

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA**

Aurimas Švelnys

**Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas
ir vertinimas**

Magistro baigiamasis darbas

Vadovas

dr. Loreta Krušinskienė

KAUNAS, 2015



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA**

**Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas
ir vertinimas**

**Work Posture Effects on Spinal Muscles Electrical Activity Research
and Evaluation**

Magistro baigiamasis darbas
Ergonomika (kodas 621J92002)

Vadovas
dr. Loreta Krušinskienė

(data)

Recenzentas
vardas, pavardė

(data)

Darbą atliko
Aurimas Švelnys

(data)

KAUNAS, 2015



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA**

Aurims Švelnys

Ergonomika 621J92002

Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas ir vertinimas

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Aurimo Švelnio** baigiamasis darbas tema „Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas ir vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

Įstojimo metai: 2013

KTU Magistro
studijų programa

Gynimo data

2014-06-00

Dekano įsakymas Nr.

Dokumento tipas Magistro darbas		Dokumento saugojimo vieta Elektros energetikos sistemų katedra	
Kiti gavėjai: KTU biblioteka		Užsakovo organizacija Elektros ir elektronikos fakultetas	
Mokslo sritis Technologijos mokslai	Studijų kryptis Technologijos	Studijų programa Ergonomika	Kvalifikacinis laipsnis Ergonomikos magistras
Dokumento antraštė ir paantraštė Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas ir vertinimas			

Santrauka:

Baigiamajame darbe tiriamas autošaltkalvių darbo krūvis, darbo pozos poveikis nugaros elektriniam aktyvumui bei atliktas jo vertinimas.

Atlikus anketinę apklausą, nustatyta, kad autošaltkalviai stovėdami ištiesią nugarą praleidžia virš 60 proc. darbo laiko, darbas stovimoje padėtyje vargina. Stovėdami pasilenkę praleidžia 21-30 proc. darbo laiko, ši poza taip pat vargina. Nustatyta, kad didžiausias nuovargis yra jaučiamas nugaroje - 33 proc. Nuovargis labiausiai jaučiamas nugaros srityje pasilenkus, tą nurodė 29 proc. autošaltkalvių, 26 proc. nurodė nuovargį būnant pasilenkus keliant sunkų daiktą. Kadangi labiausiai vargina nugaros skausmai, todėl nuspręsta atlikti darbo operacijų tolimesnius tyrimus. Darbuotojų nusiskundimai, nurodyti anketoje, buvo patvirtinti atlikus ergonominį vertinimą RULA metodu. Naudojant instrumentinės analizės metodą elektromiografiją, ištirtas autošaltkalvių nugaros raumenų aktyvumas dirbant stovint ir pasilenkus, pateikiamos darbo išvados.

Reikšminiai žodžiai: Autošaltkalviai, fizinis krūvis, ergonomika, ergonominiai veiksniai, elektromiografija, elektromiograma.			
Klasifikavimo sistema ir klasė: Neklasifikuota			
Sistemos indeksas / tezasauras ir indekso terminas			
Kalba	Puslapių skaičius		Kopijų skaičius
Lietuvių	65		2
Platintojas KTU Elektros energetikos sistemų katedra, tel. +370 37 30 02 81			
Vykdytojai / Pareigos	Mokslo laipsnis, vardas, pavardė		Parašas
Autorius	Magistras	Aurimas Švelnys	
Vadovas	Dr.	Loreta Krušinskienė	

Yer of entry: 2013

KTU Master
course progrm

Defense date:

2014-06-00

Directive of Dean: No.

Type of document Master thesis		Place of document storage Department of Elektrical Power Systems	
Other recipients: Library of KTU		Institution of customer Faculty of Eletrical and Electronys Engineering	
Research area Technological science	Direction Technologies	Program of study Ergonomics	Qualification Master of Erggonomics
Document title and subtitle Work Posture Effects on Spinal Muscles Electrical Activity Research and Evaluation			
<p>Summary:</p> <p>The final work studied automobile metalworkers' workload, work postures effect on back electrical Activity and Made Its assessment.</p> <p>The questionnaire survey showed that automobile metalworkers standing with the stretch back spend more than 60% of working time. This work in a standing position causes different suffers. They spend 21-30% of working time standing in a bending position. This position is also exhausting. It was found that the greatest tiredness is felt in the back - 33 ٪. Tiredness is particularly felt in the area of the back when a person is a bent position, it pointed out that 29% of automobile metalworkers, 26 ٪ said that they feel tiredness in bending position while lifting a heavy object. Since most suffer from the back pain, it was decided to carry out further work operations research. Employee complaints referred to the questionnaire was confirmed in an ergonomic assessment RULA method. The use of instrumental analysis method electromyography was established automobile metalworkers' back muscle activity when workers are in standing up and bent position.</p>			

Key words: Automobile metalworkers, physical activity, ergonomics, ergonomics factors electromyography, electromyogram		
Classification system and class Not classified		
Index system / thesaurus and index terms		
Language	Numbers of pages	Number of copies
Lithuanian	65	2
Distributor KTU Elektros energetikos sistemų katedra, phone +370 37 30 02 81		
Executor / Position	Degree, name, surname	Signature
Author	Master	Aurimas Švelnys
Guide	Assoc	Loreta Krušinskienė

TURINYS

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS.....	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	9
ĮVADAS.....	10
1. LITERATŪROS ANALIZĖ	14
1.1 Darbo pozos įtaka dirbančiojo savijautai ir sveikatai.....	14
1.1.1 Darbo poza.....	14
1.1.2 Pasikartojantys judesiai	15
1.1.3 Sunkių krovinių kilnojimas rankomis	16
1.1.4 Fizinis krūvis ir energijos sąnaudos.....	18
1.2 Darbo vieta ir darbo priemonės	21
1.3 Nugaros raumenų apžvalga	22
1.3.1 Dauginis raumuo	23
1.3.2 Tiesiamasis nugaros raumuo	25
1.4 Fizinio krūvio tyrimo metodų ir priemonių analizė.....	26
1.4.1 Elektromiografija.....	26
1.4.2 Rula ir Reba metodai	29
1.4.3 Apklausos anketos	31
1.5. Apibendrinimas ir darbo užduotys	32
2. TYRIMO METODAI IR PRIEMONĖS	34
2.1 Anketinė apklausa.....	34
2.2 Greitas viršutinių galūnių vertinimo metodas (Rula)	34
2.3 Elektromiografija.....	35
2.4 Matematinė statistika.....	37
3. TYRIMŲ REZULTATAI IR ANALIZĖ	38
3.1 Klausimynas ir rezultatai	38
3.1.1 Klausimyno rezultatų apibendrinimas	49
3.2 Darbo pozos tyrimo rezultatai	49
3.3. Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas.....	50
3.3.1 Elektromiografijos tyrimo rezultatai	52
3.3.1.1 Akumulatoriaus išėmimas	52
3.3.1.2 Filtro išėmimas	57
3.3.1.3 Rato nuėmimas	58
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	61
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	62
PRIEDAI	66

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1 pav. Darbo plokštumos aukščio pasirinkimas priklausomai nuo darbo pobūdžio.....	12
2 pav. Taisyklingas ir netaisyklingas krovinio kėlimas rankomis.....	13
3 pav. Įvairiai fizinei veiklai reikalingas energijos kiekis, kcal/min.....	14
4 pav. Šantyklinis deguonies suvartojimas įvairiais būdais nešant nešulį.....	15
5 pav. Žmogaus energijos sąnaudos, renkant lengvus daiktus nuo grindų.....	15
6 pav. Širdies darbas, esant skirtingam fiziniam krūviui.....	16
7 pav. Dauginis raumuo.....	17
8 pav. Tiesiamasis nugaros raumuo.....	18
9 pav. Paviršinės elektromiografijos veikimo mechanizmas.....	19
10 pav. Elektromiografas Myotrace 400 ir paviršiniai jutikliai.....	35
11 pav. Elektromiografijos programos langas.....	36
12 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal amžių.....	38
13 pav. Poilsio pertraukėlių darymas darbo metu.....	38
14 pav. Poilsio pertraukėlių trukmė.....	39
15 pav. Pertraukėlių dažnumas.....	39
16 pav. Respondetų turimas išsilavinimas.....	40
17 pav. Pasikartojančių veiksnių įtaka darbo našumui.....	40
18 pav. Svoris, kurį darbo metu tenka kelti rankomis.....	41
19 pav. Sveikatos būklė.....	41
20 pav. Pavargimas darbo metu.....	42
21 pav. Autošaltkalvių darbo stažas.....	42
22 pav. Darbas virš darbo laiko trukmės.....	43
23 pav. Viršvalandžių trukmė valandomis per savaitę.....	43
24 pav. Darbo laikas procentas stovint ištiesus nugarą.....	44
25 pav. Darbas stovimoje padėtyje ištiesus.....	44
26 pav. Darbo laikas pasilenkus.....	45
27 pav. Darbas stovimoje padėtyje pasilenkus.....	45
28 pav. Darbo pozos patogumas darbo ploto ir erdvės požiūriu.....	46
29 pav. Diskomforto jutimas kūno dalyse.....	46
30 pav. Labiausiai jaučiamas nuovargis nugaros srityje.....	47
31 pav. Vežimėlio po automobiliu naudojimas darbo vietoje.....	47
32 pav. Elektrodo tvirtinimo vieta, atliekant tyrimą elektromiografu.....	50
33 pav. Akumuliatoriaus išėmimas 1 ir 2 pozoje.....	52
34 pav. Raumenų elektrinio aktyvumo vidurkis 1 ir 2 pozoje.....	53
35 pav. Didžiausios reikšmės 1 ir 2 pozoje.....	54
36 pav. Elektrinio raumenų aktyvumas pirmoje fazėje, pirmoje ir antroje pozoje.....	55
37 pav. Elektrinio raumenų aktyvumas antroje fazėje, pirmoje ir antroje pozoje.....	56
38 pav. Filtro išėmimas 1 ir 2 pozoje.....	57
39 pav. Rato nuėmimas 1 ir 2 pozoje.....	58

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Darbų skirstymas, pagal suvartojamą energijos kiekį (suaugusiems vyrams).....	19
2 lentelė. Rula metodo vertinimo taškų lentelė.....	35

3 lentelė. Vidutinis tiriamųjų raumenų aktyvumas ramioje pozicijoje.....	36
4 lentelė. Tiriamųjų fiziniai duomenys.....	50
5 lentelė. Akumulatoriaus išėmimas, 1 poza.....	51
6 lentelė. Akumulatoriaus išėmimas, 2 poza.....	51
7 lentelė. Filtro išėmimas, pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai.....	56
8 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai.....	57

IVADAS

Temos aktualumas - sveikata didžiausias žmogaus gyvenimo turtas. Sveikatai ir gyvenimo kokybei didelę reikšmę turi darbo aplinka, kurią sudaro darba supanti erdvė su įvairiais rizikos veiksniais ir vieta, kurioje darbuotojas dirba ar privalo dirbti pagal darbo sutartimi apibrėžtą darbą. Siekiant užtikrinti saugias ir sveikas darbo sąlygas, yra vertinama profesinė rizika ir šiuo metu vis didesnis dėmesys skiriamas ergonominių veiksnių tyrimui. Dažniausia kaulų ir raumenų sistemos pažeidimų priežastis – krovinių kėlimas rankomis, dažnas lankstymasis ir sukiojimas, sunkus fizinis darbas, skausminga arba varginanti kūno padėtis, vis dažnesnis mašinų bei kompiuterių naudojimas ir viso kūno vibracija. Šių pažeidimų riziką gali didinti didelis darbo tempas, griežti darbo atlikimo terminai, menkas pasitenkinimas darbu, dideli darbo reikalavimai ir didelė įtampa.

Didelio fizinio poreikio darbas laikomas pirminiu rizikos veiksnium su darbu susijusių raumenų ir skeleto sistemos sutrikimams [26]. Priešingai nei daugelyje profesinių ligų, kurių kilmė yra dėl konkrečių pavojingų agentų poveikio, daugiausia raumenų ir skeleto sistemos sutrikimai yra apibūdinami kaip priklausantys nuo daugelio veiksnių. Moksliniais tyrimais nustatyta, kad fiziniai, psichosocialiniai / organizaciniai ir individualūs profesinės rizikos veiksniai turi įtakos su darbu susijusių raumenų ir skeleto sistemos sutrikimų atsiradimui [19].

Europos darbo sąlygų tyrimo rezultatai rodo, kad dauguma Europos darbuotojų vis dar mano, kad jų sveikatai ir saugai darbe kyla pavojus:

- apie 28 % Europos darbuotojų teigia turintys neatsitiktinių sveikatos problemų, kurios atsirado, galėjo atsirasti arba paaštrėjo dėl jų esamo ar ankstesnio darbo;
- vidutiniškai 35 % darbuotojų mano, kad jų darbas kelia pavojų jų sveikatai.

Tam tikrų kategorijų darbuotojai patiria labai didelę profesinę riziką (jauni darbuotojai, nenuolatinį darbą dirbantys asmenys, vyresnio amžiaus darbuotojai ir darbuotojai migrantai). Šie sektoriai lieka ypač pavojingi: statyba / statybos inžinerija, žemės ūkis, žvejyba, transportas, sveikatos apsauga ir socialinės paslaugos. [22]

Valstybinės darbo inspekcijos duomenimis, Lietuvoje 2014 m. 58,65 % profesinių ligų sudaro – jungiamojo audinio ir raumenų bei skeleto ligos. Dažniausiai profesines ligas sukelia – fiziniai ir ergonominiai veiksniai, tai sudaro net 94,51 % visų ligų. [33]

2014 m. vyrams nustatytos 356 (75 proc.) profesinės ligos, moterims – 118 (25 proc.) profesinių ligų. Palyginti su 2013 m., vyrams nustatyta 47, moterims – 15 profesinių ligų daugiau (2013 m. vyrams buvo nustatytos 309 profesinės ligos, moterims – 103 profesinės ligos). Daugiausia profesinių ligų – 59,5 proc., arba 282 profesinės ligos – nustatyta 55–64 metų amžiaus asmenims, turintiems 30–39 metų darbo stažą. [64]

Dažniausios su darbu susijusios sveikatos problemos yra: bendras nuovargis – 41 %, nugaros skausmai – 34 %, stresas – 28 %, raumenų skausmai, kaklo ir pečių – 23 % [39].

Pagrindinis teisinis dokumentas, reglamentuojantis ergonominių rizikos veiksnių vertinimą yra Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. Nurodymuose nustatyta ergonominių rizikos veiksnių vertinimo įmonėje tvarka ir nurodytos bendros prevencijos priemonės dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos jų sveikatai ir saugai, kurią kelia ar gali sukelti ergonominiai veiksniai [21]. Darbdavys privalo užtikrinti saugias darbo sąlygas pagal Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymą [16]. Taip pat turi būti užtikrintas darbo ir poilsio laikas, remiantis darbo kodekso reikalavimais. [15]

Automechaniko darbas yra labai varginantis. Darbo poza nuolat kinta, reikia atlikti daug pasikartojančių veiksnių, tenka dirbti su vibraciją sukeliančiais įrankiais, visa tai, laikui bėgant mažina darbo našumą, tuo pačiu ir kenkia darbuotojo sveikatai. Darbus tenka atlikti labai įvairius, nuo paprastų tokių kaip ratų keitimas, stabdžių kaladėlių pakeitimas iki sudėtingų – variklio taisymas, važiuoklės perrinkimas ir kt. Automechanikų darbas dažnai reikalauja labai daug laiko, tenka dirbti nepatogioje pozoje. Mašinų srautas kiekvienais metais tik auga, deja ir naujos mašinos genda, jas reikia taisyti, dažnai automechanikai yra priversti dirbti viršvalandžius. Su transportu susijusių darbuotojų fizinis darbas tirtas yra mažai. Pagrindė tyrimai atliekami statybos sektoriaus darbuotojams. Darbo poza gali būti įvertinama įvairiomis priemonėmis, keletas jų: Rula, Reba metodai, anketinė apklausa, elektromiografija.

Mokslinis naujumas: pagal sudarytą metodiką ištirtas automechaniko darbo pozos poveikis elektriniam raumenų aktyvumui, pateiktos rekomendacijos taisyklingų, ergonomiškų darbo pozų, raumenų nuovargiui sumažinti. Žinomi tyrimo metodai pritaikyti neįprastai problemai nagrinėti. (Žinomais tyrimo metodais ištirta visai kita grupė žmonių, nerasta literatūros šaltinių, kur būtų sprendžiamos automechanikų fizinių negalavimų problemos). Suformuluoti problemų sprendimo būdai.

Darbo tikslas: atlikti automechanikų darbo pozos poveikį raumenų elektriniam aktyvumui.

Uždaviniai:

1. Sudaryti darbo pozos tyrimo metodiką;
2. Atlikti anketinę apklausą, nustatyti, kokiose darbo pozose labiausiai apkraunami nugaros raumenys;
3. Atlikti darbo pozos ergonominį vertinimą;
4. Realiomis sąlygomis atlikti darbuotojų nugaros raumenų elektrinio aktyvumo tyrimą;
5. Pateikti rekomendacijas, kaip sumažinti keliamą įtampą nugaros raumenims.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1 Darbo pozos įtaka dirbančiojo savijautai ir sveikatai

1.1.1 Darbo poza

Darbo poza yra kūno padėtis, kurioje atliekamas darbas. Nepatogi poza sukelia tiesioginę riziką susižaloti, nes kuo daugiau kūno sąnariai atsilenkia nuo natūralios neutralios padėties, tuo dažniau jie pažeidžiami. Nepatogios kūno padėties gali reikalauti darbo metodas (pvz.: pasilenkiant ir keliant dėžę nuo grindų) arba darbo vietos išmatavimai (pvz.: reikia pasiekti aukštai esantį daiktą ar atsiklaupus pasiekti žemai ir toli esantį daiktą). Dirbant nepatogioje kūno padėtyje, tam pačiam darbui atlikti sunaudojama daugiau energijos. To pasekoje greičiau atsiranda nuovargis, raumenų skausmingumas, diskomfortas, padidėja traumų ir sužalojimų rizika [4, 41].

Prancūzijos mokslininkai apklausė 210 supermarketo kasininkų apie pečių skausmo chroniškumą, skausmo vietą ir jų darbo pobūdžio charakteristikas. Amžius ir psichologiniai sutrikimai buvo reikšmingi rizikos faktoriai tarp profesinių veiksmų veikimo visą darbo laiką, su pečių sutrikimais, ypač dešinės pusės susiję tokie veiksniai kaip darbo kontrolė, užmokesčio priklausomybė nuo darbo našumo, judėjimas ir darbo pozos, tokios kaip dirbant susikūprinus, kai rankos yra aukščiau pečių linijos, laikant rankose didelius krūvius ir naudojantis lazeriu skaneriu. Šie rezultatai patvirtino daugiafaktorinę pečių sutrikimų kilmę ir parodė psichosocialinių darbo faktorių, judėjimo ir darbo pozos, lazerių skanerių naudojimą kaip svarbius darbo rizikos faktorius [54].

Stovimo darbo ypatumai ir problemos Kai dirbama stovint, pagrindiniai darbo vietos parametrai yra tokie:

- Darbo paviršiaus aukštis;
- Stalo aukštis;
- Atstumas nuo krūtinės iki darbo objekto.



1 pav. Darbo plokštumos aukščio pasirinkimas priklausomai nuo darbo pobūdžio [7]

Stovint nuvargsta nugarą ir kojas. Stovima padėtis darbo metu pati savaime nesukelia sveikatos problemų. Tačiau kai stovima dažnai ir ilgai patinsta blauzdos ir pėdos, atsiranda sunkumo jausmas kojose, nugaros skausmai, plečiasi počinės kojų venos, gali prasidėti kitos sveikatos problemos. Palaikant kūną stačioje padėtyje dalyvauja liemens, kaklo ir kojų raumenys. Statinės įtampos metu blogėja jų kraujotaka, atsiranda skausmas ir nuovargis. Kraujas tvenkiasi kojų venose, jos plečiasi, dažnesni tampa uždegiminiai procesai jose. O dėl ilgalaikės funkcinės imobilizacijos ir statinio krūvio atsiranda klubo, kelių ir stuburo sąnarių mikrotraumatizacija, dėl ko, per ilgesnį laiką išsivysto reumatinės ligos [41].

