriamųjų amžiaus charakteristikos
- 5 lentelė. Amžiaus pasiskirstymas tarp grupių
- 6 lentelė. Tiriamųjų ūgio charakteristikos
- 7 lentelė. Ūgio pasiskirstymas tarp grupių
- 8 lentelė. Tiriamųjų svorio charakteristikos
- 9 lentelė. Svorio pasiskirstymas tarp grupių
- 10 lentelė. Tiriamųjų KMI charakteristikos
- 11 lentelė. KMI pasiskirstymas tarp grupių
- 12 lentelė. Darbo stažo charakteristikos
- 13 lentelė. Darbo stažas pagal lytį ir specialybę
- 14 lentelė. Subjektyvaus fizinės parengties lygio charakteristikos
- 15 lentelė. Subjektyvus fizinės parengties lygis pagal lytį ir specialybę
- 16 lentelė. Fizinio aktyvumo dažnumas bendrai ir pagal lytį
- 17 lentelė. Kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos charakteristikos (kg)
- 18 lentelė. Kojos keturgalvio raumens jėgą pagal lytį ir specialybę
- 19 lentelė. Kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos charakteristikos (kg)
- 20 lentelė. Didžiojo sėdmens raumens jėgą pagal lytį ir specialybę
- 21 lentelė. Liemens lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupių ištvermės charakteristikos (s)
- 22 lentelė. Liemens raumenų ištvermė pagal lytį ir specialybę
- 23 lentelė. Stuburo paslankumo charakteristikos lenkimo ir tiesimo judesio metu (°)
- 24 lentelė. Stuburo paslankumas pagal lytį ir specialybę
- 25 lentelė. Juosmeninės stuburo dalies L5-S1 segmento biomechaninių apkrovų tyrimo rezultatai
- 26 lentelė. Koreliaciniai ryšiai tarp antropometrinių parametrų ir kitų fizinių rodiklių
- 27 lentelė. Koreliaciniai ryšiai tarp raumenų jėgos, ištvermės ir kitų rodiklių
- 28 lentelė. Koreliaciniai ryšiai tarp stuburo paslankumo, raumenų ištvermės ir kitų rodiklių

DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1 paveikslas. Tyrimo schema
- 2 paveikslas. Rankinis dinamometras
- 3 paveikslas. „McGill“ liemens testas
- 4 paveikslas. Simuliaciniam paciento perkėlimui reikalinga įranga
- 5 paveikslas. 17 jutiklių išdėstymas ant tiriamojo kūno
- 6 paveikslas. 1) Perkėlimas be pagalbos; 2) Perkėlimas su paciento pagalba; 3) Perkėlimas su pagalbine priemone
- 7 paveikslas. L5–S1 stuburo segmento kompresinės ir šlyties jėgos bei lenkimo, ašiniai ir šoniniai momentai skirtingomis paciento kėlimo fazėmis
- 8 paveikslas. Tiriamųjų pasiskirstymas tarp grupių pagal amžių
- 9 paveikslas. Ūgio (cm) variacijos tarp grupių
- 10 paveikslas. KMI pasiskirstymas grupėse
- 11 paveikslas. Kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos pasiskirstymas tarp tiriamųjų grupių
- 12 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento jėgų grafikas keliant be pagalbinių priemonių
- 13 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento momentų grafikas keliant be pagalbinių priemonių
- 14 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento jėgų grafikas keliant su kėlimo diržu
- 15 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento momentų grafikas keliant su kėlimo diržu
- 16 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento raumenų aktyvacijos grafikas keliant su kėlimo diržu

1. ĮVADAS

Mums, stuburiniams žinduoliams, judėjimas yra gyvybiškai svarbus. Raumenų-skeleto aparatas atlieka judesius, kuriems stuburas yra išskirtinai reikalingas, o ypač juosmeninė stuburo dalis. Stuburo apatinės dalies biomechanika leidžia atlikti žmogaus fiziologijai būtinus judesius. Šie judesiai yra ne tik reikalingi norint darniai funkcionuoti, bet ir būtini organizmo fiziologiniams procesams, pavyzdžiui, tuštinimuisi, kurio metu turime pritūpti ar atsisėsti.

Kalbant apie negalavimus, atsisandančius apatinėje stuburo srityje, pasak pasaulio sveikatos organizacijos (PSO), apatinės nugaros dalies skausmai gali varginti bet kuriame amžiuje, be to, dauguma žmonių juos patiria bent vieną kartą gyvenime. (1) 2021 m. atlikta sisteminė pasaulinės ligų naštos tyrimo analizė parodė, kad 2020 m. apatinės nugaros dalies skausmai paveikė 619 milijonus (mln.) žmonių visame pasaulyje, o toliau prognozuojama, kad iki 2050 m. šia liga sirgs 843 mln. populiacijos. (2) Pateikti faktai parodo bene visuotinį susirgimų apatinės nugaros dalies skausmais mastą ir poreikį ieškoti to, kas sukelia šį negalavimą.

Juosmeninės nugaros dalies biomechaninės apkrovos nepakankamai ištyrinėta sritis tarp medicinos specialistų. Šiai žmonių grupei darbo metu tenka didelė biomechaninė apkrova, kai reikia padėti pacientams: juos mobilizuoti, keisti kūno padėtį, perkelti iš vienos vietos į kitą. Tiksliai nėra žinoma, kokie veiksniai prisideda prie apatinės nugaros dalies biomechaninių apkrovų medikų darbe. Viena iš apatinės nugaros dalies negalavimus galinčių skatinti gyvensenos ypatybių yra sėslus gyvenimo būdas, kai kasdienėje veikloje žmogui tenka mažas fizinis aktyvumas. (3) Taip pat medicinos personalui stinga pagalbinių priemonių, palengvinančių pacientų kūno padėties keitimą. Tai prisideda ir prie netaisyklingų kėlimo padėčių bei judesių ergonomikos stygiaus. (4) Medicinos specialistams tenka kelti didelį svorį, jie atlieka daug pasikartojančių judesių, kurie prieštarauja ergonomikos principams, dėl to specialistai patiria kūną traumuojantį poveikį. Pasitelkiant pacientui perkelti skirtus prietaisus pagal išsamią ergonomikos programą sumažėja traumų, o slaugos personalas, naudodamas paciento pernešimo prietaisus, pečių ir nugaros dalies apkrovas suvokia kaip gana lengvas. (5)

Nors daug tyrimų nagrinėja biomechanines apkrovas, trūksta sisteminių analizės metodų, kurie apimtų tiek fizinių apkrovų pobūdį, tiek darbo poziciją, judesių specifiką ir pagalbinių priemonių naudojimą realiomis darbo sąlygomis. Integruojant pažangias judesių fiksavimo technologijas (pvz., „Xsens Movella“ sistemą) ir analizuojant biomechanines apkrovas natūraliomis darbo sąlygomis, atskleidžiamas naujas požiūris, kuris leidžia tiksliau ir

dinamiškiau įvertinti biomechanines apkrovas bei jų daromą poveikį, siekiant mažinti traumų riziką ir optimizuoti darbo ergonomiką. Tai yra reikšmingas žingsnis į priekį, lyginant su tradiciniais tyrimais, kurie dažniausiai remiasi subjektyviais vertinimais arba ribotais laboratoriniais matavimais. Šiame darbe atskleidžiamas multidisciplininis požiūris (siejama medicina, reabilitacija, darbo sauga ir biomechanika) į žmogaus juosmeniui tenkantį su darbine veikla susijusį krūvį, pasitelkiant skaitinius modelius sinchronizuojami rezultatai, kurie parodo juosmens segmentui tenkančias apkrovas skirtingais kėlimo judesio momentais.

Biomechaninėms apkrovoms matuoti yra kuriamos ir praktiškai pritaikomos judesių matavimo sistemos, kurios jutiklių pagalba fiksuoja judesius, atliekamus esamuoju momentu. Matavimų duomenims apdoroti diegiami matematiniai modeliai, jais siekiama įvertinti galimas rizikas, patiriamas pacientų perkėlimo metu. Atsižvelgiant į privalumus (mobilumą, duomenų tikslumą, gerą kalibravimą, žemą klaidų lygį, belaidį diapazoną iki 50 m (6)) šio tyrimo temos analizei, biomechaninėms apkrovoms matuoti pasirinkta „Xsens MVN Awinda“ įranga, o duomenys apdoroti programiniame pakete „Xsens MVN 2023.2“.

Hipotezė – rizikos veiksniai, kaip žemas treniruotumas ir fizinis aktyvumas, labiau siejami su žalojančiu poveikiu juosmeninei stuburo daliai vertinant biomechanines apkrovas pacientų perkėlimo metu nei medicinos personalo saugi perkėlimo technika su pagalbinėmis priemonėmis.

Tyrimo subjektas – medicinos personalas, kuris atlieka pacientų perkėlimą savo darbinėje veikloje.

Tyrimo objektas – faktoriai, kurie veikia medicinos personalą, atliekant pacientų perkėlimą.

Darbo tikslas – įvertinti medicinos personalo apatinės nugaros dalies biomechanines apkrovas veikiančius faktorius atliekant pacientų perkėlimą bei išanalizuoti jų poveikį sveikatai.

Darbo uždaviniai:

- 1) Įvertinti tiriamųjų fizinę ir funkcinę būklę, treniruotumą bei fizinio aktyvumo lygį;
- 2) Įvertinti ir išanalizuoti biomechanines apkrovas, tenkančias tiriamųjų juosmeninės stuburo dalies segmentui skirtingais paciento perkėlimo momentais;
- 3) Nustatyti veiksnius tarpusavyje susijusius su tiriamųjų fiziniiais ir funkciniais rodikliais bei fiziniu parengtumu ir galimai darančius įtaką stuburo L5-S1 segmento apkrovai paciento perkėlimo metu.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Medicinos personalo profesinės ir ergonominės aplinkos rizikos veiksniai

Didelę įtaką medicinos specialistų sveikatai daro darbo aplinka ir su ja susiję rizikos veiksniai. Medicinos personalas dirba prastomis darbo sąlygomis, savo kasdieniame darbe užima nepatogias kūno padėtis, dirba ilgomis darbo valandomis, budėjimais, taip pat atlieka daug pasikartojančių judesių, kurie reikalauja stuburo įtampos (7,8). Dažniausiai nurodyti profesiniai rizikos veiksniai apėmė veiklas, kurių metu reikia lenktis ir suktis atgal, kelti ir tempti daiktus bei užduotis, kurias atliekant tiesiogiai dirbama su pacientu rankomis (8,9). Pavojingas profesinės rizikos veiksnys yra medicinos darbuotojų tiesioginis kontaktas su didelio svorio pacientais. Tai ypatingai aktualu, kai reikia atlikti ligonio padėties keitimą, jo perkėlimą. Dirbant su nutukusiais ar viršsvorio turinčiais pacientais, medicinos personalui tenka patirti didžiules biomechanines apkrovas, kurios yra žalingos jų kūnams. Pagal Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro ir Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro 2005 m. liepos 15 d. įsakymo Nr. V-592/A1-210 „Dėl Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodinių nurodymų patvirtinimo“ dokumentą didžiausias leistinas kelti svoris vyrams yra 25 kilogramai, moterims – 16 kilogramų (10). Paimkime, kad vidutiniškai vienas normalios kūno masės žmogus sveria 80 kilogramų. Iš pateiktų metodinių nurodymų matome, kad tokio svorio pacientui perkelti išvengiant ergonominės rizikos veiksnių reikėtų mažiausiai 4 vyriškosios lyties medicinos darbuotojų ir mažiausiai 5 moteriškosios lyties medicinos personalo atstovių. Taigi viršsvorio turintiems bei nutukusiems pacientams perkelti, kad būtų atliktas darbuotojų nežalojantis perkėlimas, reikėtų dar didesnio medicinos personalo skaičiaus. Tai ypač aktualu slaugytojams ir slaugytojų padėjėjams dirbantiems su nutukusiais pacientais slaugos namuose, šiems medicinos komandos atstovams kyla didelė su darbu susijusių raumenų ir kaulų sistemos sutrikimų bei traumų rizika (11). Remiantis 2020 m. pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis iš 194 valstybių narių, pasaulyje sveikatos priežiūros darbuotojų skaičius siekė 65 mln.. Stebimas 29 % sveikatos priežiūros darbuotojų skaičiaus augimas, tai siejama su 2016 m. priimta pasauline sveikatos priežiūros žmoniškųjų išteklių strategija: darbo jėga iki 2030 m.. Skelbiamos sveikatos priežiūros darbuotojų trūkumo prognozės: 2016 m. stigo 18 mln., 2022 m. stigo 15 mln. ir iki 2030 m. stigs 10 mln. (12). Apžvelgiant vienos Lietuvos universitetinės ligoninės publikuotus duomenis apie sveikatos priežiūros darbuotojų stygių matoma, kad prognozuojamam slaugytojų poreikiui 2025 m. užtikrinti pagal vidutinį scenarijų – truks 59 slaugytojų, o pagal perspektyvųjį –

331 slaugytojų. 2030 m. pagal vidutinį scenarijų trūks 173 slaugytojų, pagal perspektyvų – 772 slaugytojų (13).

Paminėsiu vieną iš svarbiausių faktorių medicinos personalo raumenų-skeleto sistemos sveikatos išsaugojime – darbo vietos ergonominį pritaikymą. Tiek dirbant statiška, tiek mobilią darbą, dažnu atveju, darbuotojas atlieka jam paskirtas užduotis individualiai nepritaikytoje, dažnai neergonomiškoje aplinkoje, todėl užima netinkamas kūno padėtis (14). Pavyzdžiui, dirbant operacinėje yra būtina visa kvalifikuota medikų komanda. Ją sudaro chirurgai, anesteziologai, anesteziistai, instrumentatoriai, slaugytojai, slaugytojų padėjėjai ir kiti. Visa ši komanda susideda iš skirtingų žmonių, kurie individualūs savo fizinėmis savybėmis, šiuo atveju, svarbiausia atsižvelgti į ūgį. Laikantis ergonomikos principų, kiekvienam darbuotojui svarbu pritaikyti darbo vietą pagal jo ūgį. Taigi, remiantis operacinės modeliu, reikėtų sureguliuoti operacinėje esančios lovos aukštį pagal visus komandoje dirbančius asmenis, tačiau tai nėra įmanoma, nes chirurginės operacijos komandą sudaro ne vienodo ūgio darbuotojai, jie skiriasi savo ūgiu, galūnių ilgiu, kūno proporcijomis ir kt.. Paprastai operacinės lovos (stalo) aukštis yra sureguliuojamas pagal pirmojo operatoriaus, chirurgo, ūgį. Tada kitiems chirurginės operacijos komandos nariams ir asistentams tenka prisitaikyti prie jau sureguliuoto pagal pagrindinį chirurgą operacinės stalo. Akivaizdu, kad visiems komandos nariams toks sureguliojimas netiks, nes skiriasi darbuotojų ūgiai. Priedo, reikėtų atkreipti dėmesį į kūno padėtį. Reikėtų laikytis taisyklingos laikysenos principų, neklaiptyti stuburo ašies į šonus, nesikūprinti, nesistiebti. Tam padėtų pagalbinės priemonės, patartina naudoti tokias kaip laiptelis, pakyla. Taipogi chirurgas turėtų susireguliuoti kojinius pedalus taip, kad jie būtų tokiam pačiame aukštyje su maždaug klubų pločio atkarpa vienas nuo kito ir pakankamai atitraukti nuo kūno, kad būtų galima atlikti pilną judesį per kulkšnies sąnarį. Jei operacijos metu naudojamas mikroskopas, jį nusireguliuoti taip, kad būtų pakreiptas į save, o okuliarų kampo reguliavimas gali padėti išlaikyti kaklą ir nugarą neutralioje padėtyje (15). Taip pat labai svarbu pritaikyti kėdę, tai jau galima padaryti kiekvienam medicinos darbuotojui individualiai. Kėdę rekomenduojama užfiksuoti taip, kad užėmus sėdimą poziciją keliai būtų sulenkti 90 laipsnių kampų, pėdos ir šlaunys būtų lygiagrečios grindims. Sėdint tokioje padėtyje apatinė nugaros dalis mažiausiai įtempta (16).

Galima pastebėti, kad medicinos personalui profesinės rizikos veiksnys yra ir gydymo įstaigos tipas bei skyrius, kuriame yra atliekama mediko praktika (9). Akivaizdu, kad darbas poliklinikoje, ligoninėje, sanatorijoje ar pensionate skiriasi. Darbas terapiniame ir chirurginiame profilyje itin skirtingas. Vieni dirba šeimos gydytojo komandoje, kiti praktikuoja

traumalogolinėje operacinėje. Lietuvoje sveikatos priežiūros paslaugos skirstomos į pirminį, antrinį ir tretinį lygius. Nuo šio klasifikavimo priklauso gydymo įstaigų teikiamos paslaugos ir, žinoma, pacientų srautai bei darbo pobūdis. Pirminiame lygyje teikiamos ambulatorinės paslaugos, o antriniame ir tretiniame lygyje jau galima gauti labiau specializuotų medicininių paslaugų. Taigi pirminiame lygyje dirbanti medicinos komanda daugiau laiko praleidžia statiškoje pozicijoje, daugiau laiko sėdi, didelę laiko dalį dirba kompiuteriu, kas prisideda prie dažniau jaučiamų apatinės nugaros dalies skausmų (17), priedo, gali atlikti mažos apimties invazines procedūras, tokias kaip vaistų injekcijas ar žaizdų perrišimus. Antriniame ir tretiniame lygyje jau atliekama daug daugiau procedūrų, kuriose tenka fiziškai dirbti su pacientais, pavyzdžiui, tai galėtų būti įvairios chirurginės operacijos, kineziterapijos, masažai, ligonių vartymai – visų šių procedūrų metu reikalinga dirbti su pacientais ir jų kūno svoriu, o tai prisideda prie medicinos personalo patiriamos profesinės rizikos keliant didelius svorius, kai nėra laikomasi leidžiamos kelti masės apribojimų, kurie reglamentuoti Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ir Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministrų įsakymu, juos nusako metodiniai nurodymai (10).

Medicinos komandos narių profesinės rizikos veiksnys yra jų specializacija. Palyginus 10 skirtingų medicinos profesijų atstovų paaiškėjo, kad kineziterapeutams ir slaugytojams buvo didesnė įvairių raumenų ir kaulų sistemos sutrikimų rizika (18). Galima daryti prielaidą, kad tai priklauso nuo šios kvalifikacijos medikų darbo pobūdžio.

Apibendrinant galima pasakyti, kad pacientų, ypač nutukusių, perkėlimai kelia didžiulę riziką medicinos personalo sveikatai, visų pirma, raumenų-skeleto sistemos sveikatai, profesinės ir ergonominės aplinkos požiūriu. Daugiausia dėl medicinos darbuotojų stygiaus, darbo vietos ergonominio pritaikymo trūkumo, gydymo įstaigos tipo, lygio ir skyriaus, kuriame dirbama, bei medicinos komandos nario specializacijos – visi šie rizikos veiksniai kelia pajovų medicinos personalo sveikatai. Todėl labai svarbu įsigilinti ir į medicinos personalo darbą lengvinančias priemones, tokias kaip taisyklingas ligonio perkėlimo praktikas bei perkėlimui skirtus įrankius bei įrengimus.