1.1.2 Pasikartojantys judesiai

Pasikartojantys judesiai – vienodi, dažniausiai ritmiškai ir greitai atliekami judesiai. Atsižvelgiant į darbo pobūdį, jie gali būti atliekami rankomis (pvz. prekių pakavimas), liemeniu (dažnas lankstymasis keliant krovinius ar sukimasis dėliojant daiktus), kojomis (pedalo mynimas vairuojant). [10]

Apie 62 proc. Europos sąjungos šalių darbuotojų ketvirtadalį ar daugiau darbo laiko atlieka kartotinus rankų arba plaštakų judesius; 7 proc. teigia, jog jų darbe pasitaiko trumpų pasikartojančių funkcijų, 57 proc. patiria pasikartojančius judesius, 56 proc. susiduria su griežtais/ trumpais darbo atlikimo terminais, 54 proc. patiria didelį darbo tempą, 42 proc. negali patys pasirinkti poilsio pertraukėlių, 31 proc. negali pasirinkti darbo tempo [48].

Pasikartojantys judesiai pavojingi, nes juos atliekant nuolat dirba tik tam tikrų grupių raumenys. Jei darbo metu fizinė veikla įvairi, į darbo procesą įsitraukia vis nauji tam tikros kūno vietos raumenys, o ką tik dirbusieji pailsi. Pavyzdžiui, ilgai dirbant su kompiuterine pelyte, tapant, rašant, lipdant, riešo sąnarys nuolat tiesiamas, lenkiamas šie judesiai didina spaudimą riešo kanale. Dėl riešo sąnario tiesimo bei lenkimo didele amplitude gali būti suspausti riešo kanalo viduje esantys n. medianus, pirštų lenkiamųjų raumenų sausgyslės bei kraujagyslės [25, 58].

Nervo užspaudimas gali pasireikšti pirštų, plaštakos tirpimu, skausmu, jėgos sumažėjimu, lytėjimo jautrumo padidėjimu. Dėl užspaustų kraujagyslių sutrinka audinių mityba, gali prasidėti išemija, nekrozė. Nuolatinė trintis sausgyslėms gali iššaukti uždegiminiuosius procesus – tendovaginitus. Inervacijos sutrikimas lemia raumenų funkcijos sutrikimą. Dėl kanalo suspaudimo atsiradę negalavimai ir skausmas darbuotojui ilgainiui gali sukelti:

- plaštakos funkcijos sutrikimus, kas trukdo greitai ir efektyviai atlikti tam tikras darbo užduotis, didina klaidų skaičių;
- nedarbingumą, kas yra pajamų praradimo priežastis. [25]

Snook ir kt. atliko tyrimą, kurio metu tiriamos moterys septynias valandas per savaitę, tris savaites iš eilės rankomis atlikinėjo monotoniškus, pasikartojančius judesius. Gauti rezultatai parodė – kuo daugiau judesių atliekama, ir kuo daugiau savaičių dirbama, tuo žymiau mažėja riešo sąnario amplitudė (fleksija, ekstenzija, ulnarinis bei radialinis nukrypimas), stipriau ima reikštis riešo tunelio užspaudimo sindromas. [59]

1.1.3 Sunkių krovinių kilnojimas rankomis

35 proc. Europos sąjungos darbuotojų rankomis nešioja arba kilnoja sunkius krovinius [46]. Gana dažnai keliamo krovinio svoris neatitinka įstatymuose numatyto maksimalaus leistino krovinio svorio – moterims 10 kg, vyrams 15 kg. [47]. Krovinių kėlimas rankomis yra dažniausia priežastis, sukianti nugaros skausmą ir traumas darbe. Taip pat dažnai kroviniai keliami netaisyklingai, tai yra per juosmenį lenkiantis į priekį, o ne pritupiant. Teisingo ir neteisingo kėlimo pavyzdžius matome 2 paveikslėlyje.



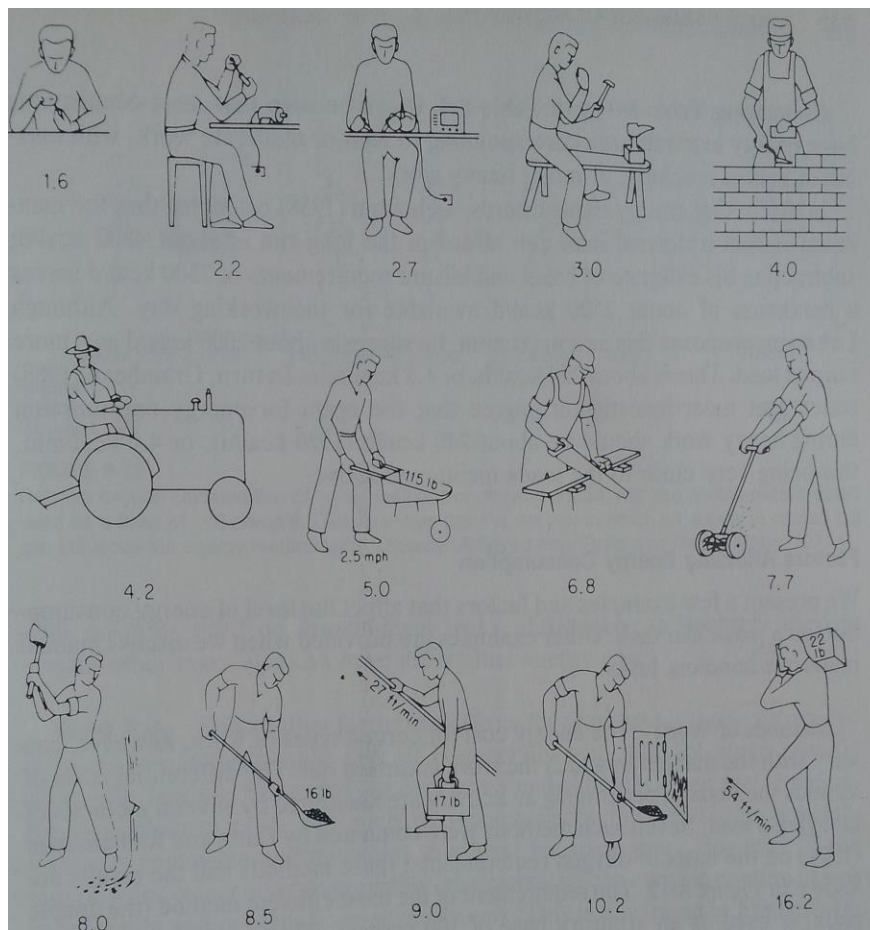
Krovinį keliant netaisyklingai, visas keliamo krovinio svoris labiausiai veikia L5/S1 slankstelių jungtis. Keliant taisyklingai (pritūpus ir krovinį laikant kuo arčiau kūno), krovinio svoris 15 išsklaidomas rankų bei kojų raumenų jėgos, stuburą veikia mažesnės jėgos. Jei pirmuoju atveju smūginė jėga stuburui padidėja 8 – 10 kartų, tai taisyklingas kėlimas ją padidina tik tris kartus. Taip pat yra svarbios krovinio charakteristikos – svoris, forma, paviršius, suėmimo ir paėmimo sąlygos, padėtis prieš ir po kėlimo bei pakėlimų kiekis [23]. Kilnojant krovinį rankomis, įtemptai dirba ne tik pečių lanko, bet ir nugaros, kojų, pilvo raumenys. Jei keliamas sunkiai ir neteisingai, labai didėja rizika pažeisti raumenis, stuburą juosmeninėje dalyje. Šioje dalyje stuburas yra pats judriausias ir labiausias. Lenkiantis juosmuo turi atlaikyti žymiai didesnių jėgų, nei keliamas svoris, spaudimą. Jei raumenys nepakankamai stiprūs ar daromas staigus veiksmas su dideliu svoriu, didžioji keliamo svorio dalis tenka stuburui. Slanksteliai spaudžiami didele jėga, kuri perduodama tarpslanksteliniam diskui. Dėl per didelės spaudimo jėgos tarpslankstelinis diskas gali plyšti, tada formuojasi išvarža, kuriai ėmus spausti iš stuburo išeinančius nervus atsiranda stiprus skausmas, galintis plisti į vieną ar abi kojas iki pat pirštų [45].

1.1.4 Fizinis krūvis ir energijos sąnaudos

Darbo metu fizinio krūvio dydžiui daro įtaką daug veiksnių: 1) darbo pobūdis (intensyvumas, trukmė, poza); 2) somatiniai veiksniai (lytis, amžius, kūno matmenys); 3) psichiniai veiksniai (pažiūra, motyvacija); 4) aplinka (slėgis, šiluma, drėgmė, triukšmas); 5) fizinis pasirengimas [28].

Darbo metu didelė energijos dalis (apie 70 %) virsta šiluma arba sunaudojama statiniam darbui. Kiekvienam darbui atlikti reikalingas tam tikras energijos kiekis. Tyrimais nustatytas energijos sunaudojimas: miegant – 1,3 kcal/min., sėdint – 1,6 kcal/min., stovint – 2,25 kcal/min., vaikščiojant – 2,1 kcal/min., važinėjant dviračiu (16 km/h greičiu) – 5,2 kcal/min. [28].

Keletas energijos sunaudojimo atliekant darbą pavyzdžių pateikta 3 paveiksle. Darbai pagal jiems atlikti sunaudojamą energijos kiekį skirstomi, kaip parodyta 1 lentelėje [51].



3 pav. Įvairiai fizinei veiklai reikalingas energijos kiekis, kcal/min. [51]

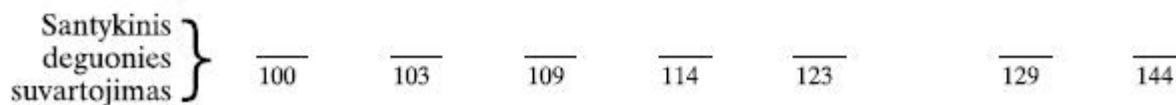
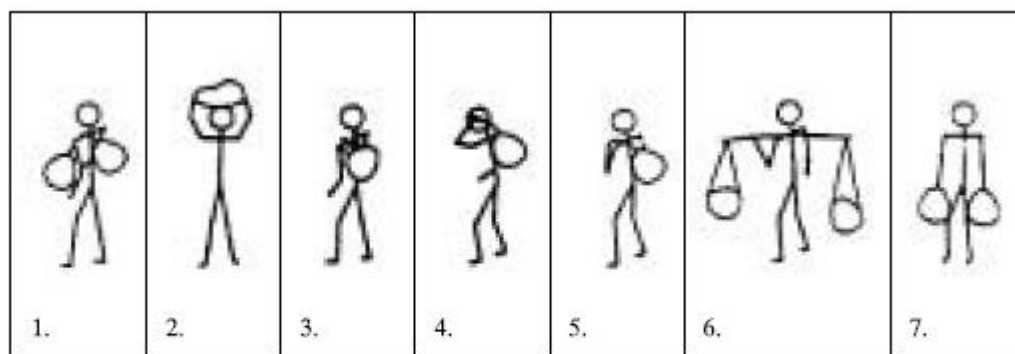
Nustatyta, jog maksimalios energijos sąnaudos normaliam vyrui per dieną gali būti apie 4800 kcal, poilsiui ir kitai veiklai – 2300 kcal, tai darbui lieka – apie 2500 kcal. [44]. Vėliau buvo iširta, jog

optimalios darbo dienos energijos sąnaudos turėtų būti apie 240 kcal/h (1920 kcal/dieną) arba 4,0 kcal/min. [28].

1 lentelė Darbų skirstymas, pagal suvartojamą energijos kiekį (suaugusiems vyrams) [51]

Darbų skirstymas	Energijos sąnaudos, kcal/min	Energijos sąnaudos kcal/8h (darbo metu)	Širdies ritmas, dūžiai/min	Deguonies sąnaudos, L/min
Poilsis (sėdėjimas)	1,5	<720	60 – 70	0,3
Labai lengvas	1,6 – 2,5	768 – 1200	65 – 75	0,3 – 0,5
Lengvas	2,5 – 5,0	1200 – 2400	75 - 100	0,5 – 1,0
Vidutinio sunkumo	5,0 – 7,5	2400 – 3600	100 – 125	1,0 – 1,5
Sunkus	7,5 – 10,0	3600 – 4800	125 – 150	1,5 – 2,0
Labai sunkus	10,0 – 12,5	4800 – 6000	150 – 180	2,0 – 2,5
Ypač sunkus	>12,5	>6000	>180	>2,5

Energijos sąnaudos taip pat priklauso nuo darbo atlikimo būdo. 4 paveiksle pateikiami skirtingi krovinio nešimo būdai, bei reikalingas deguonies kiekis jiems atlikti. Kiekvienas būdas turi privalumų ir trūkumų, tačiau nustatyta, jog efektyvesnis būdas tas, kai kūno pusiausvyros centras veikiamas mažiau ir kai palaikoma stabilesnė kūno poza [18].



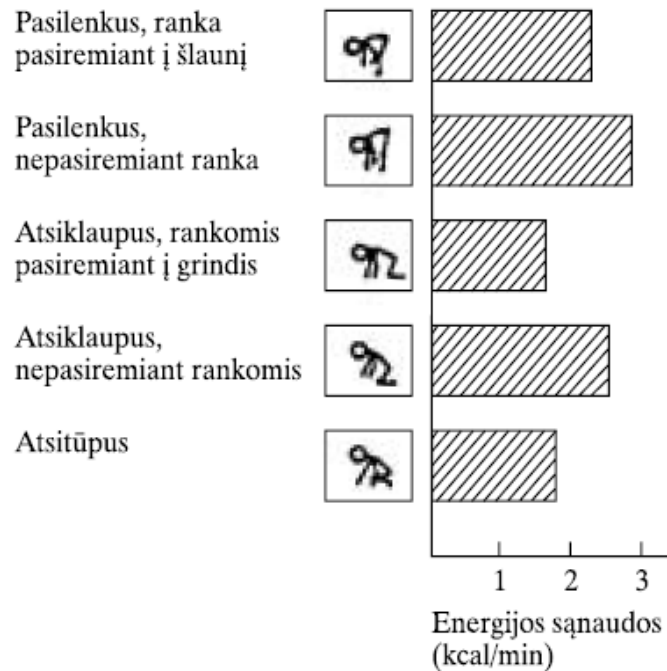
1 - dvigubas nešulys ant peties
2 - nešulys ant galvos

3 - ant pečių kaip kuprinė
4 - pritvirtintas prie galvos

5 - nešama persimetus per petį
6 - du nešuliai nešami naščiais
7 - du nešuliai rankose

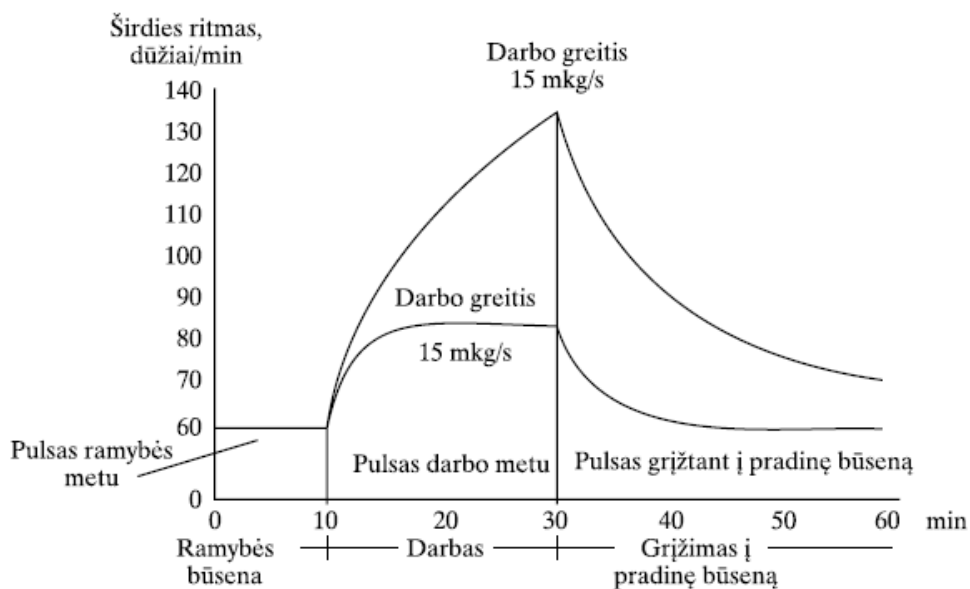
4 pav. Santykinis deguonies suvartojimas įvairiais būdais nešant nešulį. Ataskaitos tašku (100 %) laikomas efektyviausias nešimo būdas – nešulys padalytas į dvi dalis ir nešamas ant peties [7]

Taip pat, energijos sąnaudoms įtakos turi ir darbo poza. Iš 5 paveikslo matome, jog norint nuo grindų lygio pakelti lengvus objektus, tinkamiausia poza būtų atsiklaupus, rankomis laikantis į žemę. Daugiausiai energijos, tokiam darbui atlikti, reikalaujanti poza – pasilenkus, be rankų pagalbos [66].



5 pav. Žmogaus energijos sąnaudos, renkant lengvus daiktus nuo grindų [7]

Esant tinkamam tempui, darbas gali būti atliktas ir be didelių organizmo fiziologinių pakitimų, tik tam prireiktų daugiau laiko. Esant nedideliems krūviams ir pastoviam darbo tempui žmogaus širdies ritmas, pasiekęs tam tikrą lygį stabilizuojasi. Tačiau, padidinus darbo tempą, ritmas nuolat kyla 6 paveiksle.



6 pav. Širdies darbas, esant skirtingam fiziniam krūviui [7]

Kaip matome, kai krūvis didelis, širdies ritmas greitėja tol, kol didėja įtempimas, kai krūvis mažesnis, širdies darbas stabilizuojasi.

1.2 Darbo vieta ir darbo priemonės

Darbdavio pareiga yra sudaryti darbuotojams saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas visais su darbu susijusiais aspektais. Darbuotojų saugos ir sveikatos priemonės finansuojamos darbdavio lėšomis.

Kiekvieno darbuotojo darbo vieta ir darbo vietų aplinka turi atitikti Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo ir kitų darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus. Darbo vietos turi būti įrengtos taip, kad jose dirbantys darbuotojai būtų apsaugoti nuo galimų traumų, jų darbo aplinkoje nebūtų sveikatai kenksmingų ar pavojingų rizikos veiksnių. Įrengiant darbo vietas turi būti įvertintos darbuotojo fizinės galimybės. Darbo patalpos, darbo vietos ir įmonės teritorija, kur galima rizika darbuotojų saugai, privalo būti pažymėtos darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų nustatytais ženklais [24].

Dirbančiojo žmogaus organizmas reaguoja į daugelį įvairių dirgiklių: darbo operacijų trukmę, klausos, uoslės, regėjimo bei lytėjimo organų poveikį. Jeigu netinkamai organizuotas darbas, žmogus greitai pavargsta. Patalpos temperatūra turi būti reguliuojama, kad jos svyravimai neveiktų žmogaus organizmo. Didelė santykinė drėgmė žemoje temperatūroje gali sukelti organizmo peršalimą, o

aukštoje temperatūroje – organizmo perkaitimą. Mikroklimato parametrų leistinieji dydžiai yra privalomi, o optimalūs – rekomenduojami. Parametrų dydžiai apibrėžiami higienos normose, šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose [34]. Leistinosios ir optimalios meteorologinių sąlygų parametrų normos yra skirtingos, atsižvelgiant į metų laikotarpį ir darbo sunkumą. Darbo vietų apšvietimas gali būti natūralus ir dirbtinis. Darbo vietos apšvietimui galimos trys sistemos: bendroji, vietinė ir mišrioji. Naudojant vietinį apšvietimą bendrojo apšvietimo turi būti ne mažiau 10 % [35]. Triukšmo lygis darbo vietoje turi būti neviršytas, bei kasdienio ar savaitinio veikimo ribinės vertės [17].