2.2. Paciento perkėlimo technikų svarba ir pagalbinės priemonės

Medicinos personalo perkėlimo technika ir jos išmanymas užima svarbią vietą traumų prevencijoje. Tai grindžiama tam tikrų raumenų grupių apkrova ir kūno segmentus veikiančio svorio pasiskirstymu. Perkėlimo technikai įtakos turi ir medicinos specialisto asmeninės fizinės savybės. Labai svarbus fizinis rodiklis yra kelenčiojo ūgis. Pavyzdžiui, didelio ūgio medikui yra

itin svarbu nesikūprinti, nugarą laikyti tiesią, savo darbe susiduriant su gydymo įstaigoje esančiu inventoriu, kuris nėra personalizuotas pagal darbuotojo fizinius rodiklius, todėl yra sunku užimti tinkamą kūno poziciją. Aukšto ūgio medicinos darbuotojui reiktų pritūpti prieš keliant ligonį, o perkėlimo metu išlaikyti tiesią nugarą.

Pagalbinių priemonių naudojimas medicinos specialistų darbe, kai yra atliekami pacientų perkėlimai, stipriai sumažina biomechanines apkrovas tenkančias mediko kūnui. Kasdieniame medicinos komandos nario darbe pacientą reikia kelti, traukti, sukti, apskritai perkelti. Dėl šių pasikartojančių darbo ir judėjimo užduočių darbuotojams kyla didelė raumenų ir kaulų sistemos traumų rizika. Medikams reikalingi lubiniai keltuvai ir kita naujausia kėlimo įranga, kad pacientai galėtų saugiai elgtis ir judėti (19,20).

Paciento perkėlimas yra labai dažna medicinos komandos užduotis, reikalaujanti ne tik techninių įgūdžių, bet ir griežto klinikinių gairių laikymosi. Paciento perkėlimas yra sudėtingas procesas, kuris apima ne tik fizinį paciento judėjimą, bet ir tinkamą jo būklės įvertinimą bei pasiruošimą. Šis procesas yra būtinas siekiant užtikrinti paciento saugumą, išvengti traumų tiek pacientui, tiek personalui, bei optimizuoti darbo eigą. Tyrimai rodo, kad tinkamai taikomos paciento perkėlimo technikos ir pagalbinės priemonės gali reikšmingai sumažinti komplikacijų riziką bei pagerinti pacientų priežiūros kokybę. Netinkami ar neplanuoti perkėlimai gali turėti neigiamų pasekmių. Pavyzdžiui, pacientų, perkeltų ne pagal standartinius protokolus, vidutinė hospitalizacijos trukmė pailgėja 2,84 dienos, palyginti su planiniais perkėlimais 1,92 dienos (21). Saugus pacientų perkėlimas sumažina sužalojimų riziką tiek medicinos komandos darbuotojams, tiek pacientams. Remiantis 2017 m. atliktos metaanalizės duomenimis sužinoma, kad pritaikius saugaus darbo su pacientais ir pacientų mobilizavimo programą, ilgiau stebint ir vertinant programos rezultatus, buvo nustatyta, jog programa reikšmingai prisideda prie sumažėjusio sužalojimų dažnio. Metaanalizės rezultatai parodė, kad intensyviosios terapijos skyriuose saugaus darbo su pacientais rankomis ir pacientų mobilizavimo programos efektyviausios, lyginant su kitais ligoninės skyriais ir ilgalaikės priežiūros įstaigomis (22).

Tam tikros pagalbinės priemonės yra veiksmingos mažinant apatinės nugaros dalies skausmus ir padedant jų išvengti. Pagrindinės pagalbinės priemonės, kurios, remiantis biomechaniniais tyrimais, yra naudingos: mechaniniai keltuvai, slydimo lakštai ir ritininiai prietaisai, kėlimo diržai, reguliuojamo aukščio lovos. Mechaniniai keltuvai sumažina fizinę apkrovą apatinei nugaros daliai, nes jie perima didžiąją dalį paciento svorio nuo sveikatos priežiūros specialisto nugaros. Tyrimai rodo, kad naudojant mechaninius keltuvus, raumenų

aktyvumas nugaros srityje žymiai sumažėja, palyginti su rankiniu kėlimu. Slydimo lakštai, perkėlimo lentos, ir ritininiai prietaisai sumažina trintį tarp paciento ir lovos paviršiaus, todėl medicinos darbuotojams reikia mažiau jėgos norint perkelti pacientą (23). Mažesnė trintis duoda mažesnę apkrovą apatinei nugaros daliai. Kėlimo diržai sveikatos priežiūros specialistams padeda išlaikyti teisingą kūno mechaniką perkėlimo metu, mažindami riziką pasitempti ar kitaip susižeisti nugarą. Reguluojamos aukščio lovos sveikatos priežiūros specialistams leidžia dirbti patogiam aukštyje, tai sumažina lenkimąsi arba stiebimąsi ir su tuo susijusią nugaros apkrovą. Studijoje pabrėžiama, kad saugaus pacientų perkėlimo įranga ir technikos gali reikšmingai sumažinti sveikatos priežiūros darbuotojų apatinės nugaros dalies pakenkimą, nes mažina biomechaninę apkrovą ir padeda išlaikyti teisingą kūno mechaniką (24). Nustatyta, jog vienodai veiksmingai prevenciškai veikiančios priemonės, kurios medikams turėtų padėti sumažinti patiriamų traumų riziką, yra funkcinės, reguliuojamo aukščio, lovos ir pagalbinės priemonės, pavyzdžiui, perkėlimui naudojami diržai (4).

Ir vis dėlto, paciento perkėlimo metu reikšmės turi daug skirtingų dalykų. Svarbu mediko fizinės sąvybės, ypač keliančiojo ūgis, atsakingas gairių laikymasis ir programų pritaikymas, reikšmingos pagalbinės priemonės. Jos sumažina biomechanines apkrovas, veikiančias mediko kūną. Pagrindinės pagalbinės priemonės: keltuvai, slydimo lakštai, kėlimo diržai, reguliuojamo aukščio lovos. Visos šios priemonės ir sąvybės veikia paciento perkėlimą, tačiau to nepakanka, kad perkėlimo metu būtų visapusiškais įvertintos rizikos, todėl dar svarbu atkreipti dėmesį ir į medikų darbo sąlygas.

2.3. Medicinos personalo darbo sąlygos

Sveikatos priežiūros darbuotojai dažnai susiduria su personalo trūkumu (25) ir dideliu darbo krūviu, dėl kurių kyla stresas ir perdegimas. Pavyzdžiui, slaugytojų trūkumą didina tokie veiksniai kaip didelė darbuotojų kaita ir nevienodas darbo jėgos pasiskirstymas. Dirbant viename skyriuje vienai slaugytojai gali tekti aptarnauti 20 ligonių, o kitame – tik 5 ligonius. Dėl slaugytojų trūkumo padažnėja darbe įvykstančių klaidų skaičius, tai lemia didesnę sergamumą ir mirtingumą. Ligoninėse, kuriose yra didelis pacientų ir slaugytojų santykis, slaugytojai patiria perdegimą, nepasitenkinimą darbu, o pacientų mirtingumas ir nesėkmingo gydymo atvejų skaičius buvo didesnis nei įstaigose, kuriose pacientų ir slaugytojų santykis yra mažesnis (26). Tinkamas darbuotojų skaičius sumažina klaidų kiekį, padidina pacientų pasitenkinimą ir pagerina slaugytojų išlaikymo darbe rodiklius (26).

Nemaža medicinos komandos dalis, ypač tie, kurie turi atlikti daug jiems paskirtų užduočių, pavyzdžiui, slaugytojų padejėjai, į darbą ateina sirgdami. Tai gali pakenkti pačiam sergančiajam ir kelia riziką kitų komandos narių sveikatai. Taip pat liga gali sumažinti sergančio medicinos komandos nario produktyvumą ir pabloginti jo darbo kokybę. Darbas sergant dažniau pasitaiko skubios medicinos skyriuose (27).

Medicinos komanda susiduria su padidinta infekcinių ligų rizika. Galima daryti prielaidą, kad medicinos personalas infekcinėmis ligomis užsikrečia nuo kontakto su sergančiais pacientais. Tačiau pagrindinė medicinos darbuotojų infekcijos priežastis lieka neaiški (28).

Medicinos personalo darbo sąlygos glaudžiai susijusios ir su kolektyve vyraujančiais tarpusavio santykiais bei tvyrančia darbine atmosfera. Jei medicininės komandos narys patiria daug nervinės įtampos, stresuoja, jam gali įsitempti raumenys, taip pat gali sumažėti koncentracija, pristigti atidumo ir padidėti traumų rizika. Dar daug įtakos gali turėti skyriuje vyraujanti tvarka. Medicinos personalas priklauso padidintos psichinės sveikatos sutrikimų rizikos grupei dėl patiriamo ilgalaikio streso ir trauminių situacijų. Standartizuotų komunikacijos ir elgesio algoritmų įrankių pritaikymas pagerina komandinį darbą ir sumažina neigiamų pasekmių riziką. Teigiamą darbo vietos kultūrą koreliuoja su pagerėjusia darbuotojų psichine sveikata ir laime, o neigiamą darbo vietos kultūrą koreliuoja su depresija, nerimu ir psichinėmis ligomis (29).

Apskritai, prastos medicinos personalo darbo sąlygos turi neigiamos įtakos darbo našumui. Visi susirgimai ir negalavimai: ėjimas į darbą sergant, didelė darbuotojų kaita, neadekvatus krūvis, nervinė įtampa, ilgalaikis stresas prisideda prie prastesnės medicinos personalo sveikatos būklės, sumažėjusios medicinos darbuotojų koncentracijos ir didina ligotumą bei gali skatinti muskuloskeletinius susirgimus, todėl labai svarbu atkreipti dėmesį ir į medikų fizinę sveikatą, jų funkcinį pasirengimą bei judesių kokybę.

2.4. Judesių, fizinės ir funkcinės sveikatos rodikliai bei jų reikšmė rizikoms

Natūralu, kad žmonėms, kurie anamnezėje jau turi tam tikrą fizinės ar funkcinės būklės sutrikimų, rizika patirti traumas bus didesnė nei tiems, kurie yra visiškai sveiki bei išvystę aukštą fizinį parengtumą. Medicinos komandos nariai, kurie judesius gali atlikti pilna amplitude, yra puikios funkcinės būklės. Tačiau paciento perkėlimams tokių pajėgumų nepakanka. Medicinos komandos atstovai turi būti išvystę fizinę jėgą, kad galėtų sumažinti traumatizacijos riziką keldami ligonį. Taip pat labai svarbus ir judesių funkcionalumas, jis leidžia atlikti fiziologiškai normalų judesį, kurio metu dirba pagrindiniai raumenys. Organizmas į judesį įjungia pagalbinius

raumenis, kai yra nuvarginti pagrindiniai judesį atliekantys raumenys. Tai gali nutikti dėl ligos, atliekamų pasikartojančių judesių, kūne esančio raumenų disbalanso, raumenų sutrumpėjimo ar esančios traumos. Visi šie sutrikimai veda prie padidintos rizikos ir sužalojimų darbe. Kad būtų išvengta traumų, medicinos komandos nariams rekomenduojama būti fiziškai aktyviems, reguliariai sportuoti, neturėti viršsvorio, palaikyti normalų kūno masės indeksą, miegoti 7-8 valandas per parą – laikytis sveikos gyvensenos principų.

Ėjimo greitis yra sudėtingos daugelio kūno funkcijų sąveikos rezultatas, įskaitant aktyvią ir reaktyvią laikysenos kontrolę, apatinių galūnių jėgą, aerobinę pajėgumą, propiocepciją ir regėjimą. Stacionaro slaugos personalo tyrime maksimalus ėjimo greitis >2.04 m/s koreliavo su geru darbingumu, o ≤ 1.83 m/s – su sutrikusiu funkcionavimu (30).

Mirtingumo, širdies ir kraujagyslių ligų ir vėžio rizika yra žymiai mažesnė, jei vidutinio intensyvumo aerobinis fizinis aktyvumas yra lygus 75 minučių per savaitę ar net mažiau. Vienos iš 10 ankstyvų mirčių būtų buvę galima išvengti, jei visi būtų pasiekę bent pusę rekomenduojamo fizinio aktyvumo lygio (31), be to, fizinis aktyvumas turi įrodymais pagrįstą naudą kai kurių ligų gydyme ir net yra skiriamas kaip gydymo priemonė (32).

Akivaizdu, kad medikai, kurie jau turi muskuloskeletinės sistemos sustrikimų, yra padidintos rizikos grupėje juos patirti ir vėl. Kad būtų išvengta ar bent sumažinta žala sveikatai, kuri susijusi su judėjimu, fizine bei funkcinė medicinos komandos darbuotojų būkle, labai svarbu būti fiziškai aktyviems, palaikyti ir gerinti fizinius rodiklius, darbingumą, pajėgumą, neišsekinti kūno, vengti traumų, ir visumoje, gyventi pagal sveikos gyvensenos principus.

2.5. Biomechaninės apkrovos ir traumos juosmeninėje stuburo dalyje

Biomechaniniai pokyčiai yra glaudžiai susiję su apatinės nugaros dalies skausmais, nepriklausomai nuo skausmo etiologijos. Per didelės biomechaninės apkrovos sietinos su traumatizacija. Gali būti pakenkta raumenims, sąnarinėms struktūroms. Biomechaninės išeitys gali skirtis tarp sveikų asmenų ir kenčiančių nuo apatinės nugaros dalies skausmų, taip pat svarbu atsižvelgti į juosmeninės dalies skausmų sunkumo lygį (21).

Aukštesnio laipsnio biomechaniniai matavimai apibūdina arba prognozuoja, kaip audiniai ar audinių sistemos reaguoja į ar generuoja jėgas sąnario lygyje. Neurofiziologiniai, radiologiniai, muskutotendinoziniai arba neuroraumeniniai matavimai gali būti naudojami kaip atskiri deskriptoriai arba kartu su kinematikos ir kinetiniais įrankiais, siekiant patikslinti sąnarių kinetikos skaičiavimus. Šie matavimai netgi gali padėti suprasti biomechaninį judėjimo poveikį

audinių lygiu, kad paaiškintų mechanonociceptinius arba uždegiminius procesus, susijusius su juosmeninės dalies skausmais (33).

Pilvo ir nugaros tiesiamųjų raumenų aktyvacijos modeliai vyresnio amžiaus žmonėms ir tiems, kurie atsigavo po apatinės nugaros dalies traumų, turėjo bendrų skirtumų, palyginti su sveikų jaunų besimptomų kontrolinių grupių atstovais. Tai apėmė didesnes aktyvinimo amplitudes, mažesnę reagavimą į besikeičiančius išorinius momentus ir mažesnę motorinį sudėtingumą, patvirtinantį pakitimų, atsirandančių dėl stuburo sistemos sutrikimų arba kuriais siekiama pagerinti stuburo stabilumą, buvimą. Vyresnio amžiaus žmonės turėjo didesnes raumens agonisto aktyvinimo amplitudes, didesnius laikinojo reagavimo ir motorinio sudėtingumo pokyčius, o tai rodo didesnius posisteminius sutrikimus, palyginti su atsigavusia po apatinės nugaros dalies traumų grupe. Tačiau didesnės antagonistų aktyvacijos amplitudės atsigavusių po apatinės nugaros dalies traumų tyrimo dalyviams, lyginant su vyresnio amžiaus žmonėmis, rodo, kad atsigavusieji po apatinės nugaros dalies traumų turi unikalių stuburo sistemos trūkumų arba kad jų neseniai patirtas skausmas turi nepriklausomą įtaką raumenų aktyvavimo modeliams (34).

Visgi, apatinės nugaros dalies skausmas prisideda prie biomechaninių pokyčių. Traumatizacijos įtaka biomechaninėms apkrovoms pastebima jau histologiniame lygmenyje, stebimas audinių uždegimas. Neigiami raumenų – kaulų sistemos skirtumai netgi matomi asmenų, atsistačiusių po traumos, stuburo sistemoje, jau nekalbant apie funkcinį lygmenį. Visi šie faktai skatina ieškoti priemonių, kurios leistų išvengti juosmens traumatizacijos ir apatinės nugaros dalies pakenkimų.

2.6. Juosmeninės stuburo dalies negalavimai ir jų profilaktika

Apatinės stuburo dalies negalavimai yra itin dažna ir opi problema. Tai paveikia didžiąją žmonių populiacijos dalį visame pasaulyje. (1) Apatinės nugaros dalies skausmą tiksliau būtų traktuoti kaip simptomą nei ligą. (35) Juosmeninės nugaros dalies skausmų paplitimas ir dažnis tarp sveikatos priežiūros darbuotojų yra labai didelis, lyginant su visa populiacija, ir tai yra svarbus ilgalaikio nedarbingumo dėl ligos rizikos veiksnys (7).

Juosmens srities diskomfortą gali sukelti netgi tokie paprasti dalykai kaip ilgas sėdėjimas. Tai ypač aktualu šiais, skaitmeniniais laikais, kai net ir medicinos specialistams tenka daug laiko praleisti sėdint prie kompiuterio ekrano ir pildant medicininę dokumentaciją. Apatinės nugaros srities skausmai ir ilgas sėdėjimas turi tiesioginį biomechaninį ryšį, kurį patvirtina ir naujausi tyrimai. Vienas nacionalinis, populiacija pagrįstas tyrimas, paskelbtas 2018 metais, kuriame analizuoti duomenys iš Pietų Korėjos nacionalinės sveikatos ir mitybos apklausos, orientuotas į

suaugusius asmenis, vyresnius nei 50 metų. Tyrėjai nustatė, kad sėdėjimas ilgiau nei 7 valandas per dieną buvo reikšmingai susijęs su lėtiniu apatinės nugaros dalies skausmu (pakoreguotas šansų santykis 1.33, $p < 0,001$). Juosmens srities skausmų rizika didėjo ilgėjant sėdėjimo trukmei. Tai rodo, kad ilgesnis sėdėjimo laikas didina apatinės nugaros dalies negalavimų riziką, ypač tarp asmenų su mažu fiziniu aktyvumu, kas rodo, kad sėdėjimo elgsena kartu su nepakankamu fiziniu aktyvumu gali dar labiau padidinti apatinės nugaros dalies skausmų išsivystymo riziką (36).

Žemas fizinis aktyvumas skatina apatinės nugaros dalies negalavimus. Lenkijoje atliktame tyrime, kuriame dalyvavo 609 medicinos personalo atstovai, beveik pusė (49,59 %) respondentų nurodė sumažėjusį fizinį aktyvumą, o grupėje su pasikartojančiu nespecifiniu apatinės nugaros dalies skausmu šis skaičius siekė 67,59 %. Vienamatis logistinės regresijos modeliavimas parodė, kad sėdimas gyvenimo būdas pasikartojančių nespecifinių apatinės nugaros dalies skausmų dažnį padidino 3,5 karto ($p < 0,001$) (3).

Per didelė medicinos personalo kūno masė (per didelis kūno masės indeksas) turi neigiamą poveikį juosmeninės srities skausmingumui. Nutukimas buvo reikšmingai susijęs su padidėjusia chroniško apatinės nugaros dalies skausmo rizika (37).