Įmonėje privalo būti naudojamos tik techniškai tvarkingos darbo priemonės, atitinkančios darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus. Darbo priemonės turi būti suprojektuotos, pagamintos ir įrengtos darbo vietoje taip, kad nebūtų sudaryta galimybė darbuotojui patekti į darbo priemonės pavojingas zonas, ypač zonas, kur yra judančios dalys; aukštos ar žemos temperatūros darbo priemonių paviršiai turi būti izoliuoti; darbo priemonių valdymo įtaisai turi atitikti ergonominius reikalavimus; neturi būti galimybės darbo priemonę atsitiktinai įjungti, turi būti numatyta, kaip darbo priemonę operatyviai išjungti; darbo priemonių keliamas triukšmas, vibracija ar kita darbo aplinkos tarša neturi viršyti higienos normose nustatytų ribinių verčių (dydžių) [47]. Neergonomiški įrankiai gali sukelti raumenų ar sausgyslių patempimus, diskomfortą [12, 30].

1.3 Nugaros raumenų apžvalga

Nugaros raumenų vaidmuo organizme per pastaruosius du dešimtmečius sulaukė didelio mokslininkų dėmesio, todėl atlikta gausybė publikuotų bei nepublikuotų mokslinių tyrimų. Paviršinės elektromiografijos tyrimai apima platų sričių spektrą, kuriame buvo nagrinėti nugaros raumenys. Reabilitacijos, sporto, sveikatos stiprinimo, ergonomikos, biomechanikos ir fiziologijos sritys yra aktualiausios besitobulinantiems kineziterapeutams ir kitiems reabilitacijos komandos nariams.

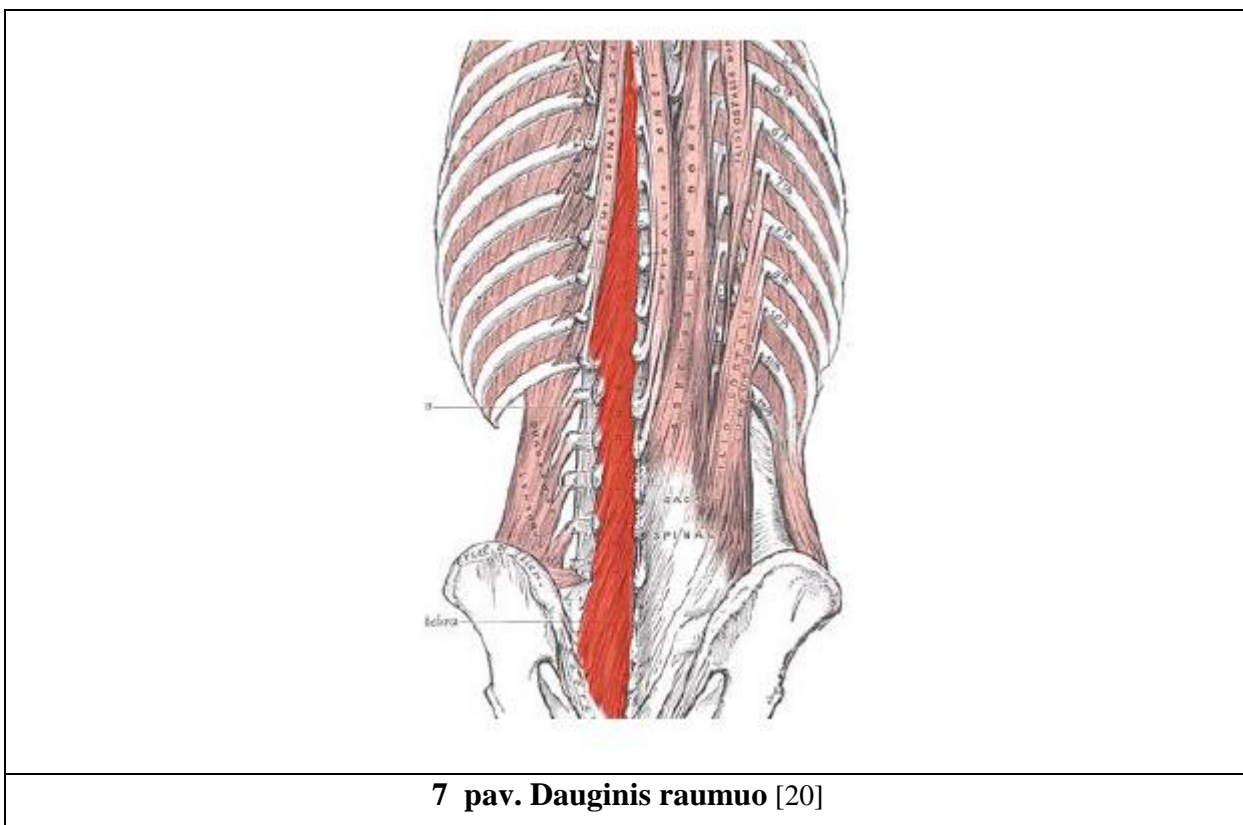
Elektromiografijos prietaisai padeda gauti objektyvius duomenis, tačiau labai svarbu pažymėti, kad elektrodų tvirtinimas reikalauja žinių apie tinkamą elektrodo lokalizaciją ant raumens. Remiantis 2009 metais atlikto tyrimo duomenimis nesunku gauti iškreiptus duomenis dislokuojant elektrodus. Elektrodo tvirtinimo vietos dislokacija 1 – 2 cm aukščiau ar žemiau tikrosios tvirtinimo vietos nekeičia paviršinės elektromiografijos signalo amplitudės, bet šoninė elektrodo tvirtinimo dislokacija vidutiniškai 18 % sumažina signalo amplitudę [55].

1.3.1 Dauginis raumuo

Dauginis raumuo (lot. *m. multifidus*) (7 pav.) tęsiasi nuo kryžkaulio iki II kaklo slankstelio. Prasideda nuo kryžkaulio nugarinio paviršiaus, juosmens ir krūtinės slankstelių skersinių ataugų ir prisitvirtina prie visų juosmens, krūtinės ir kaklo slankstelių (išskyrus atlantą) keterinių ataugų [20].

Dauginis raumuo sudarytas iš mėsingų bei sausgyslinių trumpų raumens pluoštų, užpildančių šoninę vagą abejose stuburo slankstelių keteros pusėse. Šis raumuo eina nuo kryžkaulio iki kaklo ašinio slankstelio. Dauginis raumuo susitraukdamas vienoje pusėje suka liemenį ir kaklą į priešingą pusę, o susitraukdamas abipus tiesia stuburą ir kaklą.

Tiesiamasis nugaros raumuo yra ne vientisas raumuo, o visas pluoštas raumenų ir sausgyslių vertikalių gijų. Šie raumenų pluoštai tęsiasi išilgai palei visą stuburo ilgį kaklo, krūtinės, juosmens ir kryžkaulio srityse. Jie jungia stuburą su šonkauliais ir pakaušiu. Raumenys gerai matomi pasilenkus, ypač ties juosmeniu, kur jie glūdi nugaros paviršiuje abipus stuburo šonų. Tiesiamąjį nugaros raumenį sudaro 3 raumenys (klubinis šonkaulių raumuo, ilgiausias raumuo ir keterinis raumuo), o kiekvieną iš šių raumenų sudaro 3 dalys. Plačiausias nugaros raumuo yra plokščias trikampis raumuo, iš nugaros dengiantis juosmenį ir iš šonų apatinę krūtinės ląstos dalį. Prisitvirtinęs prie stuburo jis kyla įstrižai aukštyn ir, palapsniui siaurėdamas, prisitvirtina prie žasto. Ypač išsivystęs irklotojų, plaukikų, gimnastų, slidininkų. Pusketerinis krūtinės raumuo sudarytas iš siaurų raumeninių skaidulų pluoštelių abejose stuburo pusėse. Kvadratinis juosmens raumuo yra keturkampis raumuo, gulintis po tiesiamuoju nugaros raumeniu. Tarpketeriniai raumenys yra trumpi raumenų pluošteliai, poromis jungiantys stuburo slankstelių keteras. Eina nuo juosmens iki kaklo ašinio slankstelio. Jų funkcija - susitraukdami suartina stuburo slankstelių keteras ir tiesia stuburą. Sukamieji raumenys yra po dauginiu raumeniu (skiriamos trys šio raumens dalys: kaklo sukamieji raumenys, krūtinės sukamieji raumenys, juosmens sukamieji raumenys). Pagrindinė funkcija - stuburo slankstelių tarpusavio padėties ir judesių propriocepcija (jutimas).



7 pav. Dauginis raumuo [20]

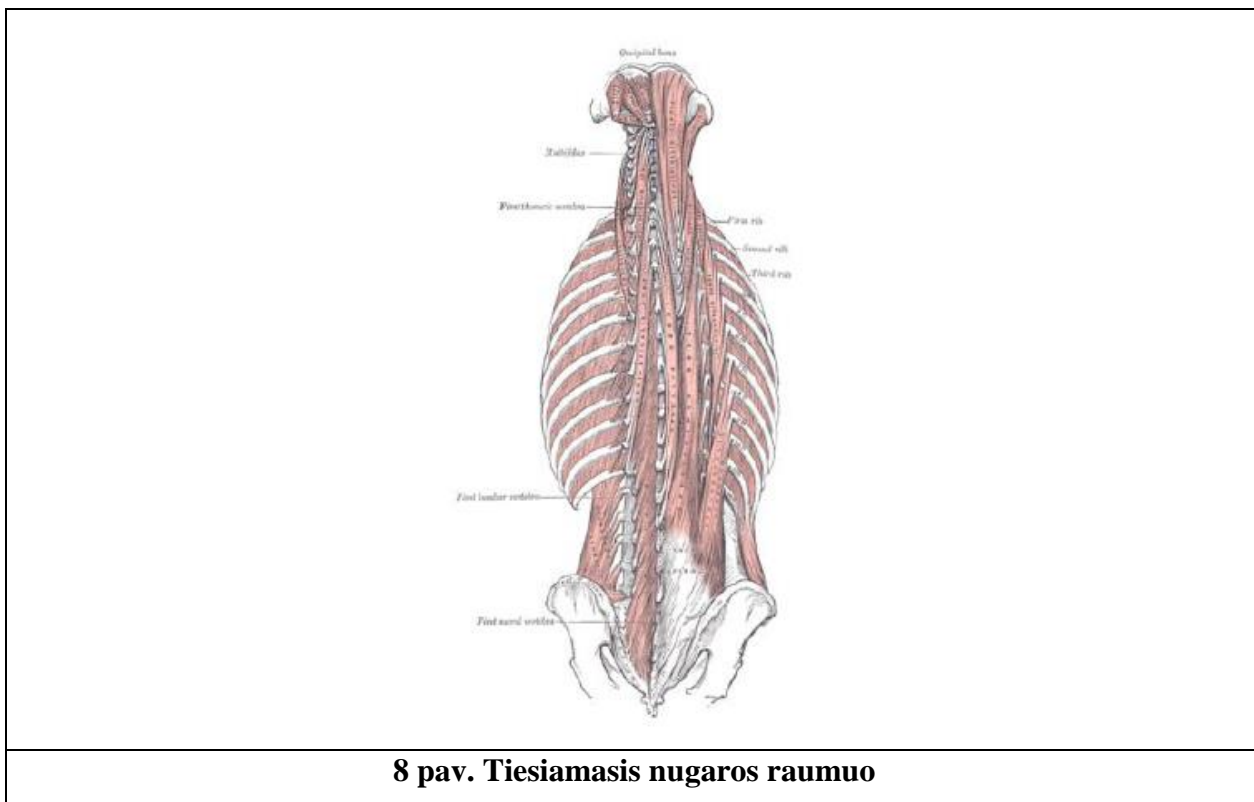
Dauginis raumuo apibūdinamas kaip didžiausias ir arčiausiai stuburo esantis iš juosmeninės nugaros dalies raumenų [40]. Juosmens raumenų vaidmuo stuburo stabilizacijai įrodytas moksliniais tyrimais. Dauginis raumuo kartu su skersiniu pilvo raumeniu priskiriami pirminiams juosmeninės stuburo dalį stabilizuojantiems raumenims [37]. Dauginio raumens stabilizacinė funkcija paaiškinama aktyvacija stovint bei toninė aktyvacija einant [32]. I tipo raumeninių skaidulų procentinė sudėtis, varijuojanti nuo 49 % iki 93 %, patvirtina anksčiau minėto raumens svarbą stuburo stabilumui užtikrinti. Keliamieji ir sukamieji juosmeninės stuburo dalies judesiai – pagrindinė dauginio raumens stabilizacinės funkcijos sritis [49]. Lokalios raumenų sistemos sinchronizuotas susitraukimas tarp dubens dugno, skersinių pilvo, dauginių raumenų ir diafragmos palaiko juosmeninės stuburo dalies dinaminio segmento stabilumą. O esant stabiliam pagrindui vyksta saugus bendrųjų raumenų susitraukimas. Taigi dauginiai raumenys dalyvaudami stabilizacijoje palaiko juosmeninę lordozę ir užtikrina neutralios srities stuburo segmentų kontrolę [63].

Elektromiografinių tyrimų rezultatai leidžia teigti, jog egzistuoja skirtumas tarp sveikų asmenų ir pacientų, besiskundžiančių nugaros apatinės dalies skausmu, raumenų aktyvacijos modelių [52]. Dauginis raumuo nėra išimtis, todėl jo aktyvacijos modelis pakinta. Pacientų, besiskundžiančių nugaros apatinės dalies skausmu, dauginiai raumenys statistiškai patikimai mažesni lyginant su sveikųjų

asmenų. Raumens atrofija nėra išplitusi ir turi specifinę lokalizaciją. Pacientams, besiskundžiantiems vienu puse nugaros apatinės dalies skausmu, pastebimas dauginio raumens atrofijos asimetriškumas, t.y. dauginio raumens atrofija vyksta skaudančioje pusėje [9].

1.3.2 Tiesiamasis nugaros raumuo

Tiesiamasis nugaros raumuo (lot. *m.erectorspinae*) (8 pav.) išsidėstęs abipus stuburo ties keturinėmis stuburo slankstelių ataugomis. Jis lengvai pastebimas žmogui pasilenkus, ypač juosmeninėje stuburo dalyje. Tiesiamasis nugaros raumuo prasideda nuo kryžkaulio, klubakaulio skiauterės, juosmens slankstelių keturinių ataugų ir krūtininės juosmens fascijos, o prisitvirtina prie šonkaulių, stuburo slankstelių skersinių ir keturinių ataugų, pakauškaulio ir smilkinkaulio. Šio raumens funkcija – tiesiti stuburą, atlošti galvą ir fiksuoti liemenį vertikaloje kūno padėtyje judant, sėdint ar stovint.



Tiesiamąjį nugaros raumenį sudaro trys raumenys [20]:

1. klubinis šonkaulių raumuo;
2. keterinis raumuo;
3. ilgiausias raumuo.

Klubinio šonkaulių raumens funkcija – lenkti stuburą į šoną, o esant abipusei kontrakcijai ištiesti pirmyn palenktą stuburą. Keterinio raumens funkcija – tiesti stuburą ir atlošti galvą. Ilgiausias raumuo išsidėsto tarp keterinio ir klubinio šonkaulių raumens. Ilgiausiojo raumens funkcija – lenkti galvą ir pasukti stuburą į savo pusę, o esant abipusei kontrakcijai tiesti sulenktą pirmyn stuburą [20].

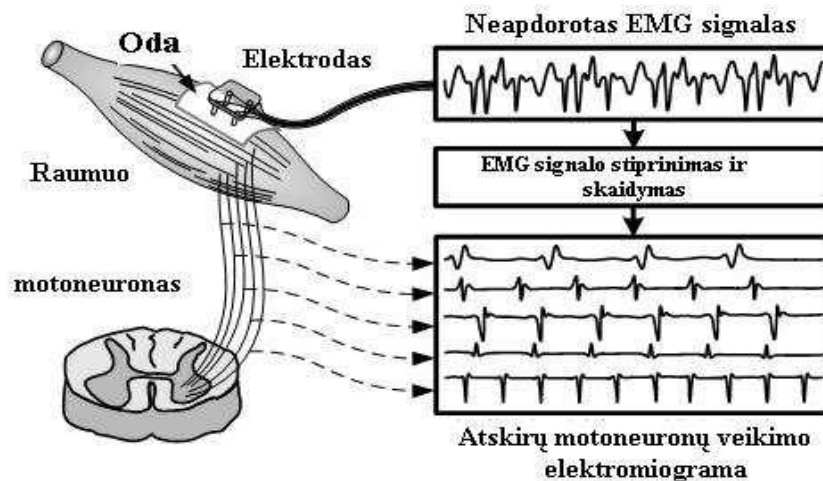
Švedijos mokslininkai savo tyrime labai detalai išanalizavo juosmeninę nugaros dalį tiesiančių raumenų jėgos svertų susidarymą. Autoriai nurodo nugaros ekstenzinėje (20° laipsnių nugaros tiesimo) padėtyje nustatę statistiškai patikimai mažesnius jėgos pečius nei nugaros fleksijoje (45° laipsniai lenkiantis į priekį). Šie duomenys užfiksuoti L1/L2 – L4/L5 segmentuose, o T12/L1 ir L5/S1 segmentuose statistiškai patikimo skirtumo nerasta [14].

Nugaros apatinės dalies raumenys nuolatos aktyvuojami tam, kad išlaikytų stuburą tiesų. Vis dėlto nesaugūs judesiai, netaisyklinga laikysena kasdienės veiklos metu ir sportinė veikla yra ideali sąlyga šiam regionui tapti dažniausiai pažeidžiama vieta viso pasaulio populiacijoje [11]. Žmogus, kasdien dirbantis aktyvų darbą, vidutiniškai nueina 21 kilometrą per dieną. Žinant, kad tiesiamieji nugaros raumenys aktyvuojami einant, prieš pat kiekvienos kojos atraminę fazę galime įsivaizduoti kasdien tiesiamiesiems nugaros raumenims tenkančią apkrovą ir tai, jog šie raumenys turi būti parengti kasdieniniam iššūkiui (žmogaus atliekamų judesių visumai). Kitu atveju galimi kumuliaciniai raumenų nuovargio mechanizmai, trikdantys ne tik aplink esančių raumenų veiklą, bet ir kitiems tos pačios kinetinės grandinės raumenims [13].

1.4 Fizinio krūvio tyrimo metodų ir priemonių analizė

1.4.1 Elektromiografija

Elektromiografija (EMG) – tai raumenų elektrinių potencialų registravimas. Raumenų susitraukimą centrinė nervų sistema reguliuoja per mažiausius judesio valdyme dalyvaujančius funkcinius darinius – motorinius vienetus. Motorinius vienetus sudaro nugaros smegenyse esantis motoneuronas ir prie jo ilgosios ataugos terminalų prisijungusios raumenų skaidulos. Veikiamos nervinio impulso, sukkelto veikimo potencialo, raumenų skaidulos susitraukia. Elektromiografu galima užregistruoti ir aplink esančiais audiniais sklindantį veikimo potencialą, kuris bus matomas elektromiogramoje.