Išskiriant konkrečias medicinos specializacijas 2023 m. publikuotos siteminės apžvalgos metu nustatyta, kad didžiausias apatinės nugaros dalies pakenkimas tarp medicinos specialistų (buvo lyginama tarp 6 specialybių: odontologų ar burnos higienistų, akušerių, slaugytojų, osteopatų, kineziterapeutų ir chirurgų) stebimas chirurgų ir odontologų populiacijoje, paplitimas (>60 %). Pagrindinės to priežastys, kurias galima pritaikyti ir kitų medicinos specialybių darbuotojams, yra būvimas nepatogia laikysena bei kartotinas neergonomiškų kūno padėčių užėmimas (38).

Slovėnijos ligoninėse atliktas nugaros skausmų paplitimo tyrimas rodo, kad medicinos personalui trūksta žinių, kaip išvengti apatinės nugaros dalies negalavimų ir kaip su jais susidoroti (39).

Saugaus darbo su pacientais ir pacientų mobilizavimo programa padeda išvengti traumų, patiriamų slaugant pacientą ar jį keliant bei mobilizuojant. Taip pat saugaus darbo su pacientais ir pacientų mobilizavimo programa gali turėti ekonominės naudos, nes sumažėja skeleto ir raumenų sistemos sutrikimų, sumažėja dėl traumų patirtų išlaidų, tokių kaip nedarbingumo išmokos ir medicininės išlaidos (40).

Apatinės nugaros dalies traumų profilaktikai daug įtakos turi medicinos komandos darbuotojų išsilavinimas bei medicinos įstaigos tipas. Pastebėta, kad medicinos darbuotojams

trūksta įrodymais pagrįstų žinių apie saugų darbą su pacientais rankomis. Stinga vadovėlių ir kursų apie taisyklingą darbą su pacientu rankomis, yra didelis švietimo poreikis, kad būtų išvengta neveiksmingų prevencinių strategijų ir kad sveikatos priežiūros srities darbuotojams grėstų mažesnis pavojus susižaloti dirbant su pacientu (41). Į medikų studijas turėtų būti integruotos darbo su pacientu, o ypač saugaus jo perkėlimo ir mobilizavimo kursas.

Iš tikrųjų, apatinės nugaros dalies negalavimai labai plačiai paplitę, ypač medikų populiacijoje. Su juosmeninės stuburo dalies pakenkimu siejami šie veiksniai: ilgas sėdėjimas, mažas fizinis aktyvumas, viršsvoris ir nutukimas, dažnai medicinos personalo darbe pasitaikančios nepatogios padėties, tam tikros medicinos srities specializacijos ir žinių, apie saugų darbą su pacientais, stoka. Norint išvengti ar bent sumažinti juosmeninės stuburo dalies negalavimų dažnį, pravartu trumpinti sėdėjimo laiką, didinti fizinį aktyvumą, siekti normalaus kūno masės indekso, vengti neergonomiškų pozų ir iš esmės kelti darbuotojų kvalifikaciją, tai reiškia, rengti mokymus, taikyti parengtas programas bei skatinti domėtis prevencija.(3,7,9,18,31,36–39,41)

3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

3.1. Tyrimo organizavimas

Tyrimui atlikti pasirinktas klinikinis analitinis tyrimo tipas. Tyrimas vykdytas (nuo 2023 metų lapkričio mėnesio iki 2024 metų birželio mėnesio) Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje. Tyrime dalyvavo sveiki medicinos personalo atstovai, kurie sudaro reabilitacijos komandą. Prieš atliekant tyrimą, tyrimo dalyviams buvo paaiškinta apie atliekamus veiksmus, pristatytas tyrimo tikslas, uždaviniai, taip pat tyrimo dalyviai buvo supažindinti su tyrime taikomomis konfidencialumo ir anonimiškumo procedūromis.

Dalyvauti tyrime buvo pasiūlyta 65 tiriamiesiems (45 reabilitacijos komandos nariams ir 20 kineziterapijos studentų), iš kurių 8 (12,30 %) atsisakė dalyvauti tyrime, 7 (10,76 %) neatitiko įtraukimo į tyrimą kriterijų, 4 (6,15 %) nebaigė tyrimo. Iš visų pakviestųjų dalyvauti tyrime, tyrime nedalyvavo 19 (29,23 %). Galiausiai tyrime dalyvavo 46 (70,76 %) tiriamieji, iš jų 31 (67,39 %) moteris, 15 (32,60 %) vyrų. Duomenų analizė atlikta su 46 tiriamųjų duomenimis.

3.2. Tiriamųjų įtraukimo į tyrimą kriterijai:

3.2.1. Amžius (18-65 m.);

3.2.2. Reabilitacijos komandoje dirbantys medikai:

3.2.2.1. Fizinės medicinos ir reabilitacijos skyriuje dirbantys slaugytojai (darbo stažas > 1 metai);

3.2.2.2. Ergoterapeutai (darbo stažas >1 metai);

3.2.2.3. Kineziterapeutai (darbo stažas >1 metai);

3.2.2.4. Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto I Kineziterapijos programos kurso studentai;

3.2.3. Per paskutinius 12 mėnesių nepatyrė rimtų kaulų ir raumenų sistemos sutrikimų, dėl kurių buvo nedarbingi, (pvz., trauma, operacija, radikulopatija);

3.2.4. Sveiki, nejaučia peršalimo simptomų;

3.2.5. Savanoriškai sutinka dalyvauti tyrime.

3.3. Tiriamųjų neįtraukimo į tyrimą kriterijai:

3.3.1. Nepakankamas darbo stažas (≤ 1 metai) dirbant reabilitacijos komandoje;

3.3.2. Pacientų perkėlimo užduotys nėra atliekamos reguliariai arba dirbama mažiau nei pusę darbo laiko su pacientais tiesiogiai;

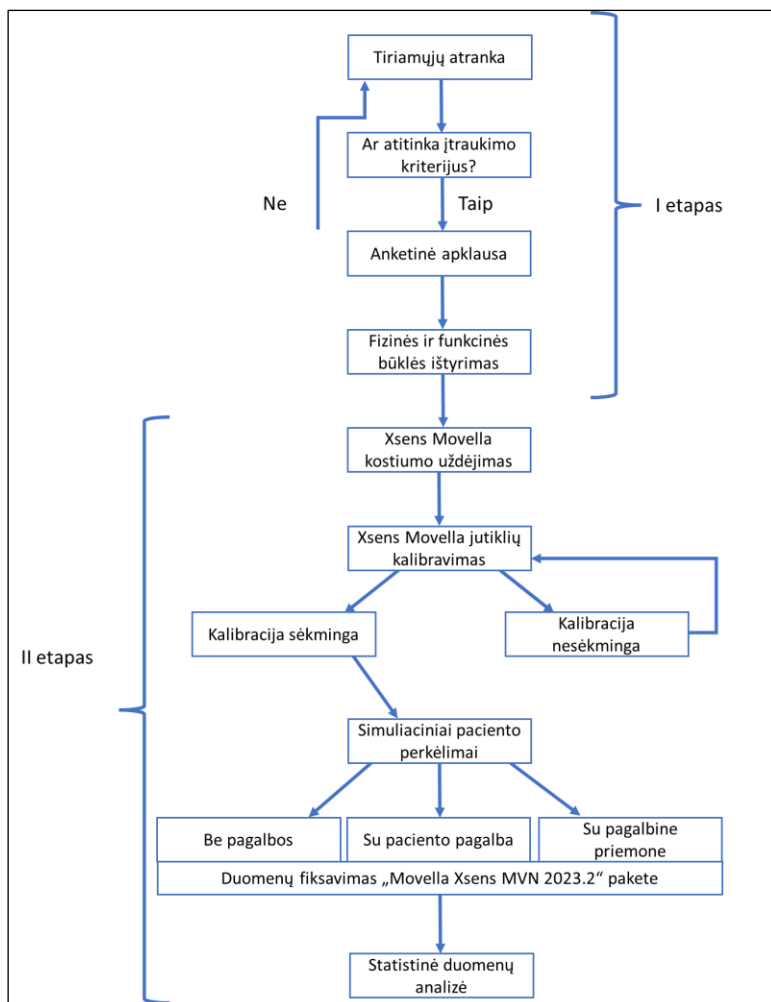
- 3.3.3. Per paskutinius 12 mėnesių patyrė kaulų ir raumenų sistemos sutrikimų, dėl kurių buvo nedarbingi, (pvz., trauma, operacija, radikulopatija);
- 3.3.4. Diagnozuota stuburo liga (pvz., tarpslankstelinio disko išvarža, skoliozė);
- 3.3.5. Jaučia peršalimo simptomų;
- 3.3.6. Jaučia juosmens ir kitų kūno sričių skausmus (VAS ≥ 6 balai).

3.4. Tyrimo eiga

Klinikinis analitinis tyrimas vykdytas dviem etapais.

I etapas – tyrimo dalyvių atranka, anketinė apklausa, judesių, fizinės ir funkcinės būklės įvertinimas.

II etapas – paciento perkėlimo simuliacijavimas su judesių matavimo sistema (prieš perkėlimų atlikimą tiriamieji trumpai apmokomi saugios perkėlimo technikos ir perkėlimų fiksavimo su sistema eigos) ir statistinė duomenų analizė (1 paveikslas).



1 paveikslas. Tyrimo schema

3.5. Tyrimo metodai

Pateikiami visi tyrime naudoti metodai.

1. Anketinė apklausa (šiuo tyrimo metodu nustatyta):
 1. Bendrosios sociodemografinės charakteristikos;
 2. Antropometriniai duomenys;
 3. Darbinė veikla;
 4. Fizinis aktyvumas;
 5. Informacija apie traumas ir susirgimus.
2. Fizinės ir funkcinės būklės įvertinimas (testavimo būdai):
 1. Šlaunies raumenų jėgos matavimas rankiniu dinamometru „Lafayette“;
 2. Liemens raumenų ištyrimas „McGill“ testavimu;
 3. Juosmens mobilumo nustatymas rankiniu inklinometru.
3. 3 tipų simuliaciniai perkėlimai:
 1. Be pagalbos;
 2. Su paciento pagalba;
 3. Su pagalbine priemone.
4. Judesių matavimas su „Xsens Movella“ sistema.
 1. Duomenų fiksavimas programinės įrangos pakete „Movella Xsens MVN 2023.2“.
5. Biomechaninių apkrovų analizė naudojant:
 1. „AnyBody Modeling System“;
 2. „MoCapModel“.
6. Statistinė duomenų analizė (naudota programinė įranga):
 1. Microsoft Office Excel;
 2. R Commander.

3.6. Tyrimo duomenų konfidencialumas

Tyrimo pradžioje kiekvienam tiriamajam priskiriamas identifikacinis kodas (pvz., T-01; T-02; T-03 ir t. t.), pagal kurį tiriamasis, laikantis duomenų apsaugos reikalavimų, bus identifikuojamas viso tyrimo metu. Tiriamasis pasirašo asmens informavimo ir sutikimo dalyvauti tyrime formą (1 priedas). Viso tyrimo eigoje tiriamieji turi galimybę atsisakyti dalyvauti ir nebetęsti pradėto tyrimo. Viso tyrimo vykdymo laiku tyrimo vietoje būna tyrėjai, kurie yra pasirengę suteikti reikiamos pagalbos tiriamiesiems, ir gali atsakyti į iškilusius klausimus, kurie

yra susiję su anketos klausimų formuluotėmis ar bet kokiais kitais su tyrimu susijusiais aspektais. Tyrėjų nuolatinis buvimas užtikrina, kad tyrimo dalyviai galėtų gauti reikiamos informacijos ir jiems nekiltų abejonių dėl tyrimo atliekamų užduočių. Apie šią galimybę tyrimo dalyviai yra informuojami tyrimo pradžioje.

3.7. Tyrimo apklausa

Visi tyrimo dalyviai užpildo jiems pateiktą popierinį klausimyno variantą. Anketoje tyrimo dalyvio prašoma pateikti informaciją apie sociodemografinius rodiklius, specializaciją, darbinę veiklą, susirgimus bei traumas ir fizinį aktyvumą. Klausimynas pradedamas nuo tiriamųjų atsakymų į jiems pateiktus klausimus apie:

1) Tiriamųjų sociodemografinius bei antropometrinius duomenis: lytį (anketoje pabraukti „Vyras“ ar „Moteris“), amžių (metais), užimamas pareigas (prašoma įrašyti), specialybę pagal išsilavinimą (prašoma įrašyti), jei tiksliai žino, įrašo savo ūgį (cm) ir svorį (kg), jei abejoja – ūgis pamatuojamas, svoris nustatomas kūno svarstyklėmis tyrimo atlikimo vietoje, ir įrašomas į anketą; prašoma atsakyti, kuri tiriamojo ranka yra dominuojanti, (pabraukti teisingą atsakymą „Esu kairiarankis/-ė“ arba „Esu dešiniarankis/-ė“);

2) Informacija apie savo darbo patirtį veikloje (metais), kurioje reguliariai reikia atlikti paciento perkėlimus; pažymi (anketoje pabraukti „Taip“ arba „Ne“);

3) Informacija apie traumas, patirtas darbe, lėtines ligas ar skausmus, atsiradusius galimai dėl darbo padėčių / judesių – ar per paskutinius 12 mėnesių patyrė rimtų stuburo srities sutrikimų, jei tiriamasis pažymėjo „Taip“, prašoma įvardinti, kokį pakenkimą tyrimo dalyvis patyrė, (pvz., traumą, operaciją); toliau prašoma pažymėti (anketoje pabraukti „Taip“ arba „Ne“), ar tiriamasis serga lėtinėmis raumenų – skeleto sistemos ligomis, jei tiriamasis pažymėjo „Taip“, prašoma įvardinti, kuo serga, koks susirgimas diagnozuotas, tyrimo dalyviui (pvz., radikulopatija, tarpslankstelinio disko išvarža, skoliozė); prašoma pabraukti, jei dalyvis patiria lėtinius tam tikros kūno srities skausmus („Pečių“, „Kaklo“, „Juosmens“);

4) Fizinio parengtumo lygio įsivertinimas – prašoma tiriamųjų dešimtbalėje skalėje įvertinti savo fizinės parengties lygį, prašoma apibraukti teisingą atsakymą („1 – prasta parengtis“; „10 – puiki parengtis“) (1 lentelė);

1 lentelė. Fizinės parengties lygis dešimtbalėje skalėje

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

pažymėti (apibraukti) savo fizinio aktyvumo lygį („Fiziškai neaktyvus“; „Fiziškai aktyvus mažu intensyvumu. Daug vaikštau, stovimas darbas ar pan.“; „Reguliariai sportuoju. 1-2 kartus per savaitę“; „Reguliariai sportuoju. 3 ar daugiau kartų per savaitę“) (2 lentelė);

2 lentelė. Fizinio aktyvumo lygis

Fiziškai neaktyvus	Fiziškai aktyvus mažu intensyvumu. Daug vaikštau, stovimas darbas ar pan.	Reguliariai sportuoju. 1-2 kartus per savaitę	Reguliariai sportuoju. 3 ar daugiau kartų per savaitę
---------------------------	--	--	--

galiausiai prašoma įvardinti, kokiomis sporto disciplinomis tyrimo dalyvis užsiima.

Tyrėjas, pagal reikalingus tyrimo dalyvio duomenis (svorį ir ūgį), apskaičiuoja ir į anketą įrašo tiriamojo kūno masės indeksą (KMI). Pateikiama formulė, pagal kurią apskaičiuotas kūno masės indeksas:

$$KMI = \text{svoris (kg)} / \text{ūgis}^2 \text{ (m)}.$$

Anketinės apklausos principu gauti duomenys iš popierinio varianto surinkti ir perkelti į Microsoft Office Excel elektroninę skaičiuoklę.

3.8. Tiriamųjų judesių, fizinės ir funkcinės būklės ištyrimas

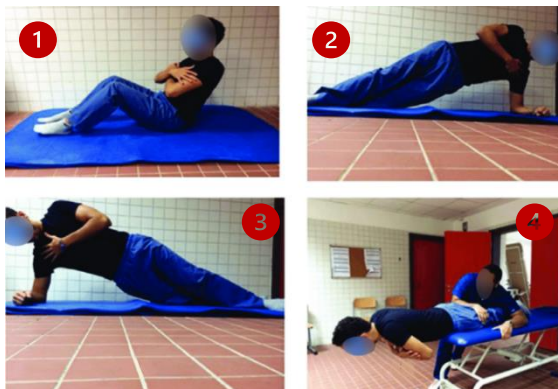
Tyrime buvo naudojami šie vertinimo metodai:

1. Raumenų jėgos matavimų duomenys surinkti atliekant matavimus rankiniu dinamometru „Lafayette“, rankinis dinamometras yra ergonomiškas rankinis prietaisas, naudojamas objektyviai kiekybiškai įvertinti raumenų jėgą (42). Šlaunies raumenų (kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens ir šlaunies keturgalvio raumens) jėgai išmatuoti (kilogramais) buvo naudotas rankinis raumenų dinamometras „Lafayette“ (2 paveikslas);



2 paveikslas. Rankinis dinamometras

2. Liemens, pilvo ir nugaros, raumenims įvertinti, ištvermei bei jėgai pamatuoti nuodotas „McGill“ liemens testas (43). Liemens raumenų ištvermei išmatuoti (sekundėmis) naudotas „McGill“ liemens raumenų statinės ištvermės testas (3 paveikslas);



3 paveikslas. „McGill“ liemens testas (1. Lenkėjų ištvermės testas; 2. Kairės pusės lenta; 3. Dešinės pusės lenta; 4. Tiesėjų ištvermės testas)

3. Juosmeninės stuburo dalies mobilumas (lenkimo ir tiesimo metu) buvo matuojamas (laipsniais) rankinio inklinometro pagalba.

Judesių, fizinės ir funkcinės būklės duomenys fiksuoti popieriniame variante, paskui surinkti ir perkelti į Microsoft Office Excel elektroninę skaičiuoklę.

3.9. Simuliacinis paciento perkėlimas su judesių matavimo sistema

Klinikinio tyrimo metu stengiamasi užtikrinti, kad tyrimo aplinka būtų kuo labiau standartizuota, o išoriniai aplinkos veiksniai neturėtų įtakos rezultatams. Tyrimas atliktas laikantis vienodų aplinkos sąlygų, kad būtų išvengta galimų klaidų ir užtikrintas rezultatų patikimumas bei objektyvumas. Paciento perkėlimo simuliacijai atkartota sveikatos apsaugos sektoriui būdinga pacientui paskiriama patalpa – simuliacinė ligoninės palata. Parinkti ir viso tyrimo metu naudoti tie patys simuliaciniam paciento perkėlimui reikalingi įrengimai, kurių

reguliuojami parametrai užfiksuoti ir nekeisti visų simuliacinių paciento perkėlimų metu: išlaikytas pastovus ligoninės lovos aukštis (60 cm) bei gulimosios dalies pasvyrimo kampas (180°), nustatytas ir nekeistas vėžimėlio sėdimosios dalies aukštis (60 cm (identiškas lovos aukščiui)) bei stovėjimo kryptis lovos atžvilgiu; kojinių stabdžių pagalba užfiksuota ir nekeista ligoninės lovos bei neįgaliojo vėžimėlio pozicija, kad būtų išvengta perkėlimui reikalingų įrenginių judėjimo. Kiekvieno simuliacinio paciento perkėlimo atlikimo metu tyrimo dalyviai kilojo tą patį žmogų, kad tyrimo eigoje būtų kuo mažiau kintamųjų. Tiriamųjų simuliaciniuose perkėlimuose dalyvavęs asmuo buvo moteriškosios lyties; kilojamosios svoris – 65,27 kg, ūgis – 180,10 cm.

Tyrimo dalyvių judesiai paciento kėlimo metu buvo užfiksuoti naudojant belaidės judesių fiksavimo sistemos „Xsens Movella 17 IMU“ žymeklių rinkinį (4 paveikslas). Buvo naudojamas standartinis Xsens Movella sistemos žymeklių rinkinys, kurį iš viso sudarė 17 inercinių jutiklių (6).



4 paveikslas. Simuliaciniam paciento perkėlimui reikalinga įranga

Prieš pradėdant vykdyti simuliacinių perkėlimų procedūrą, tiriamasis buvo glaustai supažindinamas su Xsens Movella IMU (inercijos matavimo vieneto) įranga ir jos pritaikomumu mūsų atliekamame tyrime. Procedūros pradžioje tiriamojo prašoma apsirengti Xsens Movella įrangos kostiumo dalį – tampriai prie kūno priglundančią liemenę su užtrauktuku, ji parenkama pagal tyrimo dalyvio dydį (galima parinkti S; L; XXL dydžio liemenę); tiriamasis per juosmenį sujuosiamas kostiumui priklausančiu diržu, kad apranga dar geriau priglustų prie kūno. Tyrimo komandos pagalba 17-niolikos bevielų žymeklių rinkinys pritvirtinamas prie tyrimo dalyvio kūno (5 paveikslas).



5 paveikslas. 17 jutiklių išdėstymas ant tiriamojo kūno

Jutiklių išdėstymo kryptis – pradedant nuo galvos ir leidžiantis žemyn iki pėdų. Tyrimo dalyvui duodama ant galvos užsidėti juostą su 1 galvos sričiai skirtu jutikliu, jutiklis tvirtinamas centrinėje pakaušio dalyje; po 1 jutiklį fiksuojama kairiojo ir dešiniojo peties srityje, kūno nugarinėje pusėje; 1 jutiklis dedamas krūtinkaulio srityje, priekinėje pusėje; 1 jutiklis pritvirtinamas dubens srityje iš nugarinės pusės; po 1 jutiklį fiksuojama ant kairiojo ir dešiniojo žasto, išorinėje žasto pusėje; po 1 jutiklį fiksuojama ant kairiojo ir dešiniojo dilbio, išorinėje dilbio pusėje; po 1 jutiklį fiksuojama ant kairiosios ir dešinėsios plaštakos, viršutinėje plaštakos dalyje; po 1 jutiklį fiksuojama ant kairiosios ir dešinėsios šlaunies, išorinėje šlaunies dalyje; po 1 jutiklį fiksuojama ant kairiosios ir dešinėsios blauzdos, išorinėje blauzdos dalyje; po 1 jutiklį fiksuojama ant kairiosios ir dešinėsios pėdos, viršutinėje pėdos dalyje; jutikliai ant tyrimo dalyvio kūno fiksuojami Xsens Movella įrangos kostiumui priklausančiomis gamintojo parengtomis tampriomis juostomis.

Tyrimo dalyviui dėvint Xsens Movella jutiklių sistemą, įranga buvo kalibruojama. Kalibracijos procedūra atliekama tyrimo dalyviui tiesiai stovint (užimant pradinę standartinio kalibravimo padėtį), kai rankos yra nuleistos prie šonų; tiriamajam įprastai einant pirmyn ir atgal. Naudojamas duomenų rinkimo ir apdorojimo programinis paketas „Movella Xsens MVN 2023.2“. Kalibracija reikalinga, kad sistema galėtų tiksliai nustatyti jutiklių padėtį ir orientaciją tyrimo dalyvio kūno atžvilgiu. Sistema automatiškai analizuoja gautus duomenis ir pritaiko algoritmus, kad būtų kompensuoti galimi jutiklių nuokrypiai. Baigus kalibravimą, programinė įranga pateikia informaciją apie kalibracijos kokybę ir, jei reikia, rekomenduoja procesą pakartoti

ar pataisyti jutiklių padėtį. Xsens Movella jutiklių sistemos kalibravimas apima pradinės pozos užėmimą, programinės įrangos nurodymų vykdymą ir automatinį duomenų analizavimą, siekiant užtikrinti maksimalų fiksuojamų judesių duomenų tikslumą (44). Pabaigus kalibravimo procedūrą, tyrimo dalyvis gali matyti kartu su juo „Movella Xsens MVN 2023.2“ programoje (realiu laiku) judantį savo „avatarą“, tyrimo fiksavimui skirtą kompiuterio ekrane, kuriame yra instaliuotas „Movella Xsens MVN 2023.2“ programinės įrangos paketas. Tyrimo metu visi biomechaniniai skaitiniai modeliai ir biomechaninės apkrovos buvo fiksuojamos „Movella Xsens MVN 2023.2“ programinės įrangos pakete, (duomenys buvo užfiksuoti 60 Hz dažniu), vėliau gauti duomenys perkelti į Microsoft Office Excel 15.0 versiją.

Praktinėje tyrimo dalyje vykdyti simuliaciniai paciento perkėlimai. Perkėlimai atlikti perkeliant simuliaciniuose perkėlimuose dalyvaujantį asmenį iš sėdimos pozos vėžimėlyje (aukštis 60 cm) ant lovos (aukštis 60 cm). Atlikti trijų tipų paciento perkėlimai po 3 kartus, 1 tyrimo dalyvis iš viso atliko 9 simuliuojamuosius perkėlimus. Iš viso „Movella Xsens MVN 2023.2“ programinės įrangos pakete užfiksuota 414 matavimų (perkėlimų). Tiriamieji atliko tris skirtingas imituojamas paciento perkėlimo užduotis:

1. Perkėlimas, kai medicinos specialistas neveiksnų pacientą kelia be jokios pagalbos;
2. Perkėlimas, kai pacientas bendradarbiauja ir šiek tiek pajėgia keisti savo viršutinės kūno dalies poziciją perkėlimo metu;
3. Perkėlimas, kai medicinos specialistas neveiksnų pacientą kelia naudodamasis pagalbine priemone (perkėlimo diržu) (6 paveikslas).



6 paveikslas. 1) Perkėlimas be pagalbos; 2) Perkėlimas su paciento pagalba; 3) Perkėlimas su pagalbine priemone

3.10. Biomechninių apkrovų tyrimas juosmeninėje stuburo dalyje paciento perkėlimo metu

Judesių analizės vertinimo duomenys fiksuoti naudojant „Xsens Movella“ inercinių jutiklių sistemą, kuri tiksliai registruoja žmogaus kūno segmentų judesius trimačiame modelyje. Tiriamieji atliko realius judesius, kurie simuliuoja paciento perkėlimą rankomis. Kinematinių duomenų rinkinys eksportuotas tolimesniam biomechaniniam tyrimui.

Judesių duomenys patalpinti raumens skeleto sistemoje („AnyBody Modeling System“), iš anksto sudarytame „MoCapModel“ modelyje, naudojamame duomenų analizei su Xsens įranga. Pasitelkus „MoCapModel“ modelį, buvo atlikta atvirkštinės dinamikos (*inverse dynamics*) analizė, kurios metu, naudojant įvestus judesių duomenis, apskaičiuotos biomechaninės apkrovos: vidinės sąnarių reakcijos jėgos ir mechaniniai momentai. Siekiant atkartoti tikras darbo sąlygas, prie modelio buvo pridėtas išorinis apkrovos elementas (paciento svoris), jis taikytas tik nuo pradžios (2.0 s) iki momentinės kėlimo pabaigos (4.5 s). Šitaip pašalintas perteklinis krūvis, tenkantis modelio pradžioje ir pabaigoje, siekiant gauti biomechaniskai tikslesnius rezultatus.

Tyrimo metu įvertinti L5–S1 stuburo segmento kompresinės ir šlyties jėgos bei lenkimo, ašiniai ir šoniniai momentai, kurie leidžia nustatyti stuburo apkrovos dydį skirtingomis paciento kėlimo fazėmis (45,46) (7 paveikslas).



7 paveikslas. L5–S1 stuburo segmento kompresinės ir šlyties jėgos bei lenkimo, ašiniai ir šoniniai momentai skirtingomis paciento kėlimo fazėmis

Rezultatų dalyje pateikiami 1 tiriamojo (26 metų moters, kineziterapeutės, turinčios 3 metų darbo patirtį, 162 cm ūgio ir 58 kg svorio) rezultatai iš raumens skeleto sistemos modelio, vertinant biomechanines apkrovas, kurios tenka juosmeninei stuburo daliai paciento perkėlimo metu.

Atliekant paciento perkėlimo biomechaninę analizę, buvo sudaryti stuburo segmento L5–S1 jėgų ir momentų grafikai.

1. Jėgų grafike vaizduojamos kompresinės ir šlyties jėgos bei didžiausia kompresinė jėga, kuri tenka stuburo segmentui L5-S1 perkėlimo momentu;
2. Momentų grafike vaizduojami lenkimo–ištiesimo, ašiniai ir šoniniai momentai.

Šie grafikai ne tik parodo stuburo apkrovos intensyvumą kėlimo metu, bet ir atskleidžia jų krypties ypatybę, leidžiančią įvertinti stuburo biomechaninę riziką tiek vertikalioje plokštumoje (kompresija), tiek horizontalioje ir kampinėje plokštumoje (šlytis ir momentai) (24,47).

3.11. Statistinės duomenų analizės eiga

Statistinė duomenų analizė atlikta „R Commander R 4.2.2“ versijos duomenų analizės pakete. Skaičiavimai buvo atlikti „Microsoft Office Excel 15.0“ versijos elektroninėje skaičiuoklėje ir „R Commander R 4.2.2“ versijos statistinės duomenų analizės pakete. Grafikai ir lentelės braižytos naudojantis „Microsoft Office Excel 15.0“ ir „R Commander R 4.2.2“ programinės įrangos sistemomis. Tyrimo imties dydis – 46. Tyrimo dalyvavusiųjų duomenys patikrinti dėl normalumo sąlygos, normalumo sąlygai įvertinti naudotas Shapiro-Wilk normalumo testas. Kintamieji pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį ir tenkinantys normalumo prielaidą buvo analizuojami parametriniais testais, kintamieji, kurie pažeidžia normalumo prielaidą, analizuoti neparametriniais testais. Duomenys statistiškai reikšmingi, kai $p < 0,05$. Buvo skaičiuojamos tokios statistinės charakteristikos: vidurkis, standartinis nuokrypis, mažiausia reikšmė, didžiausia reikšmė, mediana, moda. Naudoti neparametriniai testai: Wilcoxon testas apie medianų lygybę 2 imtims lyginti, Kruskal-Wallis testas, kuriuo lyginamos trijų ar daugiau nepriklausomų grupių medianos, Dunn testas su Bonferroni korekcija neparametriniams poriniams palyginimams, Bonferroni korekcija užtikrina, kad bendras klaidingo teigiamo rezultato lygis būtų mažas. Naudoti parametriniai testai: T testas naudotas lyginant dviejų grupių vidurkius, vienkryptę ANOVA trijų ar daugiau nepriklausomų grupių vidurkiams lyginti ir multi-way ANOVA kelių faktorių ir jų sąveikų poveikiui priklausomam kintamajam analizuoti. Sąsajų paieškai ir analizei tarp fizinių ir funkcinių būklių naudota Pearson koreliacija, kai duomenys yra kiekybiniai ir pasiskirstę normaliai, o Spearman koreliacija taikyta nenormaliai pasiskirsčiusiems duomenims. Biomechaninės apkrovos vertintos naudojant biomechaninius skaitinius modelius,

iš pradžių apskaičiavus ir užfiksavus realaus pacientą keliančio asmens kūno apkrovų ribas ir sudėtinius jėgos momentus juosmeninėje stuburo dalyje paciento perkėlimo momentu.

4. TYRIMO REZULTATAI

4.1. Tyrimo rezultatai

4.1.1. Sociodemografiniai ir antropometriniai rodikliai

Moterų ir vyrų pasiskirstymas tarp tyrimo dalyvių pateikiamas sveikaisiais skaičiais ir procentine išraiška. Iš 46 tyrimo dalyvių, tyrime dalyvavo 31 (67,39 %) moteris, 15 (32,60 %) vyrų. Tiriamųjų pasiskirstymas tarp specialybių (slaugytojų, ergoterapeutų, kineziterapeutų ir studentų) pateikiamas lentelėje sveikaisiais skaičiais ir procentine išraiška (3 lentelė).

3 lentelė. Tiriamųjų pasiskirstymas tarp specialybių (n=46)

Tiriamųjų grupė	Tiriamųjų specialybė	N (procentais)
1 grupė	Slaugytojai	10 (21,73 %)
2 grupė	Ergoterapeutai	4 (8,69 %)
3 grupė	Kineziterapeutai	18 (39,13 %)
4 grupė	Studentai	14 (30,43 %)

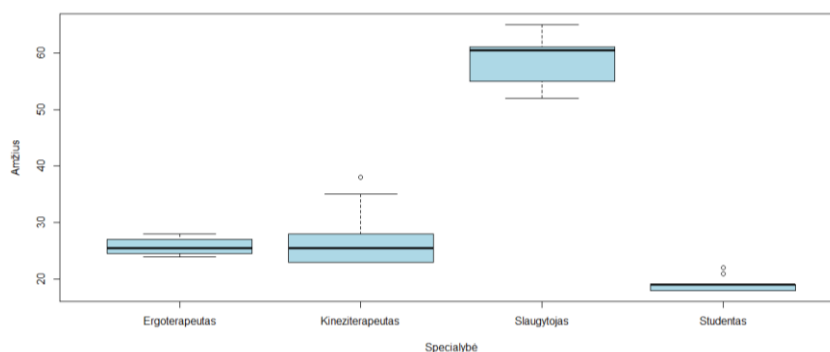
Išanalizuotas tyrimo dalyvių amžius (metais – m.). Rezultatai pateikiami skaitine išraiška. Vidutinis tiriamųjų amžius yra $31,24 \pm 15,52$ m.; minimalus tiriamųjų amžius – 18 m.; maksimalus tiriamųjų amžius – 65 m.; vidurinis amžiaus skaičių grupės skaičius (mediana) – 24,5 m.; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė amžiaus imtyje (moda) – 19 m. (4 lentelė). Paanalizavus tiriamųjų amžių tarp skirtingų specialybių atstovų, statistiškai reikšmingą skirtumą nustatėme tarp slaugytojų ir kitų specialistų t.y. slaugytojai buvo ženkliai vyresni (atitinkamai slaugytojų amžiaus vidurkis siekė $59 \pm 4,57$ m., kineziterapeutų $26,5 \pm 4,34$ m., ergoterapeutų $25,75 \pm 1,71$ m., studentų $19,07 \pm 1,14$ m. ($p < 0,05$)) (5 lentelė). Tiriamųjų grupių pasiskirstymas pagal amžių pateikiamas diagrama (8 paveikslas).

4 lentelė. Tiriamųjų amžiaus charakteristikos

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda
Amžius (m.)	$31,24 \pm 15,52$	18	65	24,5	19

5 lentelė. Amžiaus pasiskirstymas tarp grupių

Grupė	Amžiaus vidurkis $\pm$ SN (m.)	Lyginamos grupės	p reikšmė
Slaugytojai	59 $\pm$ 4,57	Slaugytojai – KT	0,0063
ET	25,75 $\pm$ 1,71	Studentai – KT	0,0006
KT	26,5 $\pm$ 4,34	Slaugytojai – Studentai	<0,0001
		ET – Studentai	0,0381
Studentai	19,07 $\pm$ 1,14	ET – KT	1,0000
		ET – Slaugytojai	0,1670



8 paveikslas. Tiriamųjų pasiskirstymas tarp grupių pagal amžių

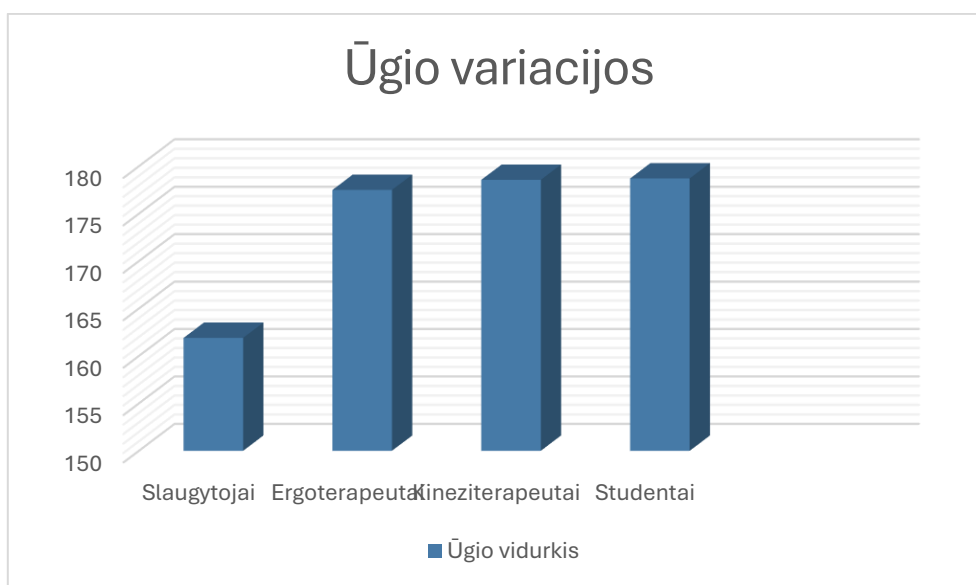
Išanalizavome tiriamųjų antropometrinius duomenis tokius kaip tiriamųjų ūgis, svoris ir bendras KMI ir nustatėme, kad bendras tiriamųjų ūgis (centimetrais – cm) yra 174,89 $\pm$ 12,43 cm; minimalus tiriamųjų ūgis – 150 cm; maksimalus tiriamųjų ūgis – 200 cm; vidurinis ūgio skaičių grupės skaičius (mediana) – 175 cm; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė ūgio imtyje (moda) – 180 cm (6 lentelė). Paanalizavus tiriamųjų ūgį tarp skirtingų specialybių atstovų, statistiškai reikšmingą skirtumą nustatėme tarp slaugytojų ir kineziterapeutų bei slaugytojų ir studentų t.y. slaugytojai buvo ženkliai žemesni (atitinkamai slaugytojų ūgio vidurkis siekė 161,90 $\pm$ 6,05 cm, kineziterapeutų 178,56 $\pm$ 11,30 cm, ergoterapeutų 177,50 $\pm$ 14,36 cm, studentų 178,71 $\pm$ 11,34 cm ($p<0,05$) (7 lentelė). Ūgio pasiskirstymas tarp grupių pateiktas stulpeline diagrama (9 paveikslas).

6 lentelė. Tiriamųjų ūgio charakteristikos

	Vidurkis$\pm$SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda
Ūgis (cm)	174,89 $\pm$ 12,43	150	200	175	180

7 lentelė. Ūgio pasiskirstymas tarp grupių

Grupė	Ūgio vidurkis $\pm$SN (cm)	Lyginamos grupės	p reikšmė
Slaugytojai	161,90 $\pm$ 6,05	Slaugytojai – KT	0,0023
ET	177,50 $\pm$ 14,36	Studentai – KT	1,0000
KT	178,56 $\pm$ 11,30	Slaugytojai – Studentai	0,0045
		ET – Studentai	1,0000
Studentai	178,71 $\pm$ 11,34	ET – KT	1,0000
		ET – Slaugytojai	0,1381



9 paveikslas. Ūgio (cm) variacijos tarp grupių

Išanalizuotas tyrimo dalyvių svoris (kilogramais – kg). Rezultatai pateikiami skaitine išraiška. Vidutinis tiriamųjų svoris yra 75,33 $\pm$ 13,06 kg; minimalus tiriamųjų svoris – 49 kg; maksimalus tiriamųjų svoris – 100 kg; vidurinis svorio skaičių grupės skaičius (mediana) – 74,5 kg; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė svorio imtyje (moda) – 87 kg (8 lentelė).