9 pav. Paviršinės elektromiografijos veikimo mechanizmas [68]

Elektromiografija – tai metodas, kuriuo gali būti registruojamas tiek atskiros raumens skaidulos, tiek ir viso raumens elektrinis aktyvumas. Elektrinis atskirų raumens skaidulų aktyvumas dažniausiai registruojamas adatiniais arba vieliniais elektrodais, kurie yra įleidžiami į raumens vidų, arba labai mažais ant raumens paviršiaus uždedamais elektrodais. Visam raumens elektriniam aktyvumui, kurį formuoja daugelio motorinių vienetų veikimo potencialai, registruoti naudojami įvairių tipų, dydžio ir formos paviršiniai elektrodai. Paviršiniai elektrodai yra neinvazinis būdas užregistruoti biosignalą, plintantį raumenyje (9 pav.). Paviršinių elektrodų tvirtinimas yra daug paprastesnis nei adatinių elektrodų, be to nesukelia jokių nemalonių pojūčių tiriamajam [68].

Skiriami keli raumenų susitraukimo tipai: truktelėjimas, izotoninis, izometrinis ir tetaninis susitraukimai. Elektromiografijos metodu galima užregistruoti visus šiuos raumens darbo tipus. Taip pat elektromiografija galima užregistruoti raumenų darbą, kuris yra sunkiai pastebimas plika akimi. Tokie atvejai pasitaiko, kai sklindantis elektrinis impulsas yra per silpnas, kad sukeltų motorinį atsaką–judesį, bet jis jau gali būti registruojamas elektromiografu [68].

Abbas Heydari [31] pasitelkė į pagalbą EMG metodą, tam kad atlikus tyrimus būtų galima nustatyti ryšį tarp EMG signalo ir pasireiškiančio nugaros skausmo. Tyrimas truko du metus, jame dalyvavo 120 sveikų darbininkų, kuriems atliekant izometrinius atsilenkimus, išsitiesimus buvo fiksuojami elektromiografo rodmenys. Tiriamieji turėjo pasilenkti iki 2/3 maksimalaus pasilenkimo ir išsitiesti. Taip pat tiriamiesiems buvo užduoti savęs vertinimo klausimai.

N. Baranauskienė atliko EMG tyrimą, kurio tikslas buvo – nustatyti 100 nušokimų vertikaliu šuoliu (NVŠ) poveikį šlaunies raumenų elektromiogramos pokyčiams atliekant vidutinio ir didelio intensyvumo krūvius veloergometru. Metodai - skirtingų testavimų metu 10 merginų atliko vieną

nuosekliai didinamą krūvį, per kitus tris kartus (kontrolinį testavimą praėjus 45 minutėms ir 24 valandoms po NVŠ) tiriamosios atliko vidutinio ir didelio intensyvumo krūvius veloergometru („Ergotone-800“, Vokietija). Mynimo dažnumas – 70 k/min. Vidutinio ir didelio krūvio metu buvo registruojamas dešinės kojos šlaunies išorinio ir vidinio raumens EMG. Praėjus 24 valandoms po NVŠ, tiriamosios vertino skausmą ir buvo nustatomas kreatinkinazės aktyvumas kraujyje. Rezultatai - Tiriamosios jautė vidutinį šlaunies raumenų skausmą praėjus 24 valandoms po NVŠ (5,0 (2,79) balo). Atliekant VK išorinio šlaunies raumens EMG amplitudės vidutinė kvadratinė reikšmė padidėjo praėjus 24 valandoms po NVŠ, tačiau DK metu šlaunies raumenų EMG reikšmingai nepakito [8].

Tatsuhiko Miura atliko bandymą su 28 vyrais, iš kurių 14 buvo visiškai sveiki, o likę 14 jautė nespecifinį nugaros skausmą. Kiekvieno iš jų nugarą buvo apkrauta 10 skirtingo sudėtingumo lygių (2, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 80 ir 90 proc. nuo maksimalaus susilenkimo atsitiktine tvarka). Kiekvienas lygis truko 4 sekundes. Nugaros raumenų susitraukimai buvo fiksuojami paviršinės elektromiografijos pagalba (elektrodai buvo uždėti ant ilgojo krūtinės L2 lygio (lot. longissmuthoracis, L2) ir dauginio raumens S1 lygyje (lot. multifidus, S1)) [53].

Catherine, atliko tyrimą, tam kad padėtų surasti profesinius negalavimus didelėse darbo vietose, kur paprasti tyrimai atimtų labai daug laiko. Jis sujungė du metodus: tai stebėtojo vertinimas ir savęs paties vertinimas. Visą pamainą 133 sunkiosios pramonės darbuotojams buvo matuojama nugaros raumenų susitraukimas (EMG). Per pamainą kiekvienas turėdavo atsakyti į klausimus susijusius su darbo poza, darbo užduotimis ir rankiniu medžiagų valdymu [38].

Peter Schaff atliko tyrimą, kurio tikslas buvo ištirti judesio ir raumenų veiklą slidinėjant, siekiant įvertinti raumenų dalyvavimą nusileidimo etape ir jų potencialų poveikį priekinių kryžminių raiščių (PKR) traumai. Specialiai sukurtas 8 kanalų nešiojamas elektromiografijos registratorius buvo prijungtas per tris šuolius ant Rusijos slidininko, taip pat šeši šuoliai buvo atliekami laboratorijoje. Rezultatai parodė jog slidininkas prisitaiko prie tikimosi nusileidimo apkrovos keliui, galbūt naudodamas išmokto valdymo modelio. Vis dar nėra aišku kokia svarbi raumenų adaptacija numatomoms jėgoms [61].

Mina Agarabi, Paolo Bonato ir C. J. De Luca atliko tyrimą kompiuterių vartotojams, kurie patiria pasikartojančius riešo judesius ir nepatogias rankos pozicijas atsiranda viršutinių galūnių sutrikimai. Gamintojai yra sukūrę įvairias ergonomines peles, atsižvelgiant į vartotojų skundus ir pageidavimus. Šio darbo tikslas buvo pasitelkti paviršinę elektromiografiją kuriant beklaviatūros įvedimo sistemas, kompiuterines pelės dizainą. Laikant pelę skirtingomis pozicijomis buvo fiksuojami EMG parodymai dilbio ir plaštakos srityse atliekant statines užduotis. EMG signalas suteikė informaciją apie raumenų aktyvumo lygį. Reikšmingas EMG signalo sumažėjimas buvo pastebėtas,

kai tiriamieji naudojo ergonomines kompiuterines peles. Paviršinio EMG metodas pasitelkiamas kuriant kompiuterines peles. Taip pat buvo įrodytas reikšmingas poveikis priklausantis nuo rankos dydžio [1].

Majid Motamedzade tyrimo metu buvo siekiama įvertinti trapecinių raumenų aktyvumą moterims, dirbant ilgą laiką audėjų darbą. Elektromiografijos duomenys buvo renkami iš devynių moterų, per keturias valandas, kiekvienai ergonomiškai pritaikytoje darbo vietoje Ergonomikos laboratorijoje Hamadane, Irane. Darbo vietos projektavimo kriterijai buvo: 1) audimo aukštis (20 ir 3 cm virš alkūnių), 2) sėdėjimo tipas (10^0 ir 0^0 reguliuojamų kėdžių). Amplitudinė tikimybių pasiskirstymo funkcijos analizė parodė, jog kairysis ir dešinysis trapecijos raumenų aktyvumas buvo labai panašus kiekvienoje darbo vietoje. Trapecinių raumenų veikla darbo vietoje buvo gerokai mažesnė nei kompiuterizuotos darbo vietos [56].

Marco J. M. Hoozemans vertino rankos sukibimo, suspaudimo jėga su rankiniais įrankiais. Šis tyrimas aprašo eksperimentų seriją 8 sveikų vyrų, kuriems bandoma nustatyti tiesines regresijos modelį pasitelkiant paviršiaus elektromiografijos (EMG) metodą. Registruojama iki 6 dilbio raumenų tam kad nuspėti rankenos suspaudimo jėgas. Dėl izometrinių sugriebimo užduočių, normalizuotas EMG į sukibimo jėgą, naudojant dinamines jėgas iki 300 N, galioja prognozuojant sukibimo jėgas remiantis dilbio raumenų EMG signalu. Absoliutūs skirtumai tarp stebimų ir prognozuojamų sukibimo jėgų buvo maži (tarp 27 ir 41 N), kas parodo kad siūlomas metodas gali būti naudojamas ergonomiškam vertinimui tiriant rankinius įrankius [50].

1.4.2 Rula ir Reba metodai

Rula (angl. k. Rapid Upper Limb Assessment) – greitas viršutinių galūnių vertinimas (Mc Atamney&Corlett, 1993). Tai vienas iš populiariausių ergonomiško įvertinimo metodų esančių pasaulyje. Jį taikant nėra reikalingi jokie skaičiavimai, viskas paprasta ir aišku. Šio metodo pagalba galime įvertinti žmogaus padėtį, atsižvelgiant į kaklo ir viršutinių galūnių apkrovimus. Šį metodą geriausia naudoti sėdimoms pozicijoms vertinti. Poza įvertinama pagal surinktų balų skaičių.

Reba (angl. k. Rapid Entire Body Assessment) – greitas viso kūno vertinimas (Hignett&McAtamney, 2000). Taip pat kaip ir Rula metodas yra labai plačiai naudojamas, toks pats principas kaip ir Rula metodo. Geresnis įrankis vertinant visą kūną, statinės, dinaminės, nestabilios ar sparčiai kintančios pozos.

Rula vertina biomechaninį kūno padėties apkrovimą, ypač atkreipiant dėmesį į kaklą, liemenį ir viršutines galūnes. Rula vertinimas reikalauja šiek tiek laiko užbaigiamajam suskaičiavimui, kuris

sukuria veiksmų sąrašą, kuriame nurodytas intervencijos lygis. Rula metodo pagalba galima sumažinti sužalojimo riziką dėl fizinės apkrovos. Rula metodas yra dalis platesnio ergonominio tyrimui [5].

Andriuškevičiūtė atliko tyrimą [2] apie darbo pozos ir krovinių tvarkymą rankomis. Pagrindiniam tikslui pasiekti buvo sudarytos dvi anketos: viena skirta kompiuterizuotoje darbo vietoje dirbantiems, antra - darbuotojams, tvarkantiems krovinius rankomis. Dar buvo atlikti papildomi tyrimai taikant fizinio darbo intensyvumo (Rrouha ir Rohmerto) metodą bei Rula metodą. Rula metodo pagalba buvo tiksliai nustatytos nepatogios kaulų raumenų sistemos padėtys. Pastebėta, kad dažnai patys darbuotojai nesaugo savo sveikatos neteisingai sėdėdami ir nesusikurdami minimalios patogios sau aplinkos. Taip pat darbo vietose pasiūlyta padaryti pakeitimus. Darbo vietos nėra tinkamai suprojektuotos.

Ptakauskienė [57] atliko tyrimą „Hrono“ įmonėje, gaminančioje plastikinius langus. Ištirta keturių skirtingų darbo vietų ergonomiškumas, taikant anketinės apklausos ir Rula bei Reba metodus. Pirmiausia buvo atliekama darbuotojų apklausa, vėliau atliekami ergonominių rizikos veiksnių tyrimai. Visais atvejais darbuotojų nusiskundimai, nurodyti anketoje, buvo patvirtinti atliekant tyrimus Rula ir Reba metodais. Įmonei buvo pasiūlyta šlifavimo darbus atliekantiems darbuotojams pakelti darbaltalio aukštį 10 cm ir mechanizuoti sunkių gaminių perkėlimą.

N. A. Ansari, Dr. M. J. Sheikh atliko tyrimą Indijoje. Pagrindinė darbuotojų problema Indijoje yra kaulų ir raumenų sistemos sutrikimai. Darbo metu buvo filmuojama 15 darbuotojų. Iš filmuotos medžiagos buvo padarytos nuotraukos ir jų pagalba atlikti Reba bei Rula analizės. Šis tyrimas atskleidė jog didžioji dalis darbuotojų dirbo labai nepatogiose ir pavojingose pozose [3].

Fernanda Diniz de Sa tyrimo tikslas buvo įvertinti odontologijos studentų laikyseną naudojantis Rula ir Reba metodais. Asmenys buvo fotografuojami atliekantys savo darbus. Buvo išanalizuotos 39 pozos. Duomenys buvo apdoroti ir aprašomi Excel programa. Pagal Rula metodą vidutinis gautų balų skaičius buvo 5.5, tai reiškia jog reikalingi pokyčiai darbo pozoms greitai metu. Pagal Reba metodą vertinimo vidurkis buvo 7.07 balo, o tai rodo jog reikalingi pakeitimai. Rula metodas atskleidė daugiau, nes jis konkrečiai analizuoja būtent tą zoną, kuri buvo reikalinga būtent šiam tyrimui [29].

Somnath Gangopadhyay tyrė darbuotojus gaminančios smėlio formas įvairiems gaminiams lieti. Dirbantys darbuotojai buvo žemiausios ekonominio sluoksnio. Darbuotojai dažniausiai dirba ilgą laiką ir jie yra priversti dirbti įvairius sunkius darbus visą darbo trukmę. Šiame tyrime buvo siekiama identifikuoti darbus kurie sukelia raumenų ir kaulų sistemos sutrikimus. Atsitiktinai buvo pasirinkta 15 vyrų dalyvauti šiame tyrime. Reba metodas buvo taikomas analizuoti dirbančiųjų laikyseną. Buvo atlikta apklausa iš kurios rezultatų paaiškėjo, jog didžioji dalis darbuotojų dirbo nepatogiose pozose. Visiems dirbantiesiems buvo pasireiškę raumenų ir kaulų sutrikimų, pavyzdžiui: skausmą apatinėje

nugaros dalyje jautė 100 proc. darbuotojų, rankos srityje – 40 proc., peties – 30 proc., riešo 20 proc., kaklo 20 proc. Buvo padaryta išvada, jog sveikatos negalavimus sukėlė darbas nepatogioje padėtyje, dėlto darbuotojai kenčia nuo laikysenos ir kaulų sistemos sutrikimų [3].

Statinė ir dinaminė veikla odontologijoje sukelia skeleto raumenų sutrikimus, tačiau stomatologai neturi pakankamai supratimo apie ergonominių veiksnių poveikį jų pačių sveikatai. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti ergonomines sąlygas stomatologų darbo vietas Qazvin universitete naudojant Reba metodą, iširti ryšį tarp Reba rezultatų ir raumenų sistemos sutrikimų ir galiausiai pateikti teisingus sprendimus kaip to išvengti. Šiame tyrime buvo įvertinta 63 darbuotojų laikysena taikant Reba metodą. Gauti rezultatai parodė, jog 30,2 proc. tiriamųjų gavo nuo 11 iki 15 balų, tai reiškia – labai didelį rizikos lygį. Didžioji dalis sutrikimų buvo kaklo srityje – 50,8 proc. [67].

Simona Jokantaitė analizavo Lietuvos literatūroje pateiktus metodus, taikomus atliekant ergonominius darbo vietų tyrimus, ir išsiaiškino, kokie metodai ir kokiems tikslams dažniausiai taikomi. Ji pastebėjo, kad Lietuvoje nėra didelės ergonominių rizikos veiksnių vertinimo metodų taikymo praktikos, ji tik kuriama. Šios srities specialistų ir tiriamųjų darbų nėra daug, todėl tai ypač aktualu. Tyrimas atliktas naudojant aprašomąjį ir anketinės apklausos metodą, o rezultatai apdoroti statistiniais metodais. Nustatyta, kad dažniausiai taikytini metodai yra: Reba ir Rula, anketiniai tyrimai, fizinio darbo intensyvumo tyrimas taikant Brouha ir Rohmerio kriterijus. Galima daryti išvadą, kad Reba ir Rula metodai yra dažniausiai naudojami, nes lengvai pritaikomi, gaunamas konkretus balas ir pateikiamos gautų balų vertės. Taikant kitus metodus, sugaištama daugiau laiko, reikia atlikti daugiau matavimų, tyrėjui paliekama didesnė laisvė interpretuoti [36].

1.4.3 Apklausos anketos

Apklausos anketų metodas yra plačiausiai naudojamas. Apklausos anketų metodas yra skirtas įvertinti gamybos ir atskirų darbo vietų riziką, remiantis darbo veiklos modeliu. Metodas naudojamas, siekiant įvertinti darbo vietų reglamentų ar standartų, įstatymų atitikti. Apklausoje turi būti pateikti tokie klausimai, kurie yra reikalingi atlikti tam darbui, kurio tikslu yra atliekamas tyrimas. Klausimai gali būti apie ergonominių veiksnių buvimą, darbo krūvio nustatymą, sunkių daiktų kėlimą ir perkėlimą ir t. t. Klausimynų formos yra labai skirtingos ir jos turi būti suprojektuotos atskirai kiekvienai veiklai (profesijai). Urnikytė ir Kaminskas [55] teigė, jog problema yra ta, kad reikia išmokti atpažinti su darbu susijusį stresą, vertinant jį kaip profesinės rizikos veiksnį, įveikiant ir tu apsaugant dirbančiojo sveikatą ar gyvybę ir galbūt padėti įmonėms išvengti to patiriamų nuostolių. Bebrauskaitė ir Kaminskas [6]

psichosocialinius rizikos veiksnius Lietuvos mažose įmonėse. Šiems veiksniams įvertinti buvo naudojami įvairūs klausimynai, kurių tikslas nustatyti streso lygį darbinėje aplinkoje. Atlikus apklausą paaiškėjo, kad darbovietėse darbuotojai patys negali įtakoti jiems skiriamo darbo krūvio bei jaučia, jog dažnai neturi laiko atlikti svarbių darbų kokybiškai.

Kubiliūtė ir Kaminskas [43] nagrinėjo didelio fizinio poreikio darbą, kurio įtaka raumenų ir skeleto sistemos sutrikimams ir darbo efektyvumo problemą, tvarkant medžiagas rankomis. Šiame tyrime siekiama identifikuoti pasirinktų trijų kelių statybos įmonių (UAB „Telšių keliai“, UAB „Kelių statyba“ ir UAB „Rolstata“). Atliekamais tyrimais siekiama nustatyti, kokios rizikos neigiamai veikia darbuotojų sveikatą, mažina darbingumą ir darbo efektyvumą, pateikiant rekomendacijas kaip gerinti darbo sąlygas. Tyrime buvo taikomas anketinės apklausos metodas. Ergonominio tyrimo anketą sudaro stratifikacinis bei sveikatos ir darbingumo įvertinimo tyrimas. Administracijos darbuotojų tyrimui buvo pateiktas ir motyvacijos darbe nustatymo klausimynas [62]. Iš gautų tyrimo rezultatų atskleista, kad visose trijose kelių statybos įmonėse darbininkams svarbiausia sveikatos problema yra su darbu susiję nugaros juosmens lygyje negalavimai. Tyrimo duomenų analizė UAB „Telšių keliai“ parodė, kad net 40 proc. apklaustų 36–45 metų amžiaus darbininkų jaučia skausmus nugaros dalyje.

Krause [42] tyrė viešbučio darbuotojus. Mokslininkai įvertino nugaros ir kaklo skausmo paplitimą, susijusį su fizinio krūvio ergonominėmis problemomis. 941 darbuotojas turėjo pildyti anketas kiekvieną dieną apie savo sveikatą ir darbo sąlygas. Tyrimas buvo atliekamas vieną mėnesį kiekvieną dieną. Gauti rezultatai parodė, kad stiprus kūno skausmas buvo 47 proc. žmonių, kaklo - 43 proc., viršutinės nugaros dalies - 59 proc., apatinės nugaros dalies - 63 proc.

1.5 Apibendrinimas ir darbo užduotys

Darbuotojams fizinis krūvis turi labai didelę reikšmę, nes jungiamojo audinio ir skeleto raumenų sistemos ligos dažnai yra tiesiogiai susiję su darbu. Pagrindiniai veiksniai, didinantys šią riziką yra: krūviai, netaisyklinga darbo poza, tiesioginis mechaninis spaudimas kūno audiniams bei statinis darbas. Apsaugant darbuotoją nuo daugumos žalingų ar galinčių pakenkti sąlygų yra atliekamas ergonominis vertinimas.