Paanalizavus tiriamųjų svorį tarp skirtingų specialybių atstovų, statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatėme (atitinkamai slaugytojų svorio vidurkis siekė $80,60 \pm 10,71$ kg, kineziterapeutų $74,44 \pm 14,31$ kg, ergoterapeutų $71,25 \pm 19,74$ kg, studentų $73,86 \pm 11,12$ kg ($p < 0,05$)) (9 lentelė).

8 lentelė. Tiriamųjų svorio charakteristikos

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda
Svoris (kg)	75,33 $\pm$ 13,06	49	100	74,5	87

9 lentelė. Svorio pasiskirstymas tarp grupių

Grupė	Svorio vidurkis $\pm$ SN (kg)	Lyginamos grupės	p reikšmė
Slaugytojai	80,60 $\pm$ 10,71	Slaugytojai – KT	0,6993
ET	71,25 $\pm$ 19,74	Studentai – KT	1,0000
KT	74,44 $\pm$ 14,31	Slaugytojai – Studentai	0,5747
		ET – Studentai	1,0000
Studentai	73,86 $\pm$ 11,12	ET – KT	1,0000
		ET – Slaugytojai	0,3562

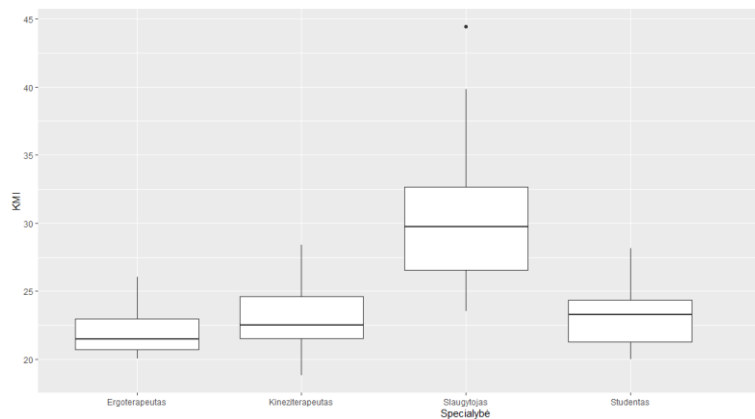
Išanalizuotas tyrimo dalyvių kūno masės indeksas (KMI). Rezultatai pateikiami skaitine išraiška. Vidutinis tiriamųjų KMI yra $24,79 \pm 5,00$; minimalus tiriamųjų KMI – 18,83; maksimalus tiriamųjų KMI – 44,44; vidurinis KMI skaičių grupės skaičius (mediana) – 23,445; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė KMI imtyje (moda) – 28,16 (10 lentelė). Paanalizavus tiriamųjų KMI tarp skirtingų specialybių atstovų, statistiškai reikšmingą skirtumą nustatėme tarp slaugytojų ir kitų specialistų t.y. slaugytojų KMI buvo ženkliai didesnis (atitinkamai slaugytojų KMI vidurkis siekė $31,165 \pm 6,58$, kineziterapeutų $23,15 \pm 2,59$, ergoterapeutų $22,255 \pm 2,63$, studentų $23,08 \pm 2,48$ ($p < 0,05$)) (11 lentelė). KMI pasiskirstymas grupėse vaizduojamas stačiakampe diagrama (10 paveikslas).

10 lentelė. Tiriamųjų KMI charakteristikos

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda
KMI	24,79 $\pm$ 5,00	18,83	44,44	23,445	28,16

11 lentelė. KMI pasiskirstymas tarp grupių

Grupė	KMI±SN	Lyginamos grupės	p reikšmė
Slaugytojai	31,165±6,58	Slaugytojai – KT	0,0014
ET	22,255±2,63	Studentai – KT	1,0000
KT	23,15±2,59	Slaugytojai – Studentai	0,0014
		ET – Studentai	1,0000
Studentai	23,08±2,48	ET – KT	1,0000
		ET – Slaugytojai	0,0094



10 paveikslas. KMI pasiskirstymas grupėse

4.1.2. Darbinė veikla, kurioje atliekami paciento perkėlimai

Įvertintos tyrimo dalyvių darbinė veikla. Išanalizuotas timiajųjų darbo stažas, kuriame atliekami paciento perkėlimai su pagalbinėmis priemonėmis ir be jų, metais (m.). Tyrimo rezultatai parodė, kad vidutinis tyrimo dalyvių darbo stažas yra 2,93±4,69 m.; minimalus darbo stažas – 0 m. ; maksimalus darbo stažas – 20 m.; vidurinis darbo stažo grupės skaičius (mediana) – 1 m.; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė darbo stažo imtyje (moda) – 0 m. (12 lentelė). Palygintas darbo stažas tarp tiriamųjų grupių pagal lytį ir nustatyta, kad darbo stažas tarp vyrų ir moterų statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p=0,6864$). Moterų darbo stažo vidurkis yra 3,94±5,32 m.; vyrų darbo stažo vidurkis yra 0,87±1,77 m.. Paanalizuotas darbo stažas ir pagal lytį, ir pagal specialybę, nustatyta, kad darbo stažas pagal lytį ir specialybę statistiškai reikšmingai nesiskiria

($p=0,9437$). Pastaba: tyrime nedalyvavo vyriškosios lyties slaugytojai, todėl toje vietoje duomenų nėra. Detalesni duomenys ir jų skaitinės reikšmės pateiktos lentelėje (13 lentelė).

12 lentelė. Darbo stažo charakteristikos

	Vidurkis$\pm$SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda
Darbo stažas (m.)	2,93 $\pm$ 4,69	0	20	1	0

13 lentelė. Darbo stažas pagal lytį ir specialybę

Grupė	Darbo stažas$\pm$SN (m.)		p
Pagal lytį	Moterys	Vyrai	0,994003
Slaugytojai	9,60 $\pm$ 5,99	-	
ET	1 $\pm$ 1,73	0	
KT	2,30 $\pm$ 1,57	1,63 $\pm$ 2,20	
Studentai	0	0	

4.1.3. Fiziniai ir funkciniai parametrai, fizinis aktyvumas

Įvertintas tyrimo dalyvių fizinis aktyvumas: subjektyvus fizinės parengties lygis bei fizinio aktyvumo reguliarumas. Išanalizuota tiriamųjų raumenų jėga, ištvermė bei stuburo paslankumas.

Tiriamųjų fizinės parengties rezultatai parodė, kad vidutinis tiriamųjų subjektyvus fizinės parengties lygis yra 7,22 $\pm$ 1,69; minimalus subjektyvus fizinės parengties lygis – 4; maksimalus subjektyvus fizinės parengties lygis – 10; vidurinis subjektyvaus fizinės parengties lygio grupės skaičius (mediana) – 7; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė subjektyvaus fizinės parengties lygio imtyje (moda) – 7 (14 lentelė). Palygintas subjektyvus fizinės parengties lygis tarp tiriamųjų grupių pagal lytį ir nustatyta, kad subjektyvus fizinės parengties lygis tarp vyrų ir moterų statistiškai reikšmingai skiriasi ($p<0,05$). Subjektyvus fizinės parengties lygis pagal lytį statistiškai reikšmingai skiriasi ($p=0,007772$). Moterų subjektyvaus fizinės parengties lygio vidurkis yra 6,65 $\pm$ 1,50; vyrų subjektyvaus fizinės parengties lygio vidurkis yra 8,40 $\pm$ 1,45. Paanalizuotas subjektyvus fizinės parengties lygis ir pagal lytį, ir pagal specialybę, nustatyta, kad fizinės parengties lygis pagal lytį ir specialybę statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p=0,994003$). Pastaba: tyrime dalyvavo tik 1 vyriškosios lyties ergoterapeutas, tyrime nedalyvavo vyriškosios lyties slaugytojai, todėl tose vietose duomenų paskaičiuoti neįmanoma arba jų visai nėra. Detalesni duomenys ir jų skaitinės reikšmės pateiktos lentelėje (15 lentelė).

Apskaičiuotas fizinio aktyvumo dažnumas. Nustatyta, kad dauguma tyrimo dalyvių būna viziškai aktyvūs 1-2 kartus per savaitę ir tai sudarė 19 (41,30 %) tyrimo dalyvių. Vertinant pagal lytį nustatyta, kad moterys dažniausiai sportuoja mažu intensyvumu arba 1-2 kartus per savaitę, tai sudarė 14 (45,16 %) tyrime dalyvavusių moterų, vyrai – 3 kartus per savaitę ir daugiau, tai sudarė 8 (53,33 %) tyrime dalyvavusių vyrų (16 lentelė).

14 lentelė. Subjektyvaus fizinės parengties lygio charakteristikos

	Vidurkis$\pm$SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda
Fizinė parengtis	7,22 $\pm$ 1,69	4	10	7	7

15 lentelė. Subjektyvus fizinės parengties lygis pagal lytį ir specialybę

Grupė	Subjektyvus fizinės parengties lygis $\pm$SN		p
Pagal lytį	Moterys	Vyrai	0,994003
Slaugytojai	6,10 $\pm$ 2,02	-	
ET	5,67 $\pm$ 0,58	7,00	
KT	6,90 $\pm$ 0,88	8,25 $\pm$ 1,75	
Studentai	7,38 $\pm$ 1,30	8,83 $\pm$ 0,98	

16 lentelė. Fizinio aktyvumo dažnumas bendrai ir pagal lytį

Fizinio aktyvumo dažnumas	Tyrimo dalyvių dalis (bendrai) (n=46)	Tyrimo dalyvių dalis (moterys) (n=31)	Tyrimo dalyvių dalis (vyrai) (n=15)
Mažu intensyvumu	16 (34,78 %)	14 (45,16 %)	2 (13,33 %)
1-2 kartus per savaitę	19 (41,30 %)	14 (45,16 %)	5 (33,33 %)
3 kartus ir daugiau	11 (23,91 %)	3 (9,68 %)	8 (53,33 %)

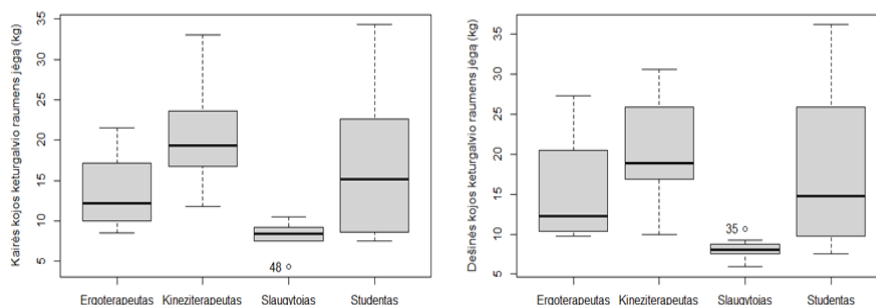
Įvertinome tiriamųjų atskirų raumenų jėgą (kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens ir kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgą) rankiniu dinamometru „Lafayette“ ir pateikiame gautus rezultatus (kg).

Tiriamųjų kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos rezultatai parodė, kad vidutinė tiriamųjų kairės kojos keturgalvio raumens jėga yra 16,06 $\pm$ 7,71 kg, dešinės – 16,33 $\pm$ 8,09 kg; minimali tiriamųjų kairės kojos keturgalvio raumens jėga – 4,3 kg, dešinės – 5,9 kg; maksimali tiriamųjų kairės kojos keturgalvio raumens jėga – 34,3 kg, dešinės – 36,2 kg; vidurinis

kairės kojos keturgalvio raumens jėgos skaičių grupės skaičius (mediana) – 15 kg, dešinės – 15 kg; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė kairės kojos keturgalvio raumens jėgos imtyje (moda) – 7,5 kg ir dešinės – 9,8 kg. Apskaičiavus p reikšmę ($p = 0,4427$), nustatyta, kad kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėga (kg) statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p > 0,05$) (17 lentelė). Palyginome kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgą tarp tiriamųjų grupių pagal specialybę ir nustatėme, kad jėga tarp kineziterapeutų, ergoterapeutų ir studentų statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p > 0,05$), tačiau slaugytojų šio raumens jėga buvo statistiškai reikšmingai silpnesnė nei kitų grupių. Lyginant slaugytojų kairės kojos keturgalvio raumens jėgą su kineziterapeutų ($p < 0,0001$), slaugytojų su studentų ($p = 0,0129$). Lyginant slaugytojų dešinės kojos keturgalvio raumens jėgą su kineziterapeutais ($p < 0,0001$), slaugytojų su studentais ($p = 0,0064$). Nustatytas slaugytojų kairės kojos keturgalvio raumens jėgos vidurkis yra $8,21 \pm 1,74$ kg, dešinės – $8,19 \pm 1,32$ kg. Skaičiavimai leidžia konstatuoti faktą, kad slaugytojų kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgą yra gerokai silpnesnė nei kitų grupių atstovų. Kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos pasiskirstymas tarp tiriamųjų grupių pavaizduotas stačiakampe diagrama (11 paveikslas).

17 lentelė. Kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos charakteristikos (kg)

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda	p reikšmė
Kairės kojos keturgalvio raumens jėga (kg)	16,06 $\pm$ 7,71	4,3	34,3	15	7,5	0,4427
Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga (kg)	16,33 $\pm$ 8,09	5,9	36,2	15	9,8	



11 paveikslas. Kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos pasiskirstymas tarp tiriamųjų grupių

Palyginta kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėga tarp tiriamųjų grupių pagal lytį ir nustatyta, kad kojos keturgalvio raumens jėga tarp vyrų ir moterų statistiškai reikšmingai skiriasi ($p < 0,05$). Kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgą pagal lytį statistiškai reikšmingai skiriasi (kairės – $p = 7,677 \times 10^{-12}$, dešinės – $p = 5,897 \times 10^{-12}$). Moterų kairės kojos keturgalvio raumens jėgos vidurkis yra $11,75 \pm 4,35$ kg, dešinės – $11,8 \pm 4,49$ kg; vyrų kairės kojos keturgalvio raumens jėgos vidurkis yra $24,95 \pm 4,96$ kg, dešinės – $25,7 \pm 5,26$ kg. Paanalizuota kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgą ir pagal lytį, ir pagal specialybę, nustatyta, kad kairės ir dešinės kojos keturgalvio raumens jėgą pagal lytį ir specialybę statistiškai reikšmingai skiriasi (kairės – $p = 0,0230159$, dešinės – $p = 0,035337$). Pastaba: tyrime dalyvavo tik 1 vyriškosios lyties ergoterapeutas, tyrime nedalyvavo vyriškosios lyties slaugytojai, todėl tose vietose duomenų paskaičiuoti neįmanoma arba jų visai nėra. Detalesni duomenys ir jų skaitinės reikšmės pateiktos lentelėje (18 lentelė).

18 lentelė. Kojos keturgalvio raumens jėgą pagal lytį ir specialybę

Grupė	Kairės kojos keturgalvio raumens jėgos vidurkis $\pm$ SN (kg)		p	Dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos vidurkis $\pm$ SN (kg)		p
Pagal lytį	Moterys	Vyrai	0,0230159	Moterys	Vyrai	0,035337
Slaugytojai	$8,21 \pm 1,74$	-		$8,19 \pm 1,32$	-	
ET	$10,97 \pm 2,25$	21,50		$11,47 \pm 1,94$	27,30	
KT	$16,61 \pm 3,04$	$24,64 \pm 4,47$		$16,52 \pm 4,10$	$25,01 \pm 5,59$	
Studentai	$10,40 \pm 3,14$	$25,95 \pm 6,10$		$10,54 \pm 3,03$	$26,35 \pm 5,67$	

Išanalizuota tyrimo dalyvių kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga (kg), rezultatai parodė, kad vidutinė tiriamųjų kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga yra $11,19 \pm 4,37$ kg, dešinės – $11,69 \pm 5,28$ kg; minimali tiriamųjų kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – 4 kg, dešinės – 4,2 kg; maksimali tiriamųjų kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – 22 kg, dešinės – 28 kg; vidurinis kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos skaičių grupės skaičius (mediana) – 10,5 kg, dešinės – 10,95 kg; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos imtyje (moda) – 9,2 kg, dešinės – 11,5 kg. Apskaičiavus p reikšmę ($p = 0,1445$), nustatyta, kad kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga (kg) statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p > 0,05$) (19 lentelė).

19 lentelė. Kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos charakteristikos (kg)

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda	p reikšmė
--	-------------------	------------------	-------------------	---------	------	-----------

Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga (kg)	11,19±4,37	4	22	10,5	9,2	0,1445
Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga (kg)	11,69±5,28	4,2	28	10,95	11,5	

Palyginta kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga tarp tiriamųjų grupių pagal lytį ir nustatyta, kad kojos keturgalvio raumens jėga tarp vyrų ir moterų statistiškai reikšmingai skiriasi ($p < 0,05$). Kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgą pagal lytį statistiškai reikšmingai skiriasi (kairės – $p = 0,000003794$, dešinės – $p = 0,00001162$). Moterų kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos vidurkis yra $9,32 \pm 2,69$ kg, dešinės – $9,52 \pm 3,03$ kg; vyrų kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos vidurkis yra $15,05 \pm 4,69$ kg, dešinės – $16,17 \pm 6,16$ kg. Paanalizuota kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgą ir pagal lytį, ir pagal specialybę, nustatyta, kad kairės ir dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgą pagal lytį ir specialybę statistiškai reikšmingai skiriasi (kairės – $p = 0,330339$, dešinės – $p = 0,058133$). Pastaba: tyrime dalyvavo tik 1 vyriškosios lyties ergoterapeutas, tyrime nedalyvavo vyriškosios lyties slaugytojai, todėl tose vietose duomenų paskaičiuoti neįmanoma arba jų visai nėra. Detalesni duomenys ir jų skaitinės reikšmės pateiktos lentelėje (20 lentelė).

20 lentelė. Didžiojo sėdmens raumens jėgą pagal lytį ir specialybę

Grupė	Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos vidurkis±SN (kg)		p	Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos vidurkis±SN (kg)		p
Pagal lytį	Moterys	Vyrai	0,330339	Moterys	Vyrai	0,058133
Slaugytojai	7,07±1,58	-		7,07±1,96	-	
ET	11,97±0,57	22,00		12,73±1,64	28,00	
KT	10,82±1,83	15,09±4,17		11,03±2,41	14,91±2,95	
Studentai	9,25±3,15	13,85±5,09		9,48±3,16	15,88±7,96	

Įvertinome tiriamųjų liemens lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupės ištvermę (sekundėmis – s) taikant „McGill“ liemens raumenų statinės ištvermės testą ir duomenis fiksuojant chronometru. Rezultatai parodė, kad vidutinė tyrimo dalyvių liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermė yra $64,18 \pm 29,98$ s, tiesiamųjų – $53,15 \pm 32,81$ s; minimali tyrimo dalyvių liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermė – 15,2 s, tiesiamųjų – 10,39 s; maksimali tyrimo dalyvių liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermė – 140,34 s, tiesiamųjų – 140,97 s; vidurinis tyrimo dalyvių liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermės skaičių grupės skaičius (mediana)

– 58,48 s, tiesiamųjų – 49,165 s; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė tyrimo dalyvių liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermės imtyje (moda) – negalima paskaičiuoti ir įvertinti, nes visų tiriamųjų ištvermė skaitine išraiška buvo skirtinga. Apskaičiavus p reikšmę ($p=0,000027$), nustatyta, kad liemens lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupės ištvermė (s) statistiškai reikšmingai skiriasi ($p<0,05$) (21 lentelė).

21 lentelė. Liemens lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupių ištvermės charakteristikos (s)

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda	p reikšmė
Liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermė (s)	64,18 $\pm$ 29,98	15,2	140,34	58,48	-	0,000027
Liemens tiesiamųjų raumenų grupės ištvermė (s)	53,15 $\pm$ 32,81	10,39	140,97	49,165	-	

Paanalizuota liemens lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupės ištvermė ir pagal lytį, ir pagal specialybę, nustatyta, kad lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų grupės ištvermė pagal lytį ir specialybę statistiškai reikšmingai skiriasi lenkiamųjų ištvermė, o tiesiamųjų ne (lenkiamųjų – $p=0,01979$, tiesiamųjų – $p=0,1344314$). Pastaba: tyrime dalyvavo tik 1 vyriškosios lyties ergoterapeutas, tyrime nedalyvavo vyriškosios lyties slaugytojai, todėl tose vietose duomenų paskaičiuoti neįmanoma arba jų visai nėra. Detalesni duomenys ir jų skaitinės reikšmės pateiktos lentelėje (22 lentelė).

22 lentelė. Liemens raumenų ištvermė pagal lytį ir specialybę

Grupė	Liemens lenkiamųjų raumenų grupės ištvermės vidurkis $\pm$ SN (s)		p	Liemens tiesiamųjų raumenų grupės ištvermės vidurkis $\pm$ SN (s)		p
Pagal lytį	Moterys	Vyrai	0,01979	Moterys	Vyrai	0,1344314
Slaugytojai	34,44 $\pm$ 15,43	-		16,29 $\pm$ 5,50	-	
ET	68,37 $\pm$ 11,24	40,88		51,77 $\pm$ 4,68	28,24	
KT	74,19 $\pm$ 25,44	72,77 $\pm$ 25,89		63,50 $\pm$ 30,85	64,12 $\pm$ 21,86	
Studentai	56,35 $\pm$ 25,22	97,81 $\pm$ 30,85		54,46 $\pm$ 29,15	85,81 $\pm$ 38,97	

Įvertintas tyrimo dalyvių stuburo paslankumas (laipsniais – °) lenkimo ir tiesimo judesio metu; duomenys surinkti rankiniu inklinometru. Rezultatai pateikiami skaitine išraiška. Vidutinis tyrimo dalyvių stuburo paslankumas lenkimo judesio metu yra 34,61 $\pm$ 8,52°, tiesimo – 15,48 $\pm$ 5,02°; minimalus tyrimo dalyvių stuburo paslankumas lenkimo judesio metu – 15°, tiesimo – 5°; maksimalus tyrimo dalyvių stuburo paslankumas lenkimo judesio metu – 50°.

tiesimo – 25°; vidurinis tyrimo dalyvių stuburo paslankumo lenkimo judesio metu skaičių grupės skaičius (mediana) – 35°, tiesimo – 15°; dažniausiai pasikartojanti požymio reikšmė tyrimo dalyvių stuburo paslankumo lenkimo judesio metu imtyje (moda) – 35°, tiesimo – 10°. Apskaičiavus p reikšmę ($p=2,2 \times 10^{-16}$), nustatyta, kad stuburo paslankumas (°) lenkimo ir tiesimo judesio metu statistiškai reikšmingai skiriasi ($p<0,05$) (23 lentelė).

23 lentelė. Stuburo paslankumo charakteristikos lenkimo ir tiesimo judesio metu (°)

	Vidurkis $\pm$ SN	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė	Mediana	Moda	p reikšmė
Stuburo paslankumas lenkimo judesio metu (°)	34,61 $\pm$ 8,52	15	50	35	35	$2,2 \times 10^{-16}$
Stuburo paslankumas tiesimo judesio metu (°)	15,48 $\pm$ 5,02	5	25	15	10	

Paanalizuota stuburo paslankumą lenkimo ir tiesimo judesio metu ir pagal lytį, ir pagal specialybę, nustatyta, kad stuburo paslankumas lenkimo ir tiesimo judesio metu pagal lytį ir specialybę statistiškai reikšmingai skiriasi tiesimo judesio metu, o lenkimo ne (tiesimo – $p=0,034771$, lenkimo – $p=0,36180$). Pastaba: tyrime dalyvavo tik 1 vyriškosios lyties ergoterapeutas, tyrime nedalyvavo vyriškosios lyties slaugytojai, todėl tose vietose duomenų paskaičiuoti neįmanoma arba jų visai nėra. Detalesni duomenys ir jų skaitinės reikšmės pateiktos lentelėje (24 lentelė).

24 lentelė. Stuburo paslankumas pagal lytį ir specialybę

Grupė	Stuburo paslankumas lenkimo judesio metu $\pm$ SN (°)		p	Stuburo paslankumas tiesimo judesio metu $\pm$ SN (°)		p
Pagal lytį	Moterys	Vyrai	0,36180	Moterys	Vyrai	0,034771
Slaugytojai	26,50 $\pm$ 7,38	-		10,80 $\pm$ 4,80	-	
ET	33 $\pm$ 13,75	45		16 $\pm$ 3,46	20	
KT	38,30 $\pm$ 6,31	38,38 $\pm$ 6,14		18,90 $\pm$ 5,02	14,00 $\pm$ 22,62	
Studentai	33,00 $\pm$ 8,33	38,17 $\pm$ 5,78		15,63 $\pm$ 3,66	18,33 $\pm$ 4,68	

4.1.4. Biomechaninės apkrovos stuburo juosmeninėje dalyje

4.1.4.1. Juosmeninės stuburo dalies L5-S1 segmento biomechaninių apkrovų tyrimo rezultatai

Siekiant išanalizuoti kokybinius stuburo L5-S1 segmento biomechaninių apkrovų parametrus taikytas modelis, analizuotos biomechaninės apkrovos, tenkančios juosmeninei

stuburo daliai paciento perkėlimo metu, pateikiant tiriamosios, atitinkančios vidutinius moterų tiriamųjų parametrus: 26 metų moteris, kineziterapeutė, turinti 3 metų patirtį, 162 cm ūgio ir 58 kg svorio.

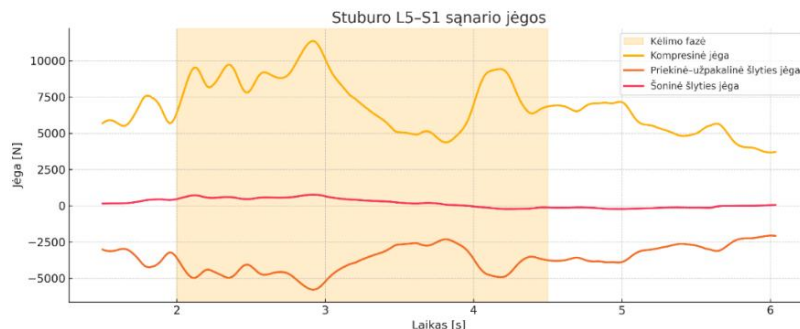
4.1.4.1.1. Stuburo L5-S1 segmento jėgų ir momentų analizė

4.1.4.1.1.1. Paciento perkėlimas be pagalbinių priemonių

Atliekant paciento kėlimo be pagalbinių priemonių biomechaninę analizę, buvo sudaryti stuburo L5–S1 segmento jėgų ir momentų grafikai:

I. Jėgų grafikas (12 paveikslas), kuriame užfiksuotos kompresinės bei šlyties jėgos. Tyrimo rezultatai parodė:

- Didžiausia kompresinė jėga pasiekama aktyvaus kėlimo fazėje – tarp 2,0 ir 4,5 sekundžių, o maksimali vertė viršijo 7000 N, nors yra rekomenduojama, kad paciento perkėlimo metu nenaudojant pagalbinių priemonių, stuburo kompresinės jėgos negali viršyti 6800 N.
- Priekinė–užpakalinė šlyties jėga taip pat padidėjo kėlimo metu, rodydama, kad stuburui tenka įveikti reikšmingą horizontalų poslinkį, ypač lenkimo padėtyje.
- Šoninės šlyties jėgos išliko santykinai mažos, tačiau jų padidėjimas galėtų rodyti asimetrinį kėlimą, kuris, padidina tarpslankstelinių diskų apkrovą.

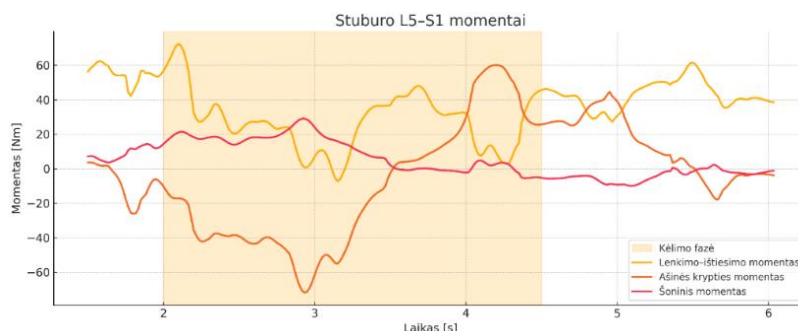


12 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento jėgų grafikas keliant be pagalbinių priemonių

I. Momentų grafikas (13 paveikslas), kuriame yra užfiksuoti lenkimo–ištiesimo, ašiniai ir šoniniai momentai. Tyrimo rezultatai parodė:

- Didžiausias stuburo sukimo krūvis patiriamas ankstyvoje kėlimo fazėje, ypač esant didesniai liemens lenkimui.
- Lenkimo–ištiesimo momentas pasiekė virš 60 Nm, o tai atitinka tyrimų duomenis, kuriuose momentai svyruoja nuo 50 iki 250 Nm, priklausomai nuo apkrovos ir padėties.

c. Ašiniai ir šoniniai momentai išliko mažesni, tačiau jų reikšmė svarbi, nes rodo stuburo pasukimus ir šoninius pakrypimus, kurie laikomi vienais iš pagrindinių lėtinio juosmens skausmo rizikos veiksnių.



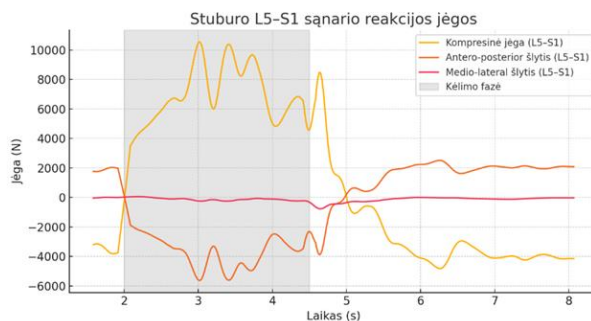
13 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento momentų grafikas keliant be pagalbinių priemonių

Šie grafikai atskleidžia ne tik stuburo apkrovos intensyvumą kėlimo metu, bet ir kryptinį jų pobūdį, leidžiantį įvertinti stuburo biomechaninę riziką tiek vertikaliai (kompresija), tiek horizontalioje ir kampinėje plokštumose (šlytis ir momentai).

Ypač svarbu pabrėžti, kad kai kėlimas buvo atliekamas nenaudojant perkėlimo diržo, apkrovos paskirstytos natūraliai – per pečius, stuburo juosmeninę ir dubens sritį. Dėl to didžiausi biomechaniniai krūviai teko L5-S1 segmentui, kur sutelkta didelė apkrova lenkimo momentui kompensuoti ir išlaikyti kūno stabilumą. Toks apkrovos pasiskirstymas atspindi realias darbo sąlygas ir padeda geriau suprasti traumų rizikos taškus stuburo srityje.

4.1.4.1.1.2. Paciento perkėlimas naudojant kėlimo diržą

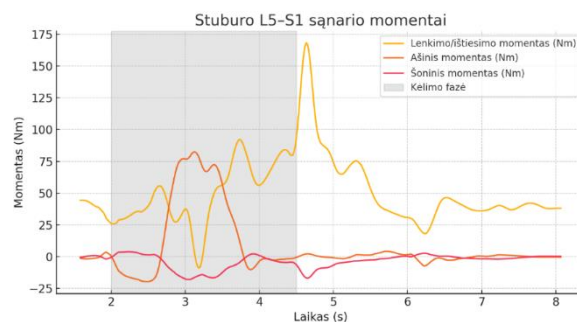
I. Kompresinė jėga intensyviai didėja kėlimo fazėje (2,0-4,5 s) ir pasiekia virš 10 000 N, kas atitinka maksimalias leistinas fiziologines ribas. Šis padidėjimas laikytinas kontroliuotinu, nes jėga staigiai sumažėja po kėlimo fazės, o šlyties jėgos – tiek antero–posterior, tiek medio–lateral – išlieka santykinai mažos, tai rodo, kad diržas padeda stabilizuoti stuburą ir išvengti horizontalių perkrovų (14 paveikslas).



14 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento jėgų grafikas keliant su kėlimo diržu

II. Momentų grafike

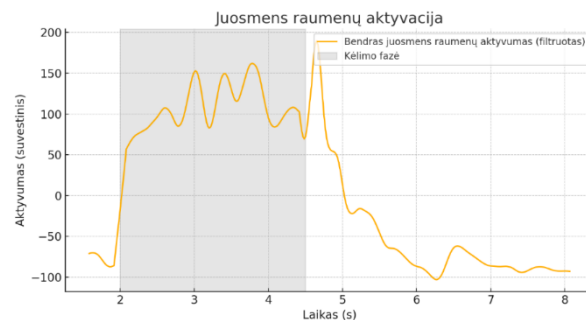
dominuoja lenkimo–ištiesimo momentas, kuris kėlimo fazėje palaipsniui kyla ir piko metu viršija 170 Nm, tačiau jo didėjimas ir mažėjimas yra tolygus, be staigių šuolių. Tai rodo biomechanškai saugų judesį. Ašiniai ir šoniniai momentai išlieka nedideli, todėl galima teigti, kad judesys buvo atliktas simetriškai, be reikšmingų pasisukimų ar šoninių pakrypimų (15 paveikslas).



15 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento momentų grafikas keliant su kėlimo diržu

III. Raumenų aktyvacijos

grafikas patvirtina stuburo apkrovų pobūdį: aktyvacija aiškiai sustiprėja kėlimo metu, pasiekia piką apie 4,5 s (~200 vnt. suvestinio aktyvumo) ir vėliau palaipsniui mažėja. Nors absoliutinis aktyvumas didelis, paskirstymas yra tolygus ir sutampa su kėlimo faze, o tai rodo, kad pagrindiniai stabilizuojantys raumenys įsitraukia efektyviai (16 paveikslas).



16 paveikslas. Stuburo L5-S1 segmento raumenų aktyvacijos grafikas keliant su kėlimo diržu

4.1.4.1.2. Biomechaninių apkrovų L5-S1 segmente palyginimas keliant pacientą su diržu ir be diržo

Atlikta palyginamoji stuburo L5-S1 segmento biomechaninių apkrovų analizė keliant pacientą su diržu ir be diržo. Tyrimo rezultatai parodė, kuriais būtent kėlimo būdais atliekant paciento perkėlimą išryškėja didžiausi biomechaniniai krūviai tenkantys L5-S1 segmentui. Tyrimo duomenys rodo, kad paciento kėlimo be perkėlimo diržo metu biomechaninės apkrovos stuburui tampa žymiai intensyvesnės ir mažiau kontroliuojamos.

Lyginant L5-S1 segmento kompresines jėgas, kompresinė jėga L5-S1 stuburo segmente smarkiai padidėja perkėlimo metu, tačiau dėl neoptimizuotos kūno padėties ir didesnio lenkimo kampo ji gali viršyti fiziologiškai saugias ribas. Kėlimo be diržo metu stuburo kompresinės jėgos žymiai padidėja, dažnai viršija 6000-8000 N, o kartais siekia ir >10 000 N, ypač kai pacientas

sunkus ar judesys nevaldomas. Su diržu kompresija mažesnė (~5000-7000 N), nes geresnė padėtis ir kontrolė sumažina apkrovą.

Lyginant šlyties jėgas, šlyties jėgos, ypač horizontalios krypties (antero-posterior ir medio-lateral), tampa ryškesnės kėlimo metu, o tai didina stuburo nestabilumo riziką bei apkrauna tarpslankstelinius diskus. Be diržo priekinė šlytis dažnai viršija 1000 N (pavojingas lygis), gali siekti iki 1500 N. Su diržu šios jėgos sumažėja ~20-40 %, priklausomai nuo situacijos ir diržo tipo. Šoninė šlytis reikšmingai nesikeičia, nebent judesys asimetriškas.

Lyginant lenkimo-ištiesimo momentus, lenkimo-ištiesimo momentai pasižymi staigesniais pokyčiais, o tai rodo judesio nevaldomumą ir didesnę mechaninį krūvį apatinės nugaros dalies raumenims. Be diržo keliantysis labiau pasilenkia į priekį, todėl stuburui tenka didesnis lenkimo momentas. Su diržu pasvirimo kampas sumažėja iki 30 %, o momentas – proporcingai ir tai sumažina riziką nugaros pakenkimui.

Lyginant raumenų aktyvaciją, raumenų aktyvacija kėlimo metu pasiskirsto netolygiai, dažnai su kompensaciniais pertempimais, kurie gali lemti nuovargį ar mikrotraumas. Be diržo nugaros tiesiamųjų raumenų aktyvumas siekia iki 75-80 % MVC, o tai yra aukštas lygis ir kelia nuovargio riziką. Su diržu aktyvacija mažėja apie 10 %, o pasiskirstymas tampa tolygesnis.

Vertinant apkrovų pasiskirstymą ir traumų riziką, be diržo jėgos pasiskirsto netolygiai, dažni staigūs šuoliai (pikai), kurie pavojingi nugarai. Su diržu jėga didėja sklandžiai, todėl apkrova tampa pastovesnė. Traumos rizika su diržu mažesnė, bet vis tiek viršija saugias ribas. Tyrimo rezultatai pateikiami lentelėje (25 lentelė).

25 lentelė. Juosmeninės stuburo dalies L5-S1 segmento biomechaninių apkrovų tyrimo rezultatai

Rodiklis	Be perkėlimo diržo	Su perkėlimo diržu
L5–S1 kompresija (N)	6000-8000 N; galimi pikai >10 000 N	5000-000 N; kontroliuojama
Priekinė šlytis (N)	>1000 N; iki 1500 N	20-40 % mažesnė
Šoninė šlytis (N)	<300 N (jei simetriška)	Panaši; ženkliai nesikeičia
Lenkimo momentas	Didelis dėl pasilenkimo	~30 % mažesnis
Raumenų aktyvacija	75-80 % MVC	~65-70 % MVC; tolygesnė
Apkrovos pasiskirstymas	Staigūs pikai, netolygus	Sklandus, tolygus
Traumos rizika	Labai didelė	Mažesnė, tačiau išlieka

4.1.5. Sąsajos tarp analizuotų rodiklių

Atliktas sąsajų paieška bei analizė tarp tyrimo dalyvių fizinių ir funkcinių dydžių.