Apibendrinant nagrinėtos literatūros šaltinius galime teigti, kad atlikta daug fizinio krūvio tyrimų įvairių profesijų žmonėms: sportininkams, medkirčiams ar statybininkams, kompiuterių vartotojams, stomatologams. Darbuotojams, remontuojantiems automobilius, Lietuvoje fizinio krūvio, darbo pozos tyrimų nepastebėta.

Literatūroje nagrinėjami metodai yra skirtingi: vieni sudėtingesni, kiti paprastesni, vieni reikalauja didelės sudėtingos įrangos, kiti minimalios – paprastos. Be to, tiriant darbuotoją galima jam sukelti diskomfortą ar didelį nepatogumą dėl tam tikros įrangos, kuri gali būti didelė, ar trukdyti atlikti darbą, taip pat iš patiriamo diskomforto gali išplaukti realūs rezultatų iškraipymai. Todėl kiekvienam atvejui vertinimo metodus reikia pasirinkti įvertinus sistemos ar objekto sudėtingumą. Kaip matome, ne visi metodai gali tikti vertinti sistemai ar objektui, nes kiekvieno metodo galimybės yra pakankamai ribotos ir ne visada vertinimo metodas gali būti tinkamas. Daugeliu pastebėtų atvejų sudėtingam fizinio krūvio vertinimui yra naudojama ne viena metodika, o kelios, jas surišant ar apjungiant. Tokiu atveju yra pasiekiamas maksimalesnis tyrimo tikslumas bei objektyvumas. Vertinant sudėtingomis vertinimo metodikomis ir metodais yra naudojamos kompiuterinės programos bei įvairi instrumentinė įranga. Vertinimo programų neigiamas aspektas yra tas, kad kai kurios yra mokamos arba matavimo instrumentiniai įrenginiai yra labai brangūs. Vertinant paprastesniais būdais geriausia yra panaudoti apklausos anketų metodą. Jis daugumoje nagrinėtų straipsnių yra naudojamas. Ši priemonė yra pakankamai paprasta ir gana efektyvi. Taip pat, vienas iš paprastesnių metodų yra RULA metodas. Jis plačiai paplitęs ir naudojamas daugumoje tyrimų. Rezultatų įvertinimui yra nemokamų programų. Dar vienas iš paprastų ir efektyvių būdų vertinant kiekybinę viso kūno laikyseną yra fotografinis metodas, kurio metu fotografijas galima sujungti panaudojant RULA metodą.

Remiantis literatūros šaltiniais ir esamomis galimybėmis, sudariau fizinio krūvio tyrimo metodiką, darbuotojams, remontuojantiems automobilius (autošaltkalviams). Darbe bus taikomi 4 tyrimo metodai, t.y. - apklausos anketa, kadangi tai plačiai paplitęs ir informatyvus būdas norint sužinoti reikiamą informaciją apie darbo sąlygas; RULA metodas, tai paprastas efektyvus, patogus ir naudingas vertinant ergonominius veiksnius; instrumentinis analizės metodas - EMG. EMG metodu bus tiriamas autošaltkalvio raumenų aktyvumas.

2. TYRIMO METODAI IR PRIEMONĖS

2.1 Anketinė apklausa

Statistikos departamento duomenis Lietuvoje įrankininkų ir giminiškų profesijos darbuotojų skaičius kito sekančiai: 2013 m. - 927, 2014 m. - 948, 2015 m. - 953. 2010 m. kvalifikuotų darbuotojų sąlyginis skaičius 144.032 tūkst. 2015 m. pradžioje Lietuvoje veikiančių ūkio subjektų pagal ekonomines veiklos rūšis didmeninėje ir mažmeninėje prekyboje variklinių transporto priemonių ir motociklų remontas užregistruota 24.352, iš jų Šakių rajone - 117 (žr. Statistikos departamento duomenys, prieiga per internetą www.stst.gov.lt/documents/10180/332977/ukiosubjektai.pdf. [Žiūrėta 2015-05-24]).

Siekiant indentifikuoti Lietuvoje dirbančių šaltkalvių remontininkų darbo ypatumus, sunkumus, fizinį krūvį, taikomas autošaltkalvių anoniminės anketos apklausos metodas. Analizuojant kiekybinių tyrimų duomenis taikyta aprašomoji statistika.

Buvo sudaryta darbuotojų apklausos anketa (žr. 1 priedą) iš 21 klausimo. Kiekvienas klausimas turi po kelis apibrėžtus atsakymus. Darbuotojas galėjo pasirinkti iš kelių pateiktų atsakymo viena jam, jei nenurodyta kitaip, kuris jam atrodė priimtinausias arba pateikti savo atsakymą. Apklausa buvo atliekama internetu (atsiųstos 34 užpildytos anketos) bei pasirinktuose 8 Šakių rajone veikiančiuose servisuose. Anketinė apklausa buvo pradėta nuo 2014 m. spalio mėnesio iki 2015 m. sausio mėnesio. Su respondentais buvo bendraujama tiesiogiai ir netiesiogiai per asmenis, kurie buvo atsakingi už apklausą savo įmonėje. Bendraujant netiesiogiai, anketos buvo perduodamos už tai atsakingiems asmenims, kurie jas išdalindavo įmonės darbuotojams ir užpildytas grąžindavo man. Pateikiant anketas respondentams, buvo paaiškinamas tyrimo tikslas, motyvuojant sąžiningai atsakyti į anketoje pateiktus klausimus. Respondentai buvo informuoti apie anketų konfidencialumą ir anonimiškumą. Išplatinta 110 anketų, iš jų 3 atmestos, nes buvo sugadintos, 7 išimtos atsitiktiniu būdu. Tyrimas baigtas 2015 metų sausio mėnesį, toliau vyko duomenų apdorojimas.

2.2 Greitas viršutinių galūnių vertinimo metodas (Rula)

RULA metodas – greitas viršutinių galūnių įvertinimas angliškai (Rapid upper limb assessment). RULA metodas ganėtinai tiksliai parodo raumenų – griaučių nepatogias padėtis, kurias pastebi ir patys darbuotojai. Norint nustatyti darbo vietų ergonomiškumą bei išsiaiškinti, kokius negalavimus dažniausiai jaučia dirbantieji elektros montavimo-instaliavimo darbus. RULA metodas

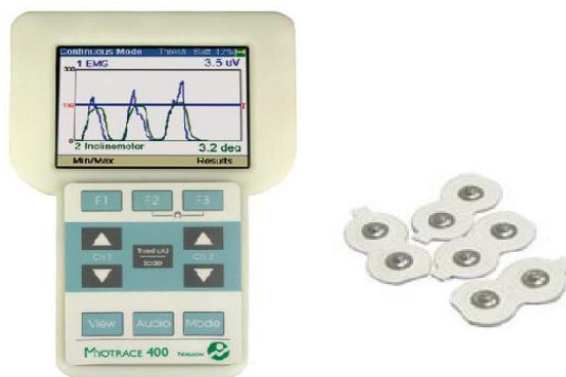
buvo taikomas, dirbantiems darbuotojams darbo vietoje. RULA duomenys surinkti stebėjimu, po to juos apdorojant ir įvertinant su virtualia programa RULA skaičiuokle [36]. RULA metodo vertinimo balų skalė pateikiama 12 lentelėje, pagal kurią tikrinami gauti rezultatai ir žiūrima ar reikia imtis prevencijos priemonių.

2 lentelė. Rula metodo vertinimo taškai

Taškai	Veiksmų reikalavimai
1-2	Nurodo, jog laikysena yra priimtina, jei ji nėra pastovi ar kartojama ilgais laiko tarpais.
3-4	Nurodo, kad reikalingas tolimesnis pozos tyrimas bei gali reikėti tam tikrų pakeitimų.
5-6	Nurodo, jog tolesnis tyrimas ir pasikeitimai yra reikalinga greitu metu.
7	Nurodo, kad nedelsiant reikalingas tolimesnis tyrimas bei pakeitimai.

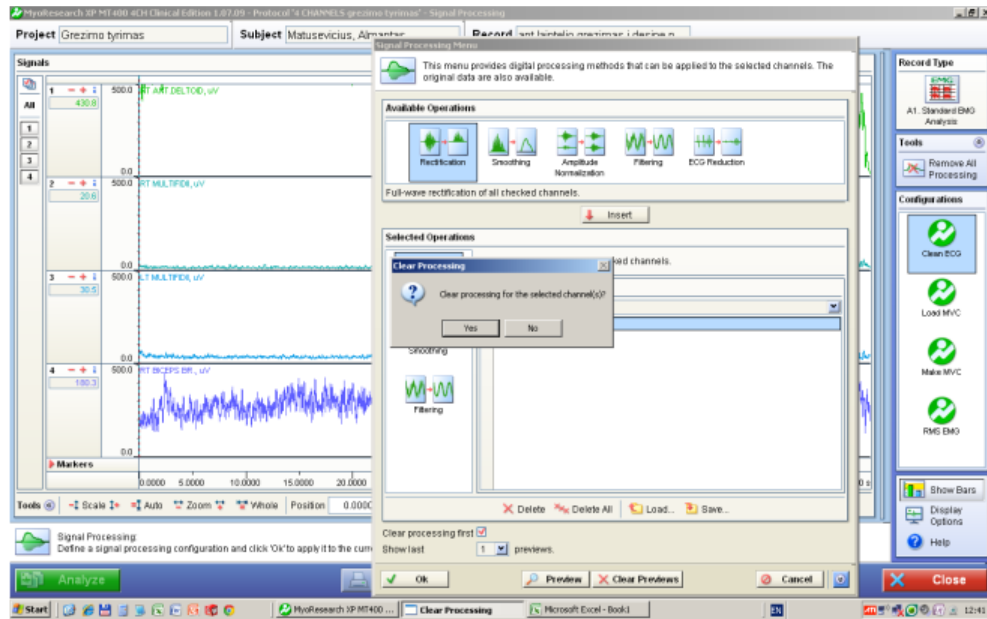
2.3 Elektromiografija

Raumenų elektriniam aktyvumui tirti naudojamas elektromiografijos prietaisas Myo Trace 400 (žr. 10 pav.). Myo Trace sistemą prijungus prie kompiuterio operuojama keturiais kanalais, tai reiškia, kad galima tirti ne daugiau kaip keturis raumenis. Prietaisas naudojamas su paviršiniaisiais jutikliais, kurie buvo užklijuoti tiriamiesiems ant švarios, nušveistos ir dezinfekuotos odos. Jutikliai tvirtai užklijuoti ant raumens pilvelio ir buvo įžeminama vienu jutikliu. Elektrodo vieta – elektrodas buvo dedamas ant raumens pilvelio, išilgai raumens skaidulų. Buvo dėti elektrodai ant Dauginio raumens (lot. *m. multifidus*) ir juosmens (lot. lumbar). Įžeminimui skirtas viengubas elektrodas tvirtinamas ten kur geriausiai jaučiamas kaulinis audinys.



10 pav. Elektromiografas Myotrace 400 ir paviršiniai elektrodai

Elektromiografijos sistema susieta su programa MyoResearch XP MT400 4ch Clinical Edition 1.07.09, kuri buvo naudojama duomenims apdoroti (žr. 11 pav.).



11 pav. Elektromiografijos programos langas

EMG rezultatai paimti iš MR-XP 1.07 MT404 clinical Application Protocols programos, nufiltruoti panaudojant filtrą FIR, kurio tipas bandpass (mažiausias dažnis 10Hz, didžiausias dažnis 400Hz). Duomenys buvo apdoroti remiantis elektromiografijos standartais - Standards for Reporting EMG Data. Tiriamųjų darbuotojų raumenų aktyvumas matuojamas mV. Darbe pateikiamos vidutinės vertės [13].

Būnant ramioje pozicijoje vidutinis tiriamųjų raumenų aktyvumas pateikiamas 3 lentelėje:

3 lentelė. Vidutinis tiriamųjų raumenų aktyvumas ramioje pozicijoje [13]

	RT LUMBAR ES, uV	LT LUMBAR ES, uV	RT MULTIFIDII, uV	LT MULTIFIDII, uV
Mean, uV	6.923	3.886	6.432	7.339

2.4 Matematinė statistika

Skaičiavimai atlikti naudojant „Microsoft Office Excel“.

Po paveikslėliais nurodomos lygintos užduoties vidurkių skirtumų reikšmingumas (p). Skirtumas laikomas reikšmingu, kai $p < 0.05$, remiantis dviem veiksniais, wilcoxon tipu.

Duomenys apdoroti ne tik įrangos pagalba, tačiau naudotos ir matematinės formuolės.

Buvo apskaičiuoti duomenų vidurkiai bei standartinė nuokrypa, kuri parodo kaip gautieji duomenys yra išsidėstę apie vidurkį.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

\bar{x} - dydžių vidurkis

N – skaičiuojamų reikšmių skaičius

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{N} \quad (3)$$

3. TYRIMŲ REZULTATAI IR ANALIZĖ

3.1 Klausimynas ir rezultatai

Anketinės apklausos tyrimo tikslas buvo apklausti dirbančius elektrikus, kurie atlieka šaltkalvio remontininko darbus. Stengiamasi išsiaiškinti, kaip įvairūs veiksniai, tokie kaip amžius, darbo specifiška, darbo sunkumas, galėtų įtakoti elektros darbuotojų fizinę krūvį.

Planuojant duomenų rinkimą, reikia nustatyti reikalingą minimalų tiriamųjų skaičių, kad būtų galima padaryti statistiškai reikšmingas išvadas.

Norėdami sužinoti, kiek reikia apklausti respondentų, kad iš jų nuomonės būtų galima spręsti apie visą populiaciją, taikome formulę (1):

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + 1/N} \quad (1)$$

kur n - imties dydis

Δ – paklaidos dydis (0,1)

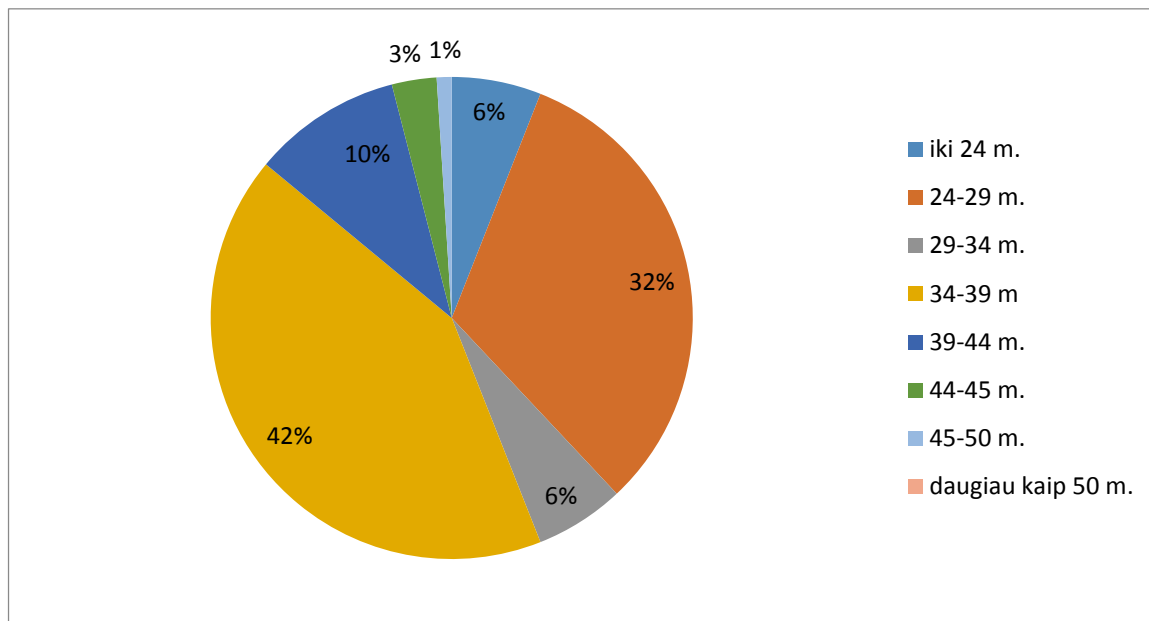
N – generalinės visumos dydis.

Kadangi nėra pateikta oficialiosios statistikos portale, generalinės visumos vien autošaltkalvių remontininkų, todėl generalinės visumos dydis buvo paimtas įrankininkų ir giminingų profesijų darbuotojų. 2010 m. spalio mėnesį sąlyginis darbuotojų skaičius buvo 144.032 tūkst. (žr. Statistikos departamento duomenys, prieiga per internetą www.stst.gov.lt/soc.statistika/darbosanaudos/10181/darbo_apmokejimo_strukturos_rodikliai. [Žiūrėta 2015-05-24]).

$$n = \frac{1}{0.1^2 + 1/144032} = 100 \text{ respondentų, su paklaida } p = 0,1$$

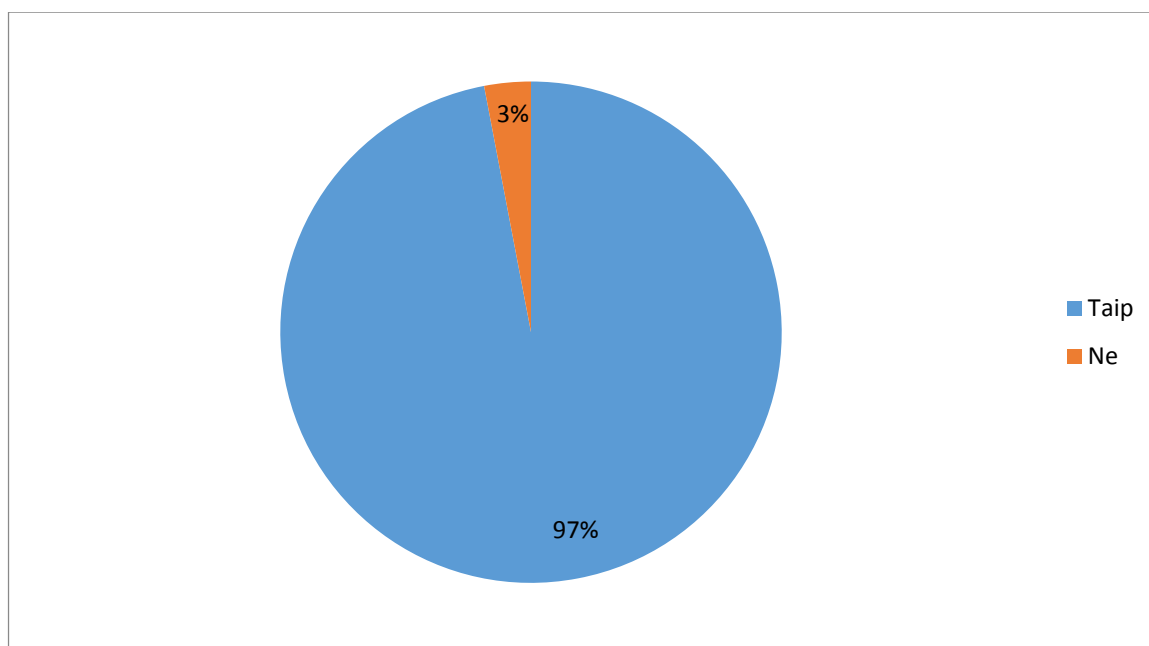
Atlikti paskaičiavimai parodė, kad norint gauti tyrimo patikimumą 90 proc. tikslumu, esant paklaidai 0,1, reikia apklausti ne mažiau kaip 100 elektrikų, kad jų atsakymai atspindėtų visos populiacijos duomenis.

Atlikus apklausą pagal mano sudarytą anketą (žr. 1 priedą), buvo gauti atitinkami rezultatai. Pirmiausia buvo nustatytas dirbančių pasiskirstymas procentais pagal amžių. Didžioji dalis apklaustųjų, t.y. 42 % buvo nuo 34 iki 39 metų amžiaus, o vyrai nuo 24 iki 29 sudarė 32 %. (žr. 12 pav.).