26 lentelėje pateikiami koreliaciniai ryšiai tarp antropometrinių parametrų ir kitų fizinių rodiklių, galima matyti, kad statistiškai reikšmingi koreliaciniai ryšiai buvo nustatyti tarp liemens lenkiamųjų raumenų ištvermės ir ūgio ($r=0,3448$, $p=0,0189$), stuburo lenkimo – ūgio ($r=0,5064$, $p=0,0003$), stuburo tiesimo – svorio ($r=-0,3098$, $p=0,0361$), ūgio – svorio ($r=0,4108$, $p=0,0046$), amžiaus – dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos ($r=-0,3478$, $p=0,0179$), amžiaus – dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=-0,4351$, $p=0,0025$), amžiaus – kairės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=-0,3921$, $p=0,0070$), amžiaus – KMI ($r=0,3921$, $p=0,0070$), amžiaus– liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=-0,5238$, $p=0,0002$), dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – KMI ($r=-0,3227$, $p=0,0287$), kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – KMI ($r=-0,3271$, $p=0,0265$), kairės kojos keturgalvio raumens jėgos – KMI ($r=-0,3193$, $p=0,0305$), KMI – liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=-0,5926$, $p=<0,0001$) (26 lentelė).

26 lentelė. Koreliaciniai ryšiai tarp antropometrinių parametrų ir kitų fizinių rodiklių

Kintamieji	Koreliacijos koeficientas (r)	p-reikšmė
Liemens lenkiamųjų raumenų ištvermė – Ūgis	0,3448	0,0189
Liemens lenkiamųjų raumenų ištvermė – Svoris	-0,2109	0,1594
Stuburo lenkimas – Ūgis	0,5064	0,0003
Stuburo tiesimas – Svoris	-0,3098	0,0361
Ūgis – Svoris	0,4108	0,0046
Amžius – Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga	-0,3478	0,0179
Amžius – Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga	-0,2821	0,0575
Amžius – Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga	-0,4351	0,0025
Amžius – Kairės kojos keturgalvio raumens jėga	-0,3921	0,0070
Amžius – KMI	0,3921	0,0070
Amžius – Liemens tiesiamųjų raumenų ištvermė	-0,5238	0,0002
Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – KMI	-0,3227	0,0287
Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – KMI	-0,3271	0,0265
Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga – KMI	-0,2664	0,0736
Kairės kojos keturgalvio raumens jėga – KMI	-0,3193	0,0305
KMI – Liemens tiesiamųjų raumenų ištvermė	-0,5926	<0,0001

27 lentelėje pateikiami koreliaciniai ryšiai tarp raumenų jėgos, ištvermės ir kitų rodiklių, matome, kad statistiškai reikšmingi koreliaciniai ryšiai buvo nustatyti tarp dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos ($r=0,9313$, $p<0,0001$), dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=0,7010$, $p<0,0001$), dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – kairės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=0,7185$, $p<0,0001$), dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=0,4970$, $p=0,0004$), kairės pusės didžiojo sėdmens raumens

jėgos – dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=0,6971$, $p<0,0001$), kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – kairės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=0,7453$, $p<0,0001$), kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėgos – liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=0,5649$, $p<0,0001$), dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos – kairės kojos keturgalvio raumens jėgos ($r=0,9193$, $p<0,0001$), dešinės kojos keturgalvio raumens jėgos – liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=0,5915$, $p<0,0001$), kairės kojos keturgalvio raumens jėgos – liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=0,6246$, $p<0,0001$) (27 lentelė).

27 lentelė. Koreliaciniai ryšiai tarp raumenų jėgos, ištvermės ir kitų rodiklių

Kintamieji	Koreliacijos koeficientas (r)	p-reikšmė
Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga	0,9313	<0,0001
Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga	0,7010	<0,0001
Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Kairės kojos keturgalvio raumens jėga	0,7185	<0,0001
Dešinės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Liemens tiesiamųjų raumenų ištvermė	0,4970	0,0004
Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga	0,6971	<0,0001
Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Kairės kojos keturgalvio raumens jėga	0,7453	<0,0001
Kairės pusės didžiojo sėdmens raumens jėga – Liemens tiesiamųjų raumenų ištvermė	0,5649	<0,0001
Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga – Kairės kojos keturgalvio raumens jėga	0,9193	<0,0001
Dešinės kojos keturgalvio raumens jėga – Liemens tiesiamųjų raumenų ištvermė	0,5915	<0,0001
Kairės kojos keturgalvio raumens jėga – Liemens tiesiamųjų raumenų ištvermė	0,6246	<0,0001

28 lentelėje pateikiami koreliaciniai ryšiai tarp stuburo paslankumo, raumenų ištvermės ir kitų rodiklių ir galime matyti, kad statistiškai reikšmingi koreliaciniai ryšiai buvo nustatyti tarp liemens lenkiamųjų raumenų ištvermės – stuburo lenkimo ($r=0,3592$, $p=0,0142$), liemens lenkiamųjų raumenų ištvermės – stuburo tiesimo ($r=0,3969$, $p=0,0063$), stuburo lenkimo – stuburo tiesimo ($r=0,5557$, $p<0,0001$) (28 lentelė).

28 lentelė. Koreliaciniai ryšiai tarp stuburo paslankumo, raumenų ištvermės ir kitų rodiklių

Kintamieji	Koreliacijos koeficientas (r)	p-reikšmė
Liemens lenkiamųjų raumenų ištvermė – Stuburo lenkimas	0,3592	0,0142
Liemens lenkiamųjų raumenų ištvermė – Stuburo tiesimas	0,3969	0,0063
Stuburo lenkimas – Stuburo tiesimas	0,5557	<0,0001

Sąsają paieškai ir analizei naudota Pearson koreliacija, kai duomenys yra kiekybiniai ir pasiskirstę normaliai, o Spearman koreliacija taikyta nenormaliai pasiskirsčiusiems duomenims.

5. TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS

Įvertinta tiriamųjų fizinę ir funkcinę būklę, fizinio aktyvumo lygis. Tyrimas parodė, kad slaugytojų fiziniai ir funkciniai parametrai buvo žemiausi. Tam įtakos galėjo turėti vyresnis amžius, didesnis KMI, kuris siekė viršsvorio, I-III laipsnio nutukimo lygį, didesnis darbo stažas. Vertinant slaugytojų grupę užfiksuota, kad tyrime dalyvavo tik slaugytojos moterys, dar dėl to šios grupės fiziniai ir funkciniai rodikliai galėjo būti žemesni. Ergoterapeutų grupėje tyrime dalyvavo tik vienas vyras, todėl ir šioje grupėje tai galėjo prisidėti prie žemesnių fizinių ir funkcinų rodiklių bei fizinės parengties lygio. Apžvelgiant fizinio aktyvumo dažnumą, moterys dažniausiai užsiimdavo mažo intensyvumo fizine veikla arba reguliariai sportuodavo 1-2 kartus per savaitę, o didžioji dalis tyrime dalyvusių vyrų dažniausiai reguliariai sportuodavo 3 kartus per savaitę ir dažniau. Tai galėjo prisidėti prie geresnės vyrų fizinės parengties bei muskuloskeletinės sveikatos. Vertinant raumenų jėgą bei ištvermę pagal lytį pastebėta, kad raumenų, kuriuos vertinome, jėga ir ištvermė vyrų grupėje buvo didesnė, šis rodiklis mūsų nestebina, nes žinoma, jog vyrų sudėjimas skiriasi nuo moterų, vyrų kūną procentaliai sudaro daugiau raumeninės masės nei moterų, todėl jie ir išvysto didesnę raumenų pajėgumą bei jėgą, žinoma, tam įtakos turėjo ir jau minėtas reguliarius sportas. Aptariant stuburo paslankumą tarp lyčių, didesnio skirtumo vertinant stuburo paslankumą lenkimo judesio metu nepastebėta, tačiau tiesimo judesio metu moterų stuburo paslankumas buvo didesnis. Lyginant su kitais tyrimais rasta daug panašumų, matoma, kad ir kiti autoriai vertina funkcinę ir fizinę medicinos personalo būklę: matuoja raumenų jėgą, lankstumą, vertina ištvermę, fizinio aktyvumo įpročius, skaičiuoja KMI. Jie taip pat nustatė, kad dauguma tyrimo dalyvių turėjo žemą raumenų jėgą ir ištvermę, didelė tiriamųjų dalis nesportavo. Kiti rodikliai, kuriuos autoriai matavo savo tyrimuose buvo balansas, kūno sudėtis, kūno apimtis (48,49).

Biomechaninės apkrovos nagrinėtos imituojant paciento perkėlimą. 3 tipų perkėlimai atlikti su realiu žmogumi, jį keliant su pagalbine priemone ir be jos. Kaip žinome, kelti žmogų yra ir taip labai sudėtingas ir dažnu atveju ergonomikos stokojantis veiksmas. Kėlimo diržo naudojimas leidžia pasiekti biomechanškai optimalią stuburo apkrovos eigą: vertikalios jėgos ir momentai pakyla kontroliuotai, šlyties ir sukamieji komponentai išlieka maži, o raumenys aktyvuojami koordinuotai. Gautos reikšmės patvirtina, kad naudojant pagalbinę priemonę galima sumažinti traumų riziką ir optimizuoti stuburo apkrovų valdymą, kaip siūloma ir kituose biomechaniniuose tyrimuose (24,47). Žmogaus perkėlimas biomechaninių apkrovų vertinimą padaro ypatingai sudėtingą, nes prideda labai daug plačiai varijuojančių kintamųjų, tai nebėra stacionarus daiktas, su kuriuo daug paprasčiau atlikti biomechaninius skaičiavimus, todėl tampa itin sudėtinga išvesti vieną bendrą skaičiavimą, kuris

leistų standartizuoti rezultatus. Žmogaus perkėlimų analizė daug komplikuočiau nei matavimai su stacionariu daiktu, pavyzdžiui, dėže, kaip atliekama kituose biomechaniniuose tyrimuose (50).

Nustatyti tarpusavyje susiję veiksniai, kurie daro įtaką stuburo L5-S1 segmentui paciento perkėlimo metu, fiziniai rodikliai, tokie kaip raumenų jėga, ištvermė, stuburo paslankumas, KMI, amžius. Nustatyta koreliacija tarp amžiaus ir raumenų jėgos. Vyresnio amžiaus slaugytojai yra silpnesni, jų raumenų jėga mažesnė. Tai gali būti susiję su natūralia raumenų atrofija senstant arba mažesne fizine veikla. Tyrimas parodė labai didelę reikšmę tarp skirtingų raumenų jėgos. Nesvarbu ar tai tų pačių raumenų jėgos skirtingose kojose, ar skirtingų raumenų jėgos toje pačioje galūnėje, bet kuriuo atveju, šios jėgos labai siejasi. Dėl medicinos personalo sužalojimų prevencijos ir muskuloskeletinės sistemos sveikatos itin svarbu palaikyti skirtingų kūno pusių fizinių ir funkcinių parametrų simetriją, proporcingą priešingų (lenkti – tiesiti) judesių atlikimą, taip pat išlaikyti apylygę raumenų jėgą, kad būtų išsaugotas judesių stabilumas. Tai gali turėti įtakos stuburo ašies ir viso kūno stabilumui, fizinių judesių simetrija turėtų padėti stabiliau atlaikyti tenkančias biomechanines apkrovas. Kituose tyrimuose nerasta, kad būtų tyrinėti tarpusavyje susiję faktoriai, kurie siejasi su tiriamųjų fiziniais ir funkciniais rodikliais bei fizine parengtimi ir galimai darytų įtaką juosmens apkrovai paciento perkėlimo metu, šaltiniuose biomechaninės apkrovos ir fiziniai parametrai nagrinėjami atskirai (47–49).

5.1. Tyrimo privalumai ir trūkumai

Pagrindinis tyrimo privalumas – kuriamos sistemos, kurios padėtų individualiai apskaičiuoti ir įvertinti galimas traumų rizikas paciento perkėlimo metu, skaičiavimai atliekami taikant modernius inžinierių sukurtus skaitinius modelius. Iki šiol skaičiavimai buvo atliekami tik perkeliant dėžes, o šiame tyrime bandoma skaičiavimus moduluoti su gyvu žmogumi, įtraukiant tiriamųjų fizinius ir funkcinius parametrus.

Pagrindinis tyrimo trūkumas – biomechaninių apkrovų skaičiavimų sudėtingumas. Dėl skirtingos antropometrijos, fizinių duomenų, judesių perkėlimo metu, itin sudėtinga atrasti universalų skaičiavimo modelį, kad jis būtų pritaikomas tokiems skirtingiems rodikliams vertinti, tam reikia ypatingai daug inžinerinių skaičiavimų, modelių kūrimo ir begalinės analizės – visa tai būtų didelės tarpdisciplininės komandos, kurios mes neturėjome, darbas.

6. IŠVADOS

- 1) Tyrime dalyvavo 46 reabilitacijos specialistai, iš kurių dauguma buvo moterys ($n=31$) kineziterapeutės bei slaugytojos. Tiriamųjų amžiaus vidurkis siekė $31,24 \pm 15,52$ metus, svoris – $75,33 \pm 13,06$ kg, ūgis – $174,89 \pm 12,43$ cm, KMI – $24,79 \pm 5,00$ ir fizinio parengtumo rodikliai atitiko bendrus fizinio treniruotumo standartus: dauguma tiriamųjų savo fizinio aktyvumo reguliarumą įvardijo kaip sportą 1-2 kartus per savaitę ir tai sudarė 19 (41,30 %) tiriamųjų. Tačiau slaugytojų fizinės ir funkcinės būklės rodikliai statistiškai reikšmingai išsiskyrė iš kitų tiriamųjų: slaugytojos buvo vyresnės, turėjo aukštesnį KMI, žemesnį fizinio aktyvumo lygį ir prastesnius fizinio pasirengimo rodiklius.
- 2) Išanalizavus didžiausius biomechaninius krūvius, tenkančius L5-S1 segmentui atliekant paciento perkėlimą, nustatyta, kad aktyvaus kėlimo fazėje tarp 2,0 ir 4,5 s pasiekama didžiausia segmento L5-S1 kompresija, kurios vertė siekianti ribinę 7 000 N normą pacientą perkeliant be pagalbinių priemonių ir su jomis. Kėlimo diržo naudojimas leidžia pasiekti biomechanškai optimalią stuburo apkrovos eigą: vertikalios jėgos ir momentai pakyla kontroliuoti, šlyties ir sukamieji komponentai išlieka maži, o raumenų aktyvacija – koordinuota, tačiau perkeliant be pagalbinių priemonių biomechaninės apkrovos stuburui tampa žymiai intensyvesnės, chaotiškos, mažiau kontroliuojamos ir kelia didesnę traumų riziką.
- 3) Statistiškai reikšmingos sąsajos nustatytos tarp stuburo lenkimo ir stuburo tiesimo ($r=0,5557$, $p<0,0001$), kūno masės indekso ir liemens tiesiamųjų raumenų ištvermės ($r=-0,5926$, $p<0,0001$), stuburo lenkimo ir ūgio ($r=0,5064$, $p=0,0003$), sąsajos su liemens tiesiamųjų raumenų ištverme ir amžiumi ($r=-0,5238$, $p=0,0002$), kairės ir dešinės kojų keturgalvio raumens jėgų tarpusavio sąsajos ($r=0,9193$, $p<0,0001$), dešiniojo ir kairiojo didžiojo sėdmens raumens jėgų tarpusavio sąsajos ($r=0,9313$, $p<0,0001$), abiejų pusių didžiojo sėdmens raumens jėgos ir kojų keturgalvio raumens jėgos sąsajos (dešinė – $r=0,7010$, $p<0,0001$; kairė – $r=0,7453$, $p<0,0001$).

7. REKOMENDACIJOS

Iš pateiktų tyrimo rezultatų matoma, kad slaugytojų fizinio parengtumo rodikliai prasčiausi, todėl slaugytojoms rekomenduočiau kineziterapeuto konsultaciją dėl individualios treniruočių programos, kuri būtų skirta bendram raumenų-skeleto sistemos stiprinimui ir fizinės būklės gerinimui.

8. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Low back pain [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. kovo 3 d.]. Adresas: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>
2. GBD 2021 Low Back Pain Collaborators. Global, regional, and national burden of low back pain, 1990-2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol.* 2023 m. birželio;5(6):e316–29.
3. Citko A, Górski S, Marcinowicz L, Górka A. Sedentary Lifestyle and Nonspecific Low Back Pain in Medical Personnel in North-East Poland. *BioMed Res Int.* 2018 m.;2018(1):1965807.
4. Petravičienė Z, Bartašiūnienė V. Injuries, Suffered by Nurses, Changing Patients' Position. *Slauga Moksl Ir Prakt.* 2021 m. balandžio 23 d.;2(4 (292)):10–6.
5. Garg A, Kapellusch JM. Long-Term Efficacy of an Ergonomics Program That Includes Patient-Handling Devices on Reducing Musculoskeletal Injuries to Nursing Personnel. *Hum Factors.* 2012 m. rugpjūčio 1 d.;54(4):608–25.
6. MVN Awinda | Movella.com [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. balandžio 22 d.]. Adresas: <https://www.movella.com/products/motion-capture/xsens-mvn-awinda>
7. Kgakge K, Chelule PK, Ginindza TG. Ergonomics and Occupational Health: Knowledge, Attitudes and Practices of Nurses in a Tertiary Hospital in Botswana. *Healthcare.* 2025 m. sausio;13(1):83.
8. Ergonomics Hazards and Musculoskeletal Disorders Among Workers of Health Care Facilities. *Curr World Environ* [Prieiga per internetą]. 2018 m. rugpjūčio 10 d. [žiūrėta 2025 m. gegužės 9 d.];Volume 13(Issue 2). Adresas: <https://www.cwejournal.org/vol13no2/ergonomics-hazards-and-musculoskeletal-disorders-among-workers-of-health-care-facilities>
9. Al Amer HS. Low back pain prevalence and risk factors among health workers in Saudi Arabia: A systematic review and meta-analysis. *J Occup Health.* 2020 m. sausio 1 d.;62(1):e12155.
10. A1-626/V-1933 Dėl Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro ir Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ... [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. kovo 4 d.]. Adresas: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/46357d1105db11ecb4af84e751d2e0c9?jfwid=nz8qn89rm>
11. Choi SD, Brings K. Work-related musculoskeletal risks associated with nurses and nursing assistants handling overweight and obese patients: A literature review. *WORK.* 2016 m. vasario 18 d.;53(2):439–48.
12. Global Strategy on Human Resources for Health: Workforce 2030: Reporting at Seventy-fifth World Health Assembly [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. kovo 11 d.]. Adresas: <https://www.who.int/news/item/02-06-2022-global-strategy-on-human-resources-for-health--workforce-2030>
13. Vanckavičienė A, Blaževičienė A, Zagurskienė D, Stašaitis K. Health workforce forecast in the university hospital: evidence from Lithuania. *BMC Nurs.* 2024 m. rugsėjo 18 d.;23(1):663.
14. Zaheer S, Amir ,Quratulain, Waseem ,Hira Fatima, Riaz ,Komal, Zehra ,Nirmal, Shakil ,Shagufta, ir kt. Patterns of musculoskeletal disorders in health care providers and their association with ergonomic risks. *Int J Occup Saf Ergon.* 2023 m. spalio 2 d.;29(4):1523–31.
15. Betsch D, Gjerde H, Lewis D, Tresidder R, Gupta RR. Ergonomics in the operating room: it doesn't hurt to think about it, but it may hurt not to! *Can J Ophthalmol.* 2020 m. birželio 1 d.;55(3, Supplement 1):17–21.
16. American Academy of Ophthalmology [Prieiga per internetą]. 2014 [žiūrėta 2025 m. kovo 5 d.]. *Ergonomics, Part Two: Seven Risk Factors and Seven Solutions.* Adresas: <https://www.aao.org/eyenet/article/ergonomics-part-two-seven-risk-factors-seven-solut>