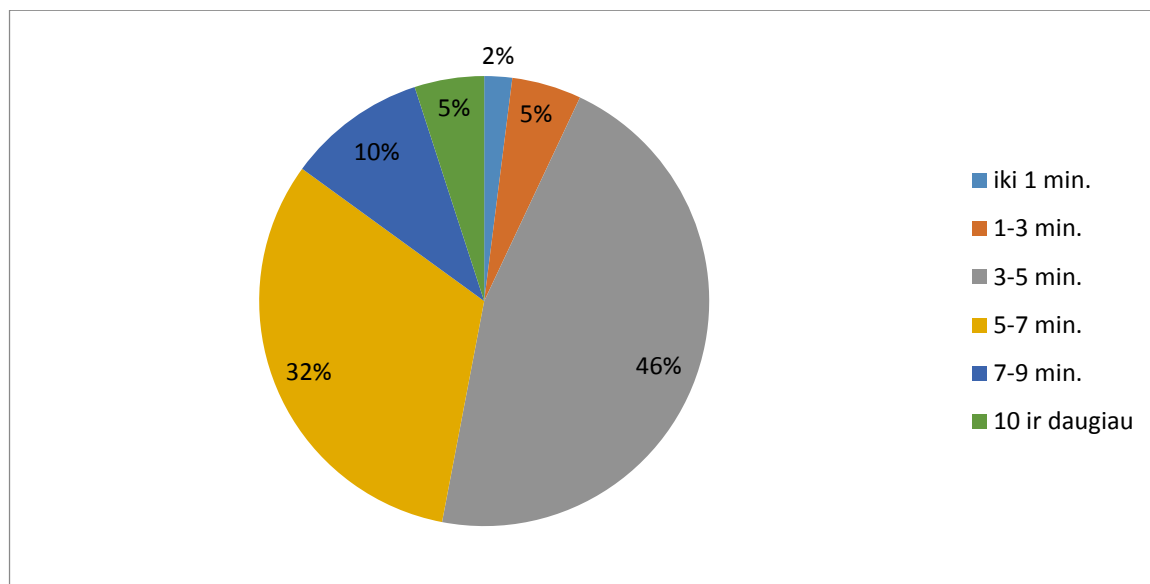
12 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal amžių

Poilsio pertraukėles darbo metu daro 97 % apklaustųjų ir tik 3 % jų nedaro (žr. 13 pav.).



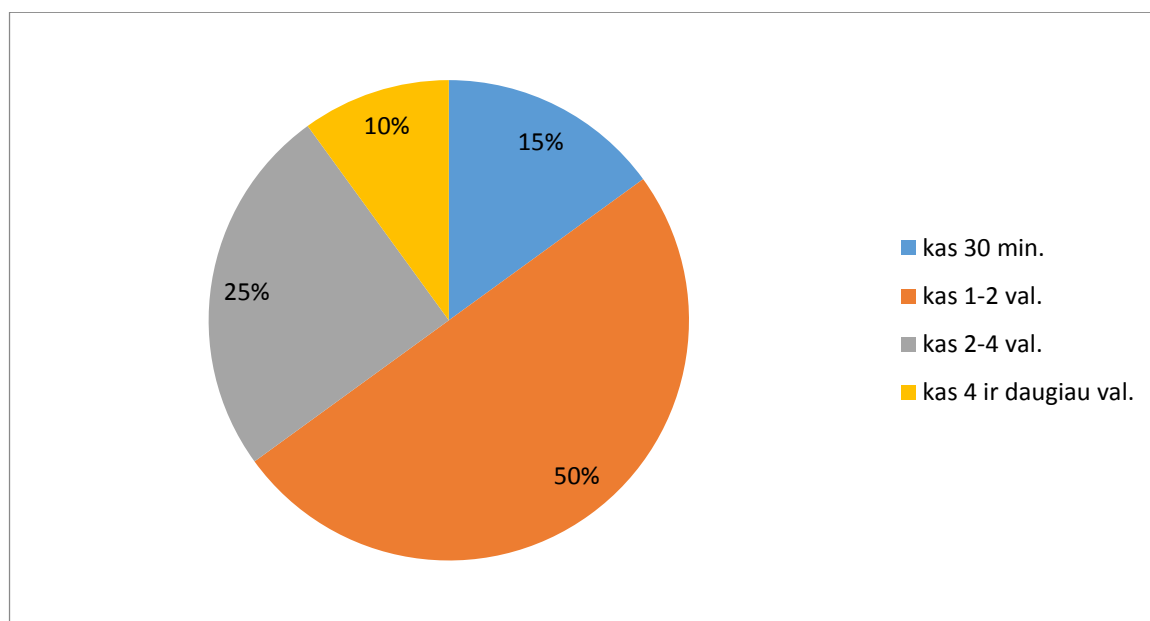
13 pav. Poilsio pertraukėlių darymas darbo metu

Toliau buvo nagrinėjama kiek laiko trunka daromos pertraukėlės. 46 % apklaustųjų daro 3-5 min. poilsio pertraukėles, 32 % 5-7 min., 2 % pertraukėlės trunka iki 1 min. (žr. 14 pav.).



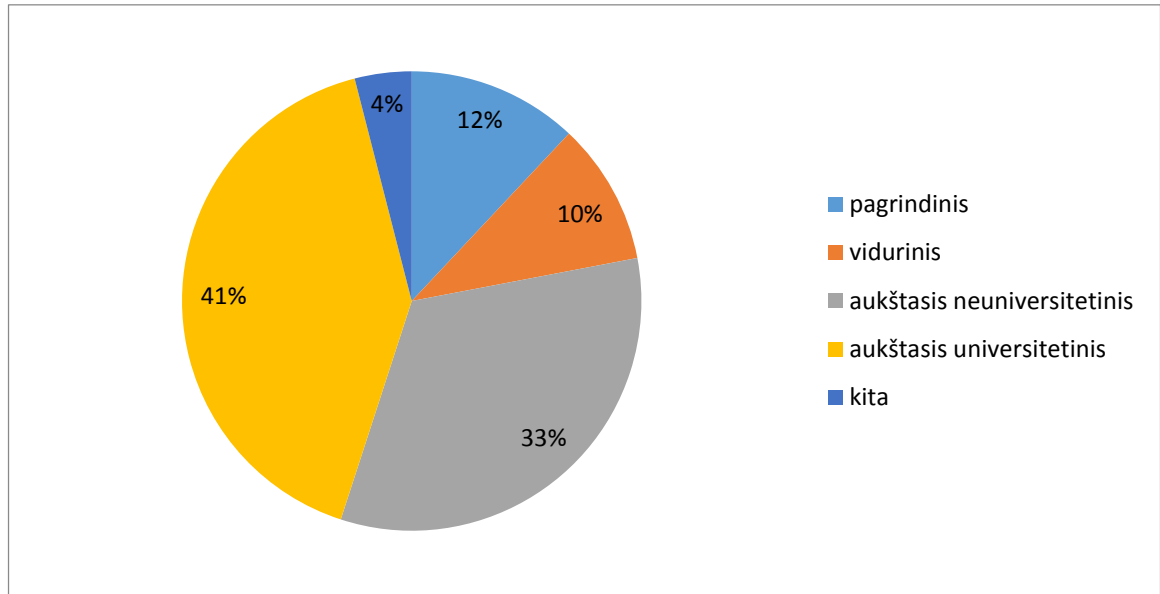
14 pav. Poilsio pertraukėlių trukmė

Į klausimą kaip dažnai darote pertraukėles net 50 % nurodė, kad ilsisi kas 1-2 val., 25 % - kas 2-4 val., 15 % - kas 30 min. ir 10 % kas 4 ir daugiau val. (žr. 15 pav.).



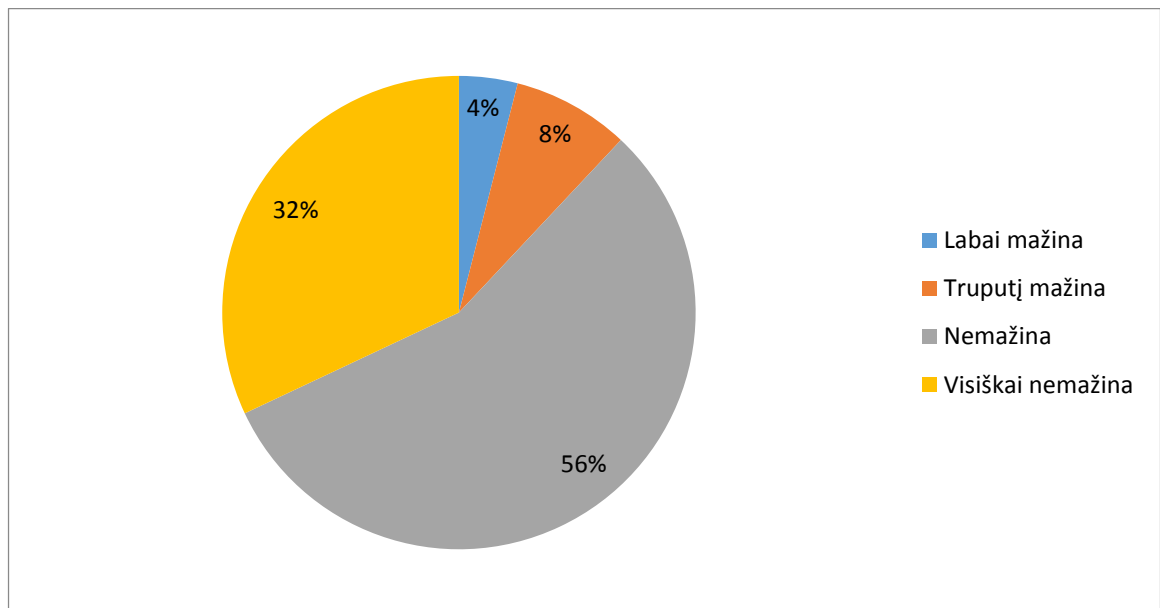
15 pav. Pertraukėlių dažnumas

Atlikus apklausą paaiškėjo, kad 74 % respondentų turi aukštąjį išsilavinimą, iš jų 41 % aukštąjį universitetinį, 33 % aukštąjį neuniversitetinį išsilavinimą (žr. 16 pav.).



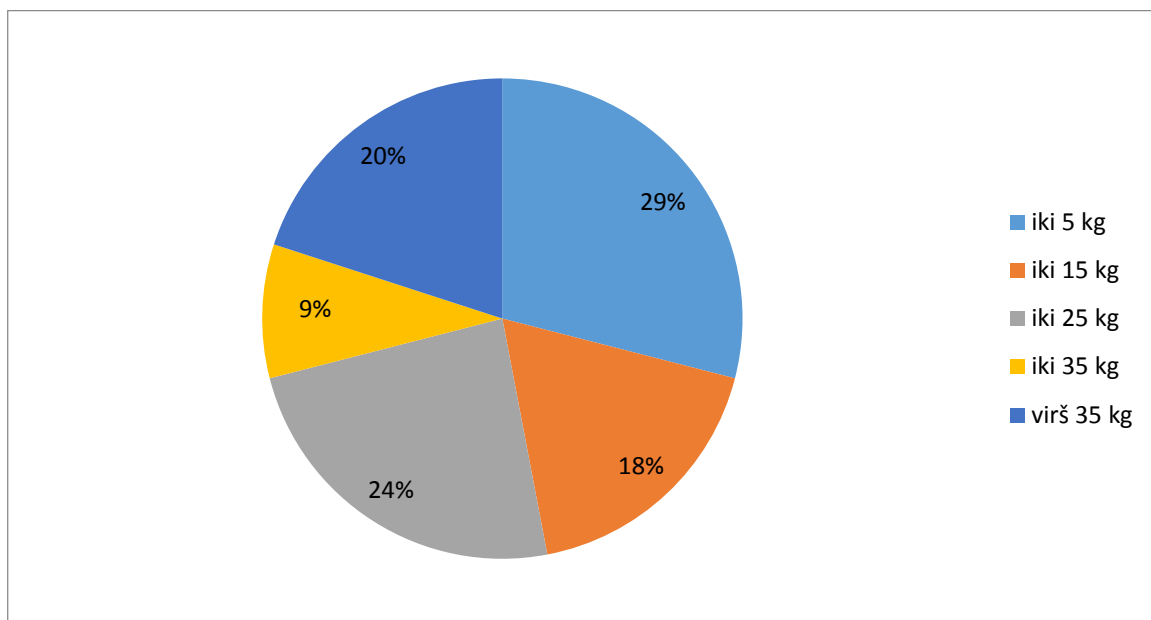
16 pav. Respondentų turimas išsilavinimas

Ar pasikartojantys darbo veiksmai mažina darbo našumą 56 % respondentų nurodė, kad nemažina, 32 % - kad visiškai nemažina, 8 %, kad truputį mažina ir 4 %, kad labai mažina (žr. 17pav.).



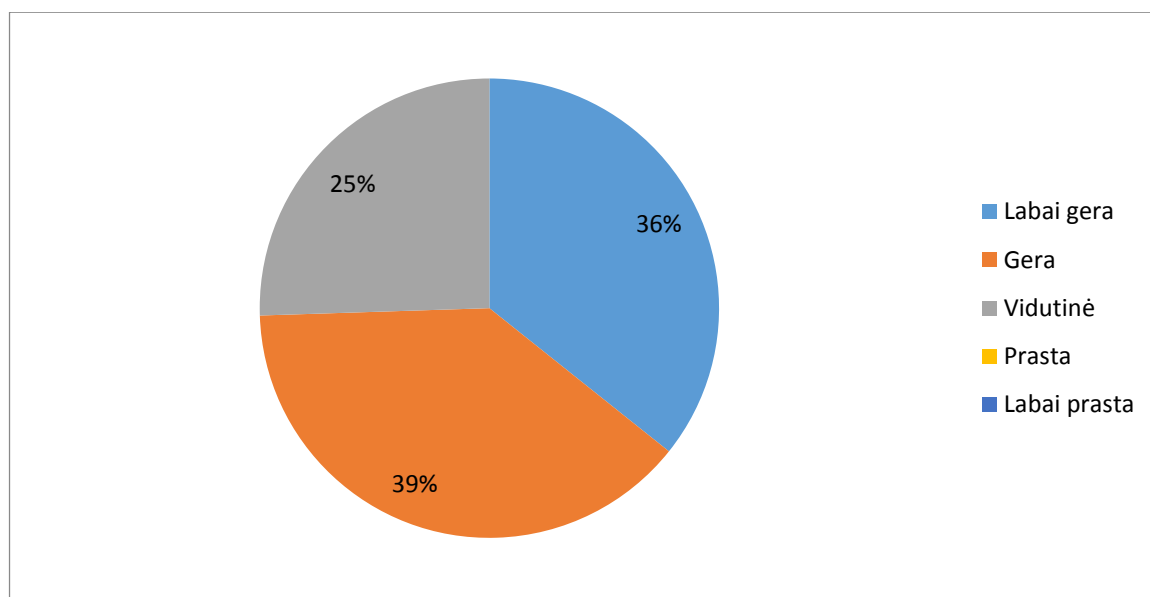
17 pav. Pasikartojančių veiksmių įtaka darbo našumui

Kadangi šaltkalviams remontininkams darbo metu tenka kelti svorius, anketoje buvo pateiktas klausimas: Kokį svorį darbo metu tenka kelti rankomis? 29 % apklaustųjų nurodė, kad iki 5 kg, 24% - iki 25 kg, 20 % virš 35 kg, 18 % - iki 15 kg ir 9 % - iki 35 kg (žr. 18 pav.).



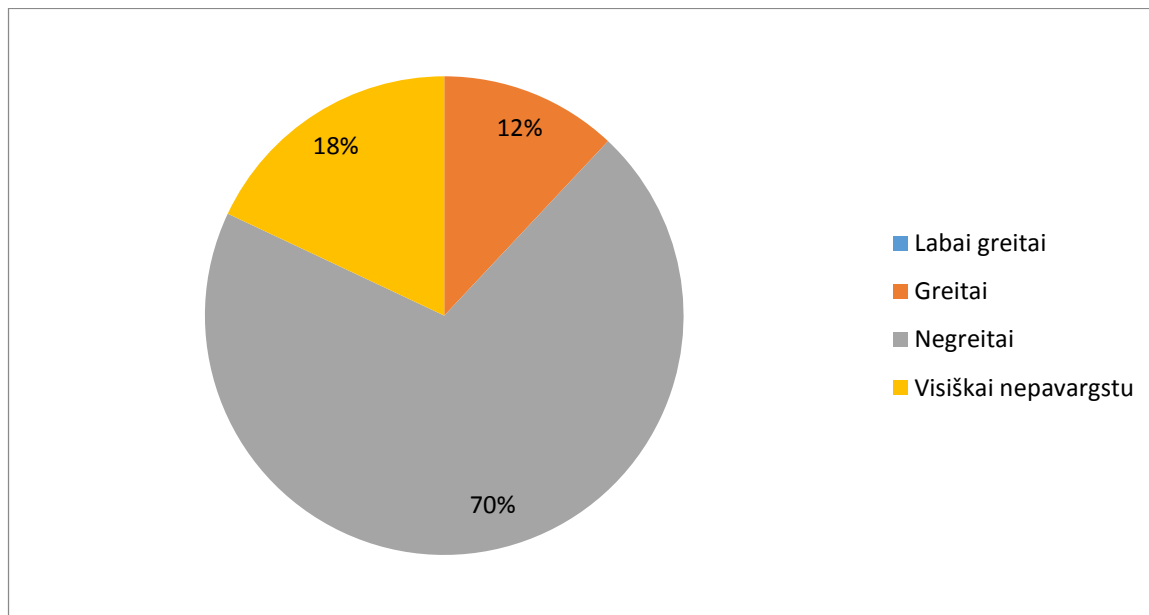
18 pav. Svoris, kurį darbo metu tenka kelti rankomis

Į klausimą apie sveikatos būklę 39 % autošaltkalvių atsakė, kad gera, 36 % - gera ir 25 %, kad vidutinė (žr. 19 pav.).



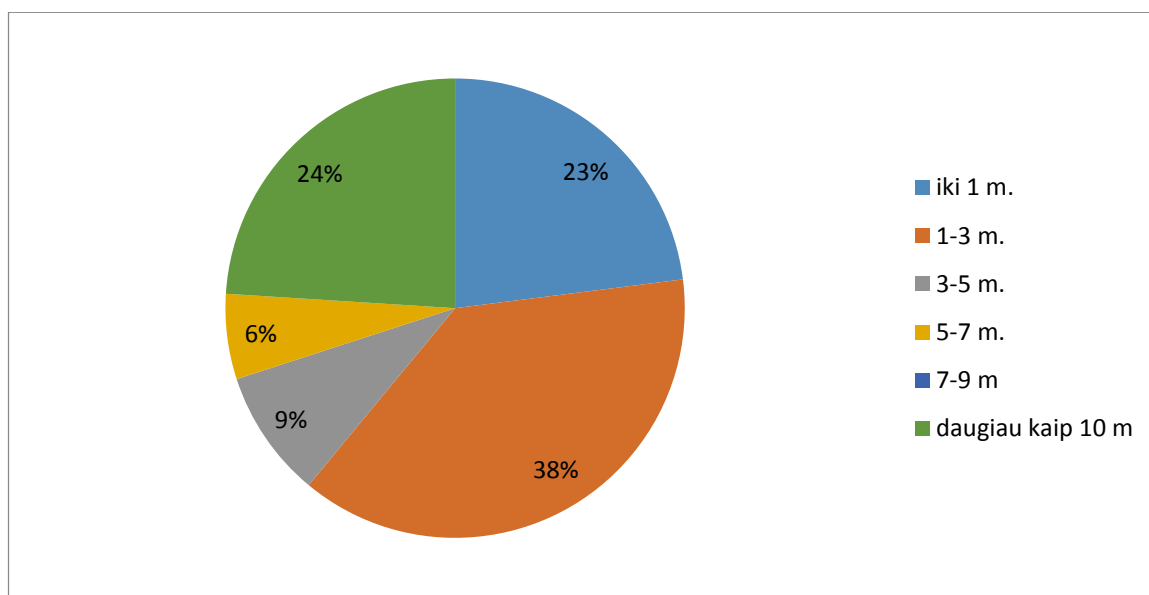
19 pav. Sveikatos būklė

70% autošaltkalvių nurodė, kas pavargsta negreitai, 18 % - visiškai nepavargsta ir 12 % - pavargsta greitai (žr. 20 pav.).



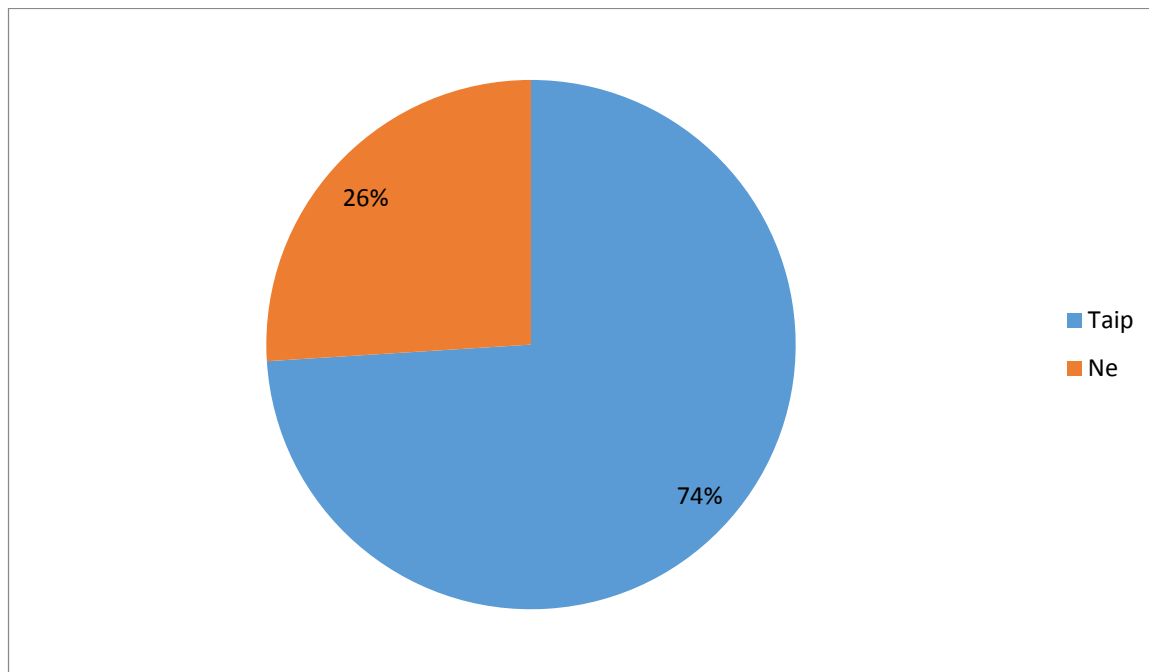
20 pav. Pavargimas darbo metu

Darbo stažas 5-7 m. sudarė 38 % , daugiau kaip 10 m. 24 % , 7-9 m. - 23%, 3-5 m. 9% ir 5-7 m. 6% (žr. 21 pav.).



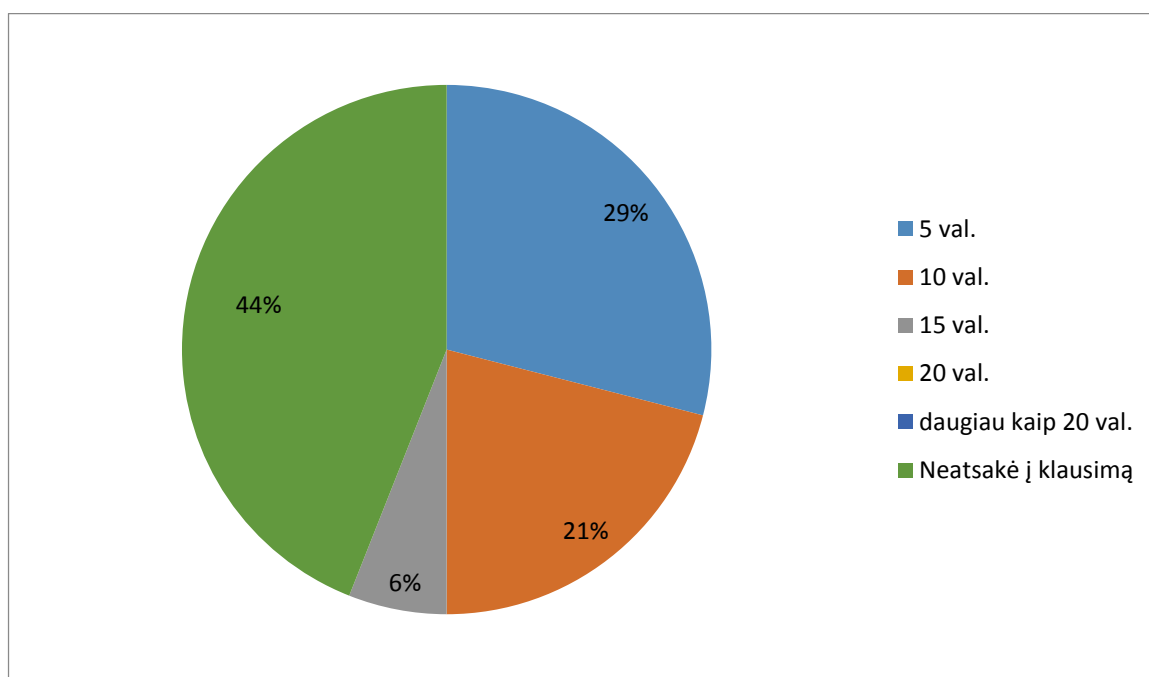
21 pav. Autošaltkalvių darbo stažas

Viršvalandžius dirba daugiau kaip pusė visų apklausoje dalyvavusių autošaltkalvių - 74%. (žr. 22 pav.).



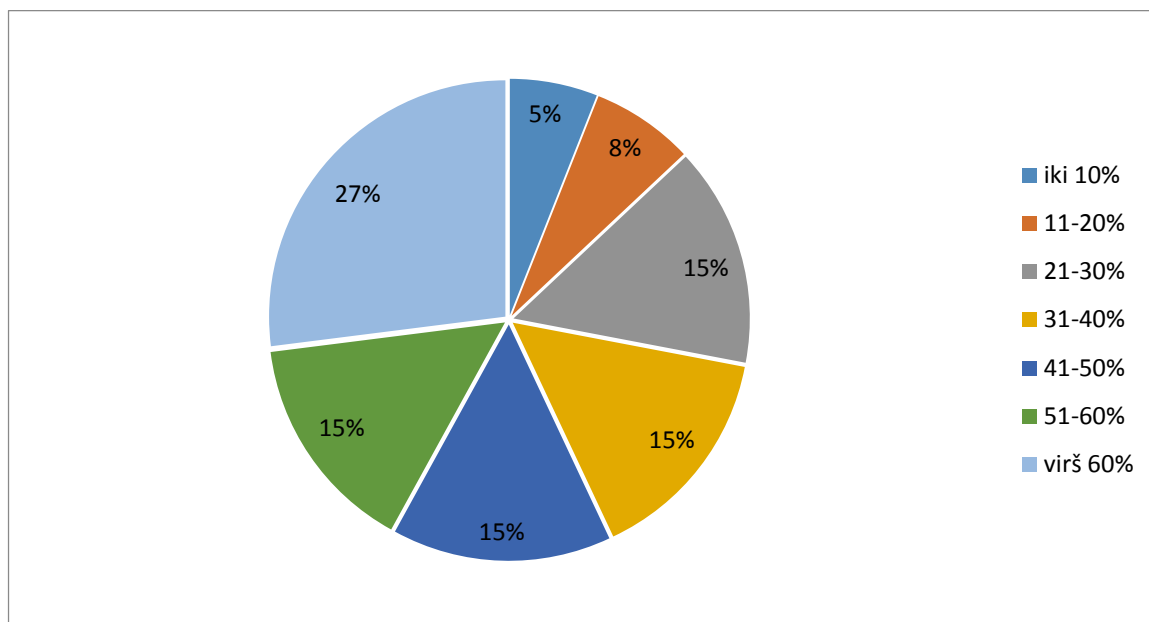
22 pav. Darbas virš darbo laiko trukmės

Į klausimą kokia vidutinė viršvalandžių trukmė, neatsakė 44% autošaltkalvių, 29%, nurodė, kad viršvalandžių trukmė per savaitę yra daugiau kaip 20 val., 21% - 10 val., 6% - 15 val. (žr. 23 pav.).



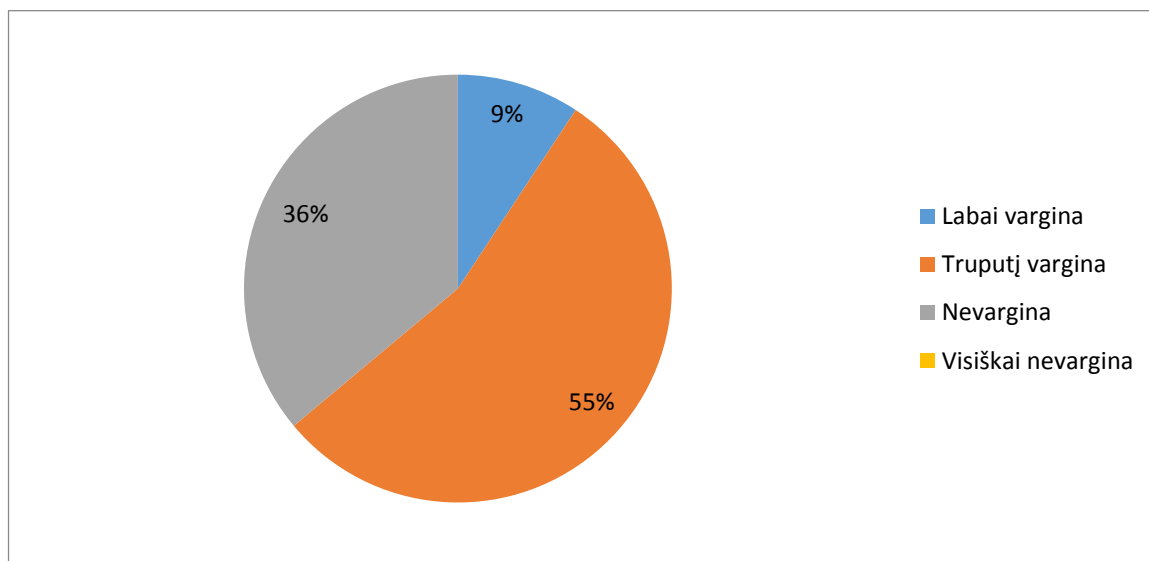
23 pav. Viršvalandžių trukmė valandomis per savaitę

Toliau buvo aiškinamasi, kiek darbo laiko autošaltkalviai praleidžia stovėdami ištisia nugarą. Virš 27% autošaltkalvių nurodė, kad stovėdami ištisia nugarą praleidžia virš 60% savo darbo laiko, nuo 15% iki 60% ištisia nugarą praleidžia 15% darbuotojų, iki 11-20% - 8% ir iki 10% - 5% darbuotojų (žr. 24 pav.).



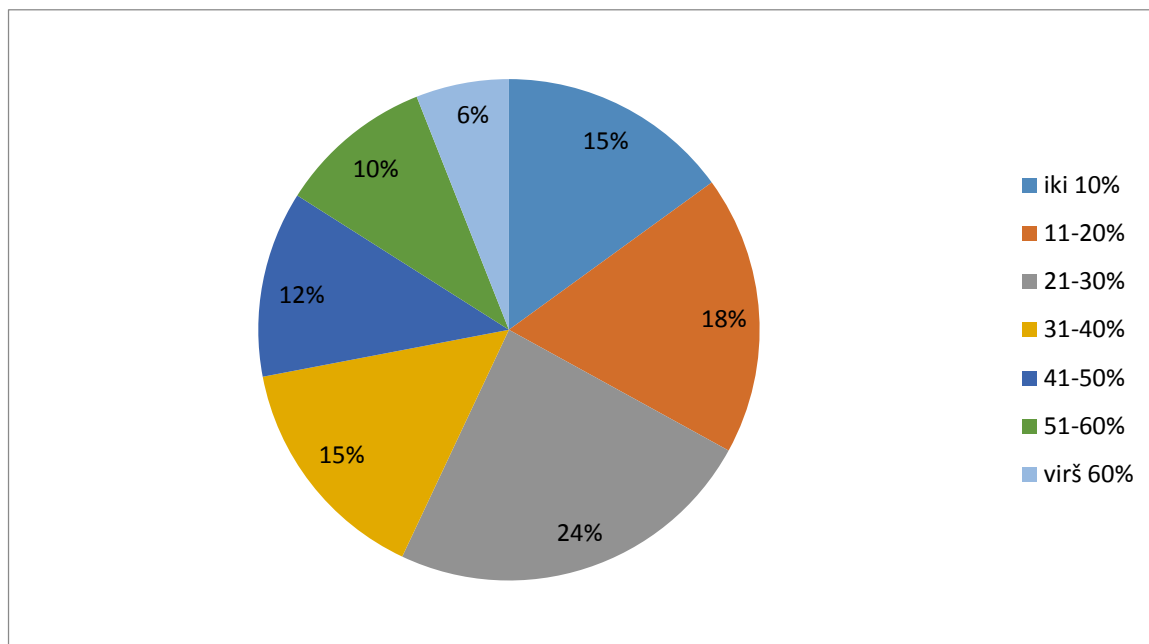
24 pav. Darbo laikas procentas stovint ištiesus nugarą

Į klausimą „Ar vargina darbas stovimoje padėtyje išsitiesus?“ 55% autošaltkalvių atsakė, kad truputį vargina, 36%, - nevargina, 9% - labai vargina (žr. 25 pav.).



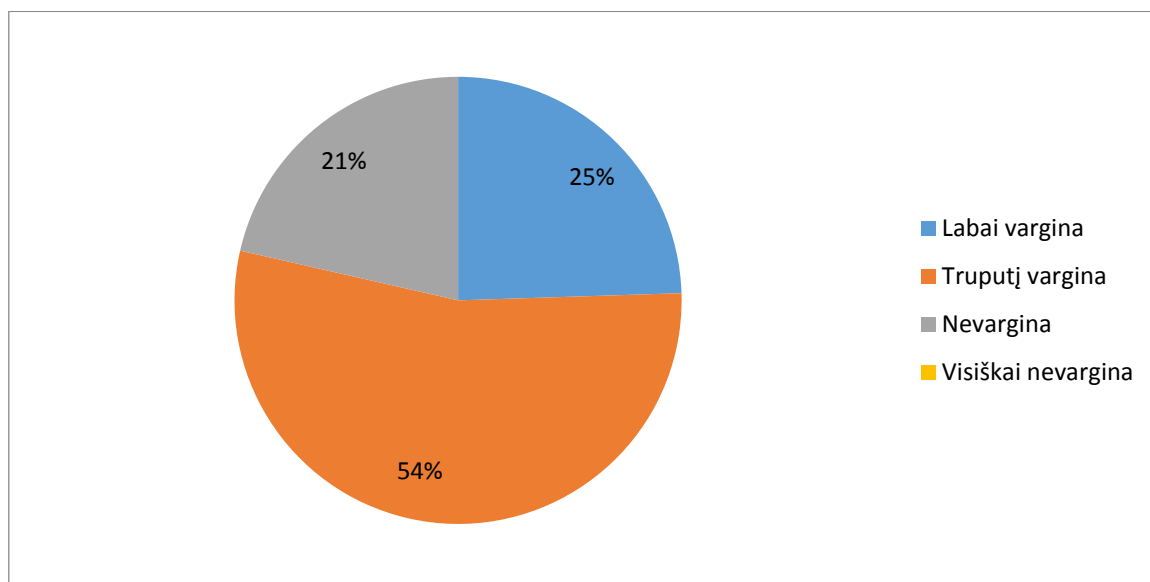
25 pav. Darbas stovimoje padėtyje išsitiesus

Toliau atlikus tyrimą paaiškėjo, kad 24% autošaltkalvių stovėdami pasilenkę praleidžia 21-30% darbo laiko, 15% nurodo, kad dirba pasilenkę iki 10%, 18% - pasilenkę praleidžia 11-20% (žr. 26 pav.).



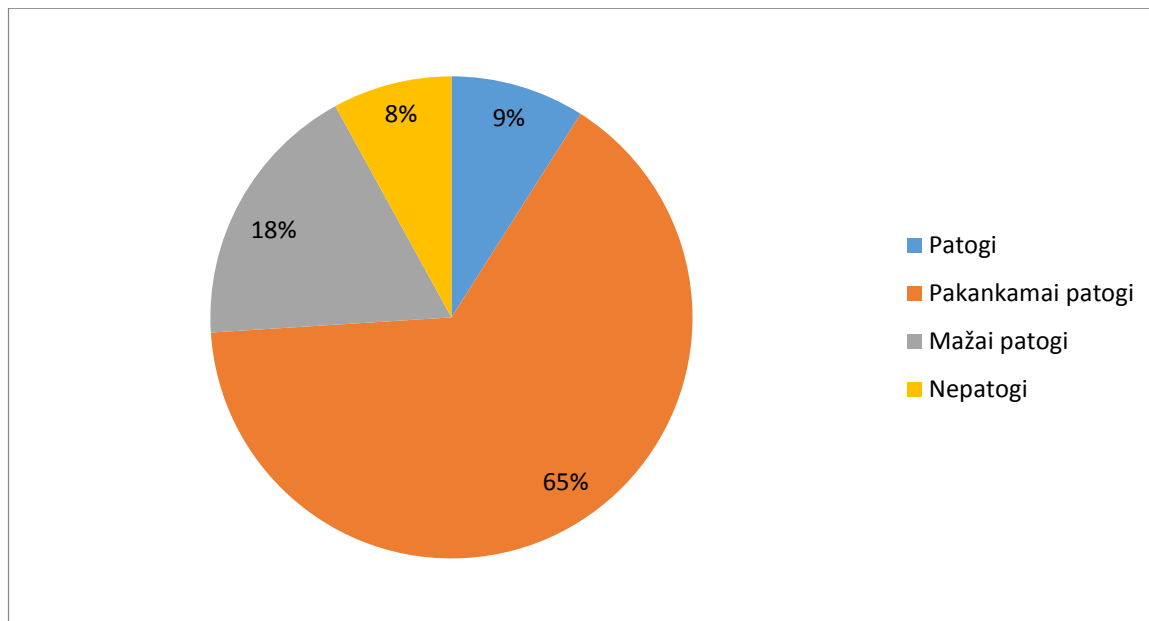
26 pav. Darbo laikas pasilenkus

Nusiskundimų dėl varginančio darbo pasilenkus turėjo 53% , kurie nurodė, kad darbas pasilenkus truputį vargina, 24% - labai vargina, 21% pasakė, kad nevargina (žr. 27 pav.).