17. Şimşek Ş, Yağcı N, Şenol H. Prevalence and Risk Factors of Low Back Pain among Health-care Workers in Denizli. *Agri*. 2017 m.;29(2):71–8.
18. Wang SY, Liu LC, Lu MC, Koo M. Comparisons of Musculoskeletal Disorders among Ten Different Medical Professions in Taiwan: A Nationwide, Population-Based Study. *PLOS ONE*. 2015 m. balandžio 10 d.;10(4):e0123750.
19. Hallmark B, Mehan P, Shores L. Ergonomics: Safe Patient Handling and Mobility. *Nurs Clin North Am*. 2015 m. kovo 1 d.;50(1):153–66.
20. Abdul Halim NSS, Ripin ZM, Ridzwan MIZ. Effects of patient transfer devices on the risk of work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *Int J Occup Saf Ergon JOSE*. 2023 m. birželio;29(2):494–514.
21. Mendelsohn E, Honeyford K, Brittin A, Mercuri L, Klaber RE, Expert P, ir kt. The impact of atypical intrahospital transfers on patient outcomes: a mixed methods study. *Sci Rep*. 2023 m. rugsėjo 18 d.;13(1):15417.
22. Teeple E, Collins JE, Shrestha S, Dennerlein JT, Losina E, Katz JN. Outcomes of safe patient handling and mobilization programs: A meta-analysis. *WORK*. 2017 m. spalio 20 d.;58(2):173–84.
23. Bergman R, De Jesus O. Patient Care Transfer Techniques. *StatPearls* [Prieiga per internetą]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [žiūrėta 2025 m. gegužės 9 d.]. Adresas: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564305/>
24. Fray M, Davis KG. Effectiveness of Safe Patient Handling Equipment and Techniques: A Review of Biomechanical Studies. *Hum Factors*. 2024 m. spalio 1 d.;66(10):2283–322.
25. Anak Nicholas Felix S, Siew WF. Prevalence, Associated Factors, and Risk Management Practices of Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Registered Nurses in Hospitals in Sarawak, Malaysia. *SAGE Open Nurs*. 2025 m. sausio 1 d.;11:23779608251335546.
26. Haddad LM, Annamaraju P, Toney-Butler TJ. Nursing Shortage. *StatPearls* [Prieiga per internetą]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [žiūrėta 2025 m. kovo 7 d.]. Adresas: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493175/>
27. Peter KA, Gerlach M, Kilcher G, Bürgin R, Hahn S, Golz C. Extent and predictors of presenteeism among healthcare professionals working in Swiss hospitals, nursing homes and home care organizations. *Sci Rep*. 2023 m. liepos 25 d.;13(1):12042.
28. Liu J, Ouyang L, Yang D, Han X, Cao Y, Alwalid O, ir kt. Epidemiological, Clinical, Radiological Characteristics and Outcomes of Medical Staff with COVID-19 in Wuhan, China: Analysis of 101 Cases. *Int J Med Sci*. 2021 m. sausio 29 d.;18(6):1492–501.
29. Bayot ML, Tadi P, Vaqar S. Work Culture. *StatPearls* [Prieiga per internetą]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [žiūrėta 2025 m. kovo 7 d.]. Adresas: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542168/>
30. Leso V, Scalfi L, Giordano A, Reppuccia L, Guarino D, Fedele M, ir kt. Association between health-related physical fitness indicators and working ability: a systematic review. *J Occup Health*. 2023 m. lapkričio 8 d.;66(1):uiad006.
31. Garcia L, Pearce M, Abbas A, Mok A, Strain T, Ali S, ir kt. Non-occupational physical activity and risk of cardiovascular disease, cancer and mortality outcomes: a dose–response meta-analysis of large prospective studies. *Br J Sports Med*. 2023 m. rugpjūčio;57(15):979–89.
32. Australian Journal of General Practice [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. gegužės 9 d.]. Prescribing and dosing exercise in primary care. Adresas: <https://www1.racgp.org.au/ajgp/2020/april/prescribing-and-dosing-exercise-in-primary-care>
33. Quirk DA, Johnson ME, Anderson DE, Smuck M, Sun R, Matthew R, ir kt. Biomechanical Phenotyping of Chronic Low Back Pain: Protocol for BACPAC. *Pain Med*. 2023 m. rugpjūčio 1 d.;24(Supplement_1):S48–60.

34. Quirk DA, Hubley-Kozey CL. Do Older Adults and Those Recovered from Low Back Injury Share Common Muscle Activation Adaptations? *J Mot Behav*. 2019 m. kovo 4 d.;51(2):222–38.
35. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *The Lancet*. 2017 m. vasario 18 d.;389(10070):736–47.
36. Park SM, Kim HJ, Jeong H, Kim H, Chang BS, Lee CK, ir kt. Longer sitting time and low physical activity are closely associated with chronic low back pain in population over 50 years of age: a cross-sectional study using the sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Spine J*. 2018 m. lapkričio 1 d.;18(11):2051–8.
37. Liu L, Wang B, Wen H, Yang C, Wang B. Modulatory effect of sedentary behaviour on obesity and chronic low back pain: a cross-sectional study using data from the National Health and Nutrition Examination Survey. 2024 m. rugpjūčio 1 d. [žiūrėta 2025 m. kovo 10 d.]; Adresas: <https://bmjopen.bmj.com/content/14/8/e082851>
38. Jacquier-Bret J, Gorce P. Prevalence of Body Area Work-Related Musculoskeletal Disorders among Healthcare Professionals: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 m. sausio;20(1):841.
39. Skela-Savič B, Pesjak K, Hvalič-Touzery S. Low back pain among nurses in Slovenian hospitals: cross-sectional study. *Int Nurs Rev*. 2017 m.;64(4):544–51.
40. Link T. Guideline Implementation: Safe Patient Handling and Movement. *AORN J*. 2018 m.;108(6):663–74.
41. Bernardes JM, Monteiro-Pereira PE, Gómez-Salgado J, Ruiz-Frutos C, Dias A. Healthcare workers' knowledge for safe handling and moving of the patient. *Int J Occup Saf Ergon*. 2022 m. spalio 2 d.;28(4):2105–11.
42. Lafayette Hand-Held Dynamometer [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. gegužės 5 d.]. Adresas: <https://lafayetteevaluation.com/products/01165a-hand-held-dynamometer>
43. ResearchGate [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. gegužės 5 d.]. Figure 1. Core Endurance tests of McGill. A. Flexor endurance test, B.... Adresas: https://www.researchgate.net/figure/Core-Endurance-tests-of-McGill-A-Flexor-endurance-test-B-Left-side-plank-C-Right_fig1_303877023
44. MVN Calibration [Prieiga per internetą]. [žiūrėta 2025 m. balandžio 15 d.]. Adresas: https://base.movella.com/s/article/MVN-Calibration?language=en_US
45. Nail-Ulloa I, Zabala M, Sesek R, Chen H, Schall MC, Gallagher S. Estimating Compressive and Shear Forces at L5-S1: Exploring the Effects of Load Weight, Asymmetry, and Height Using Optical and Inertial Motion Capture Systems. 2024 m. sausio;24(6):1941.
46. Marras WS, Walter BA, Purmessur D, Mageswaran P, Wiet MG. The Contribution of Biomechanical-Biological Interactions of the Spine to Low Back Pain. *Hum Factors*. 2016 m. lapkričio 1 d.;58(7):965–75.
47. Lee S, Lim K, Choi WJ. Characterizing the Compressive Force at L5/S1 During Patient Transfer From Bed to Wheelchair. 2024 m. rugpjūčio 19 d. [žiūrėta 2025 m. balandžio 28 d.]; Adresas: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jab/40/5/article-p357.xml>
48. Chasandra A, Karatrantou K, Papazeti K, Melissopoulou A, Batatolis C, Mourounoglou M, ir kt. Measurement and Evaluation of Health, Functional Capacity, Physical Fitness, and Daily Habits of Greek Female Healthcare Professionals Working in a Hospital Environment. *Healthcare*. 2025 m. vasario 11 d.;13(4):383.
49. Saridi M, Filippopoulou T, Tzitzikos G, Sarafis P, Souliotis K, Karakatsani D. Correlating physical activity and quality of life of healthcare workers. *BMC Res Notes*. 2019 m. balandžio 4 d.;12:208.
50. Conforti I, Mileti I, Del Prete Z, Palermo E. Measuring Biomechanical Risk in Lifting Load Tasks Through Wearable System and Machine-Learning Approach. *Sensors*. 2020 m. sausio;20(6):1557.

9. PRIEDAI

1 PRIEDAS. ASMENS INFORMAVIMO IR SUTIKIMO DALYVAUTI TYRIME FORMA

Esu 5 kurso medicinos programos studentė Radvilė Kernagytė, atlieku analitinį klinikinį tyrimą ir kviečiu jame dalyvauti **medicinos personalą**, kuriam darbe tenka atlikti pacientų **perkėlimus**.

Šio darbo tikslas: įvertinti medicinos personalo apatinės nugaros dalies biomechanines apkrovas veikiančius faktorius atliekant pacientų perkėlimą bei išanalizuoti jų poveikį sveikatai.

Šiame tyrime vertinami fiziniai rodikliai, fizinis aktyvumas, atliekami 3 tipų simuliaciniai paciento perkėlimai.

Surinkti duomenys padėtų nustatyti, kas prisideda prie didelių biomechaninių apkrovų juosmeniui, ir bandyti jas sušvelninti, tokiu būdu būtų išvengta pakenkimo apatinei nugaros sričiai.

Viso tyrimo metu ir po jo užtikrinamas tyrimo dalyvių konfidencialumas ir galimybė bet kada pasitraukti iš tyrimo, surinkti duomenys bus panaudoti tik tyrimo tikslais.

Savanoriškai sutinku dalyvauti aukščiau aprašytame tyrime:

Tyrimo dalyvio ID

Data

Parašas

Article

Ergonomic Assessment of Key Biomechanical Factors in Patient Lifting: Results from a Cross-Sectional Study

Karolis Senvaitis ^{1,*}, Aušra Adomavičienė ², Alina Tomaševič ², Radvilė Kernagytė ², Ada Petrauskaitė ²
and Kristina Daunoravičienė ¹

¹ Department of Biomechanical Engineering, Vilnius Gediminas Technical University, LT-10223 Vilnius, Lithuania

² Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine, Vilnius University, LT-01131 Vilnius, Lithuania; radvile.kernagyte@mf.stud.vu.lt (R.K.)

* Correspondence: karolis.senvaitis@vilniustech.lt

Abstract: This study includes an ergonomic evaluation of patient lifting motion performed by healthcare specialists. This analysis focuses on the neck, shoulder, and elbow, as these are statistically significant areas with insufficient research data. Data collection was conducted using the Movella Xsens system as a standard 17 IMU (inertia measurement unit) marker set. A total of 44 test subjects participated, resulting in 396 measurements. A mathematical model was presented, including the main expressions and a three-dimensional moment arm of the shoulder calculation determining both the moment and accumulated moment. The patient load profile was measured in the experiment and parametrically integrated into the mathematical model. Ergonomic limits were calculated and presented, showing that during the lifting motion, the neck exceeds its ergonomic limit by 66%, the shoulders by 49%, and the elbow by 76%. The accumulated moment can vary by up to 23% depending on different evaluated techniques or data cross-sections. The model was verified by comparing it with data from other experiments, and recommendations were presented based on the findings, along with suggestions for future research development in the area.



Citation: Senvaitis, K.; Adomavičienė, A.; Tomaševič, A.; Kernagytė, R.; Petrauskaitė, A.; Daunoravičienė, K. Ergonomic Assessment of Key

Keywords: biomechanics; accumulated moment; lifting motion; ergonomics

3 PRIEDAS. DALYVAVIMO MOKSLINĖJE – PRAKTINĖJE KONFERENCIJOJE
PAŽYMĖJIMO KOPIJA



Vilniaus universiteto
Medicinos fakulteto
Sveikatos mokslų instituto
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

PAŽYMĖJIMAS

Registracijos Nr. 150000-K-57

2024-05-23
Vilnius

Pažymima, kad

Radvilė Kernagytė

dalyvavo mokslinėje - praktinėje konferencijoje

“REABILITACIJOS AKTUALIJOS IR NAUJOVĖS”

ir skaitė pranešimą tema:

**Medicinos personalo kaulų-raumenų sistemos biomechaninės apkrovos įtakojančių
veiksnių atliekant paciento perkėlimą tyrimas**

Konferencija skirta: fizinės medicinos ir reabilitacijos gydytojams, sporto medicinos gydytojams,
kineziterapeutams, ergoterapeutams, bendrosios praktikos slaugytojams, medicinos psichologams,
masažuotojams

Prof. dr. Dalius Jatužis
Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto dekanas



Prof. dr. Natalja Istomina
Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto
Sveikatos mokslų instituto direktorė

Asist. dr. Tomas Aukštikalnis
Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros vadovas

4 PRIEDAS. MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

1. Senvaitis, Karolis; Adomavičienė, Aušra; Tomaševič, Alina; Kernagytė, Radvilė; Petrauskaitė, Ada; Daunoravičienė, Kristina. **Ergonomic assessment of key biomechanical factors in patient lifting: Results from a cross-sectional study** // Applied sciences. Basel: MDPI. ISSN 2076-3417. 2024, vol. 14, iss. 17, art. no. 8076, p. 1-19. DOI: 10.3390/app14178076. [Science Citation Index Expanded (Web of Science); Scopus] [IF: 2,500; AIF: 5,000; IF/AIF: 0,500; Q1 (2023, InCites JCR SCIE)] [CiteScore: 5,30; SNIP: 0,924; SJR: 0,508; Q1 (2023, Scopus Sources)] [M.kr.: T 009, M 004] [Indėlis: 0,166] [S1]
2. Kernagytė, Radvilė; Adomavičienė, Aušra (temos vadovas). **Medicinos personalo kaulų–raumenų sistemos biomechaninėms apkrovoms įtaką darančių veiksnių atliekant paciento perkėlimą tyrimas** // Studentų mokslinės veiklos tinklo LXXVI konferencija: Vilnius, 2024 m. gegužės 13-17 d.: pranešimų tezės; leidinį sudarė Kristijonas Puteikis, Rima Daunoravičienė. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. eISSN 2783-7831. 2024, p. 514. (Vilnius University Proceedings, eISSN 2669-0233; t. 42). DOI: 10.15388/SMVK.2024. [Dimensions] [M.kr.: M 004] [Indėlis: 1,000] [Indėlis autoriniais lankais: 0,071] [T1]
3. Kernagytė, Radvilė; Adomavičienė, Aušra (temos vadovas). **Relations between posture ergonomics, biomechanical load and risk of work-related musculoskeletal disorders in medical staff** // BIMCO journal: Збірник матеріалів Буковинського міжнародного медико-фармацевтичного конгресу студентів і молодих учених BIMCO 2025 = abstract book of the Bukovinian International Medical Congress 2025. Chernivtsi: Bukovinian State Medical University. ISSN 2616-5392. 2025, p. 261. [M.kr.: M 001] [Indėlis: 1,000] [Indėlis autoriniais lankais: 0,071] [T2]
4. Kernagytė, Radvilė; Staigytė, Justina; Burneikaitė, Greta. Intravascular leiomyoma with extension to the right chambers of the heart: a case report // IHS conference 2025: abstract book. Kaunas: Students' Scientific Society of Lithuanian University of Health Sciences. ISSN 2783-7408. 2025, p. [79-80]. [M.kr.: M 001] [Indėlis: 0,334] [Indėlis autoriniais lankais: 0,048] [T2]
5. Kernagytė, Radvilė; Burneikaitė, Greta (mokslinis konsultantas); Staigytė, Justina (mokslinis konsultantas). Cardiotoxicity During Breast Cancer Treatment: a Case Report // BIMCO journal: Збірник матеріалів Буковинського міжнародного медико-фармацевтичного конгресу студентів і молодих учених BIMCO 2024 = abstract book of the Bukovinian International Medical Congress 2024. Chernivtsi: Bukovinian State Medical University. ISSN 2616-5392. 2024, p. 70. [M.kr.: M 001] [Indėlis: 1,000] [Indėlis autoriniais lankais: 0,071] [T2]

6. Kernagytė, Radvilė; Purnaitė, Roma; Ramanauskaitė, Dovilė; Tarutytė, Gabrielė; Burneikaitė, Greta; Kazėnaitė, Edita. A systematic mapping study on health informatics in pharmacovigilance research // Precision medicine: International health sciences conference for all 2024: abstract book. Kaunas: Lithuanian University of Health Sciences. ISSN 3030-0711. 2024, p. 307-310. [M.kr.: M 001] [Indėlis: 0,170] [Indėlis autoriniais lankais: 0,049] [T2]
7. Šapronaitė, Viltė Marija; Skabeikaitė, Severija; Kernagytė, Radvilė; Jakubauskienė, Marija (temos vadovas). Studentų miego įpročiai ir jų poveikis sveikatai // Studentų mokslinės veiklos LXXIII konferencija Vilnius, 2021 m. gegužės 17-20 d.: pranešimų tezės; leidinį sudarė Simona Kildienė. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2021. eISBN 9786090706244. p. 524-525. (Vilnius University Proceedings, eISSN 2669-0233; vol. 15). DOI: 10.15388/Proceedings.2021.1. [M.kr.: M 004] [Indėlis: 0,333] [Indėlis autoriniais lankais: 0,048] [T2]
8. Kernagytė, Radvilė; Purnaitė, Roma (mokslinis konsultantas); Ramanauskaitė, Dovilė (mokslinis konsultantas); Tarutytė, Gabrielė (mokslinis konsultantas); Burneikaitė, Greta (mokslinis konsultantas); Kazėnaitė, Edita (mokslinis konsultantas). The application of informatics methods to pharmacovigilance research: systematic mapping study // 19th WIMC Warsaw International Medical Congress, April 12-14, 2024: abstract book. Warsaw. 2024, p. 210. [M.kr.: M 001] [Indėlis: 1,000] [Indėlis autoriniais lankais: 0,071] [T3]
9. Kernagytė, Radvilė; Purnaitė, Roma; Ramanauskaitė, Dovilė; Tarutytė, Gabrielė; Burneikaitė, Greta; Kazėnaitė, Edita. Informatikos metodų taikymų farmakologinio budrumo tyrimams analizė naudojant sisteminio tyrimo srities vaizdo sudarymo metodiką // Dirbtinio intelekto technologijos medicinoje: tyrimai ir diagnostika, 2023 spalio 20 d.: konferencijos tezės. Vilnius: [Lietuvos dirbtinio intelekto asociacija]. 2023, p. 8. [M.kr.: N 009, M 001] [Indėlis: 0,170] [Indėlis autoriniais lankais: 0,012] [T3]