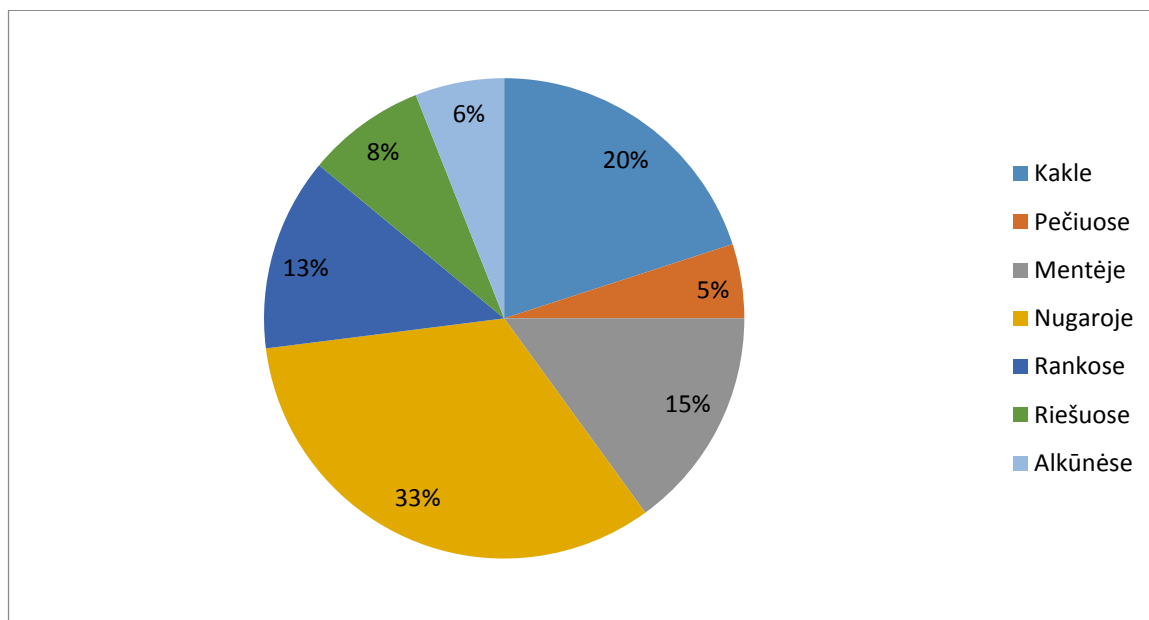
27 pav. Darbas stovimoje padėtyje pasilenkus

Apibūdindami darbo pozą darbo ploto ir erdvės požiūriu (žr. 28 pav.) 65% autošaltkalvių nurodė, kad pakankamai darbo poza yra patogi, 18% - mažai patogi, 9% - patogi ir 8%, kad nepatogi.



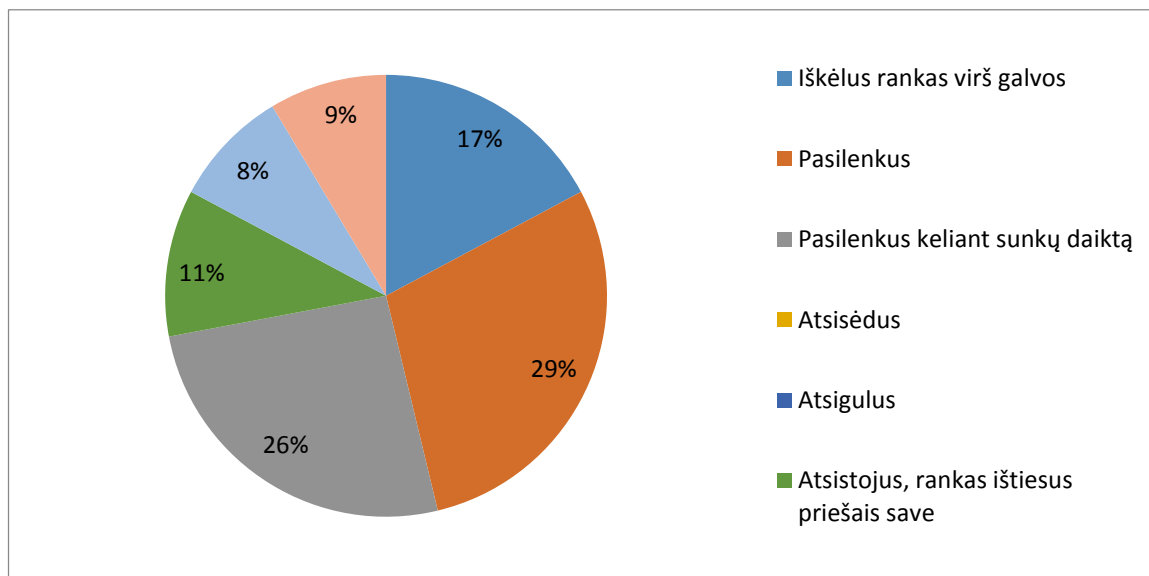
28 pav. Darbo pozos patogumas darbo ploto ir erdvės požiūriu

Į klausimą apie diskomfortą bet kurioje iš išvardintų kūno dalių (kakle, pečiuose, mentėje, nugaroje, rankose, riešuose ir alkūnėse) darbininkai atsakė sekančiai: 33% nurodė nugarą, 20% - kaklą, 15% mentę, 13% - rankas, 8% - riešus, 6% - alkūnėse (žr. 29 pav.).



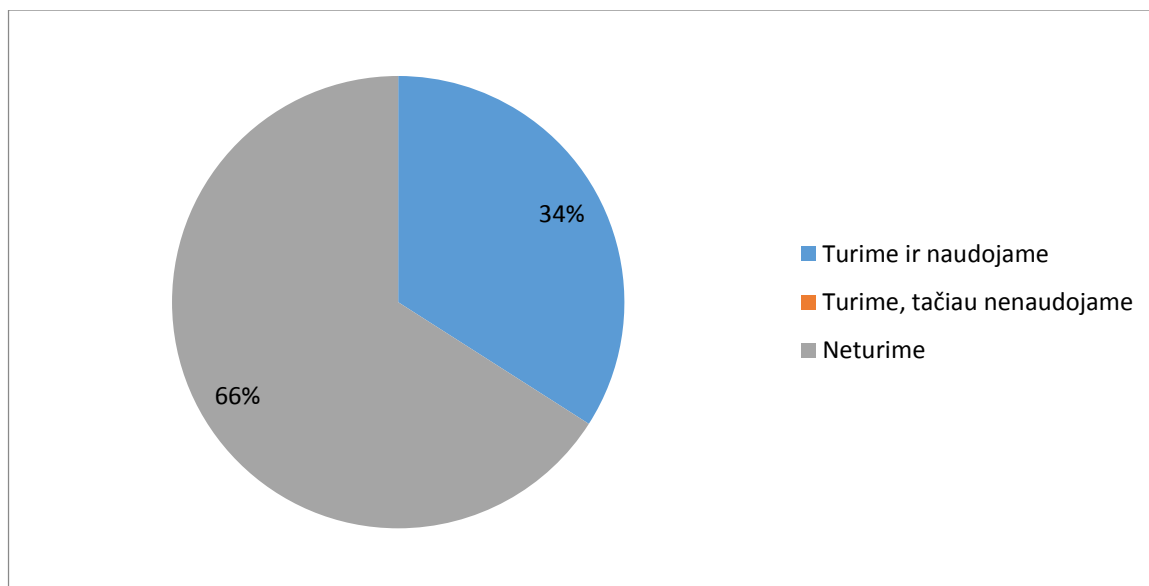
29 pav. Diskomforto jautimas kūno dalyse

Nustatyta, kad nuovargis labiausiai jaučiamas nugaros srityje pasilenkus, tą nurodė 29% autošaltkalvių, 26% nurodė nuovargį būnant pasilenkus keliant sunkų daiktą, 17% - atsigulus, 11% - atsistojus, rankas ištiesus priešais save, 9% - pasilenkus, 8% - pasilenkus į šoną (žr. 30 pav.).



30 pav. Labiausiai jaučiamas nuovargis nugaros srityje

Į klausimą apie darbo vietoje turimą ir naudojamą vežimėlį po automobiliu turi ir naudoja 34% apklaustųjų, 64% neturi (žr. 31 pav.).



31 pav. Vežimėlio po automobiliu naudojimas darbo vietoje

3.1.1 Klausimyno rezultatų apibendrinimas

Anketinė apklausa informatyvi ir patikima priemonė. Atlikta anketinė apklausa yra 90 proc. patikimumo su paklaida 0,1. Remiantis anketinės apklausos duomenimis, nustatyta, kad autošaltkalviai stovėdami ištisią nugarą praleidžia virš 60 proc. darbo laiko, darbas stovimoje padėtyje vargina. Stovėdami pasilenkę praleidžia 21-30 proc. darbo laiko, ši poza taip pat vargina. Darbo poza darbo ploto ir erdvės požiūriu yra pakankamai patogi, tai patvirtino 65 proc. darbuotojų. Nustatyta, kad diskomfortas yra jaučiamas nugaroje ir rankose, atitinkamai 33 ir 20 proc. autošaltkalvių nurodė juntamą skausmą šiose kūno dalyse. Nuovargis labiausiai jaučiamas nugaros srityje pasilenkus, tą nurodė 29% autošaltkalvių, 26% nurodė nuovargį būnant pasilenkus keliant sunkų daiktą. Į klausimą nurodyti konkrečius darbus, kuriuos atliekant jaučiamas nuovargis ar skausmas nugaros srityje autošaltkalviai nurodė juntamą skausmą nugaros srityje dirbant pasilenkus, keliant sunkų daiktą, labiausiai akcentuojami variklio remonto darbai.

Iš anketinės apklausos rezultatų galime teigti, kad žmonės jaučia skausmus, kurie susiję darbu stovint ir būnant pasilenkus. Kadangi dirbant labiausiai vargina nugaros skausmai, todėl nuspręsta atlikti darbo operacijų tolimesnius tyrimus.

3.2 Darbo pozos tyrimo rezultatai

Kadangi anketoje ir stebėjimo metu buvo gauti rezultatai, kad darbuotojai labiausiai vargina darbas stovint tiesiai ir pasilenkus, tad papildomai būtent tokios darbo pozos buvo vertinamos RULA metodu.

Atliekant ergonominį vertinimą RULA metodu buvo renkami stebint darbuotojus remontuojančius automobilius. Tiriant šiuo metodu gauti rezultatai buvo palyginti su RULA vertinimo sistemos rezultatais (žr. 10 priedą). Gauti tyrimo rezultatai pateikiami 9 priede.

Tiriamieji turėjo atlikti tris skirtingas užduotis: akumulatoriaus išėmimas, tepalo filtro išėmimas, rato atsukimas bei nuėmimas, kiekvieną dvejomis skirtingomis pozomis.

Atliekant akumulatoriaus išėmimo darbą, dirbant 1 pozoje Rula metodu surinktų balų skaičius buvo – 4, tai reiškia, jog reikalingas tolimesnis pozos tyrimas bei gali reikėti tam tikrų pakeitimų.

Dirbant 2 pozoje Rula įvertinimas – 5 balai. Nurodo, jog tolesnis tyrimas ir pasikeitimai yra reikalingi greitu metu. Taigi, kaip matome šiek tiek patogiau dirbti yra 1 pozicijoje.

Atliekant tepalo filtro pakeitimą tiek 1 ir 2 pozicijose pagal Rula gauname 7 balus, tai nurodo, kad nedelsiant reikalingas tolimesnis tyrimas bei pakeitimai. Abejos pozos yra labai neergonomiškos ir reikėtų ieškoti alternatyvų kaip jas pakeisti.

Rato nuėmimo darbui atlikti 1 pozoje gaunasi 5 balai pagal Rula, tai nurodo, jog tolesnis tyrimas ir pasikeitimai yra reikalinga greitu metu. Dirbant 2 pozicijose gauname šiek tiek mažesnę balą – 4, tai reiškia, jog reikalingas tolimesnis pozos tyrimas bei gali reikėti tam tikrų pakeitimų. Galime iš to spręsti jog šiek tiek patogiau ir efektyviau dirbti yra 2 pozicijoje.

3.3 Darbo pozos poveikio nugaros raumenų elektriniam aktyvumui tyrimas

Tyrimo metodika

Tyrimas buvo atliktas 2015-03-20 autoservise UAB, „COPTUM“, Šakiai.

Buvo ištirti 8 asmenys, dirbantys pagal automechaniko profesiją.

Tyrimo eiga

Atliekant skirtingas užduotis buvo registruojamas elektrinis nugaros raumenų aktyvumas.

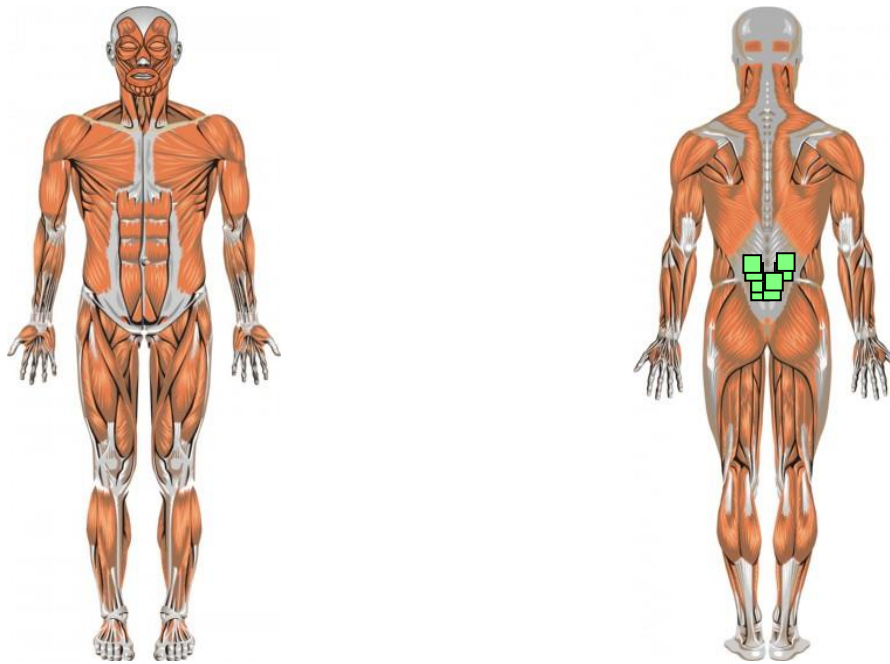
Elektriniam raumenų registravimui buvo naudojama:

4 kanalų elektrografu Myotrace 400 (žr. 11 pav.) padaryti elektrinio impulso įrašai iš 2 raumenų, panaudojant vienkartinius dvigubus Ag/AgCl standartas - Noraxon Dual Electrodes. Elektrodai yra aštuoneto formos, kiekvieno elektrodo diametras 1 cm, o tarpelektrodinis tarpas 2 cm.

Kaip jau minėjau ankstesniame skyriuje, elektrodas buvo dedamas ant raumens pilvelio, išilgai raumens skaidulų. Buvo dėti elektrodai (žr. 32 pav.) ant Dauginio raumens (lot. m. multifidus) ir juosmens (lot. lumbar). Įžeminimui skirtas viengubas elektrodas tvirtinamas ten, kur geriausiai jaučiamas kaulinis audinys.

DARBO POZOS TYRIMO METODIKA

Kiekvienas tiriamasis turėjo atlikti tris darbus trijose skirtingose pozose. Dirbant buvo fiksuojami dauginio ir juosmens raumenų elektrinio impulso parodymai. Kiekvienas darbas buvo suskirstytas į dvi fazes pagal EMG duomenis ir vaizdo medžiagą. 1 fazė (angl. k. phase 1) – tai smulkus darbas atliekamas nekintamoje padėtyje, pvz: varžto atsukimas, filtro atsukimas. 2 fazė (angl. k. phase 2) – darbuotojo pradėjimas judėti norint iškelti, nunešti, padėti tam tikrą daiktą, pvz: ratą, akumuliatorių. Gautiems EMG signalų duomenims buvo paskaičiuoti vidurkiai (angl.kmean), didžiausios reikšmės (angl. k. peak) bei standartinės nuokrypos (STDEV). Tos pačios pozos buvo vertinamos Rula metodu. Gauti duomenys buvo lyginami su EMG, taip buvo nustatytas darbo pozų ergonomiškumas.



32 pav. Elektrodo tvirtinimo vieta, atliekant tyrimą elektromiografu

Pratimų protokolai

Tiriamieji turėjo atlikti tris skirtingas užduotis: akumuliatoriaus išėmimas, tepalo filtro išėmimas, rato atsukimas bei nuėmimas, kiekvieną dvejomis skirtingomis pozomis.

Darbo pozos buvo fiksuojama foto aparato pagalba. Atliekant nurodytas užduotis, tiriamieji buvo filmuojami bei fiksuojamas jų nugaros fizinis aktyvumas. Žemiau 3 lentelėje pateikiami tiriamųjų fiziniai duomenys.

4 lentelė. Tiriamųjų fiziniai duomenys [Sudaryta autoriaus]

Tiriamasis	Amžius, m	Ūgis, cm	Svoris, kg
1	48	186	115
2	24	185	82
3	23	178	76
4	39	180	95
5	42	170	98
6	23	176	70
7	19	193	72
8	25	188	68
Vidurkis	30.375±10.875	182±7.387	84.500±16.648

3.3.1 Elektromiografijos tyrimo rezultatai

3.3.1.1 Akumulatoriaus išėmimas

Tyrimą pradėjau atlikti nuo pirmo tiriamojo, kuris atliko akumulatoriaus išėmimo darbus dvejomis pozomis.



33 pav. Akumulatoriaus išėmimas pirma ir antra pozos

Žemiau pateiktoje 5 lentelėje surašyti gauti tyrimo rezultatai.

5 lentelė. Akumulatoriaus išėmimas, 1 poza [Sudaryta autorius]

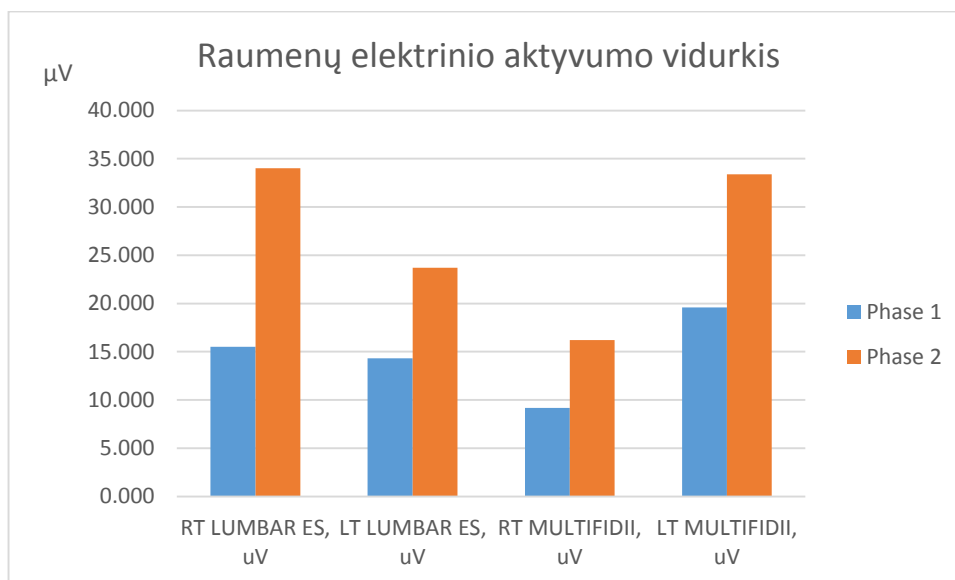
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	15.500	14.300	9.170	19.600
	Phase 2	34.000	23.700	16.200	33.400
Peak, uV	Phase 1	23.300	21.000	13.800	37.500
	Phase 2	190.000	50.300	29.100	63.300
STDEV	Phase 1	3.937	3.182	2.094	6.926
	Phase 2	30.678	7.684	5.106	10.189

Kaip matome 5 lentelėje, didžiausi raumenų impulsai buvo fiksuojami antroje (kėlimo) fazėje. Labiausiai apkrauti buvo kairės pusės juosmens raumuo $34 \mu\text{V}$ bei dešinės pusės dauginis raumuo $33.4 \mu\text{V}$. Didžiausi momentiniai impulsai taip pat buvo fiksuojami ant šių raumenų, parodymai buvo 190 ir $63.3 \mu\text{V}$. STDEV – standartinis nuokrypis.

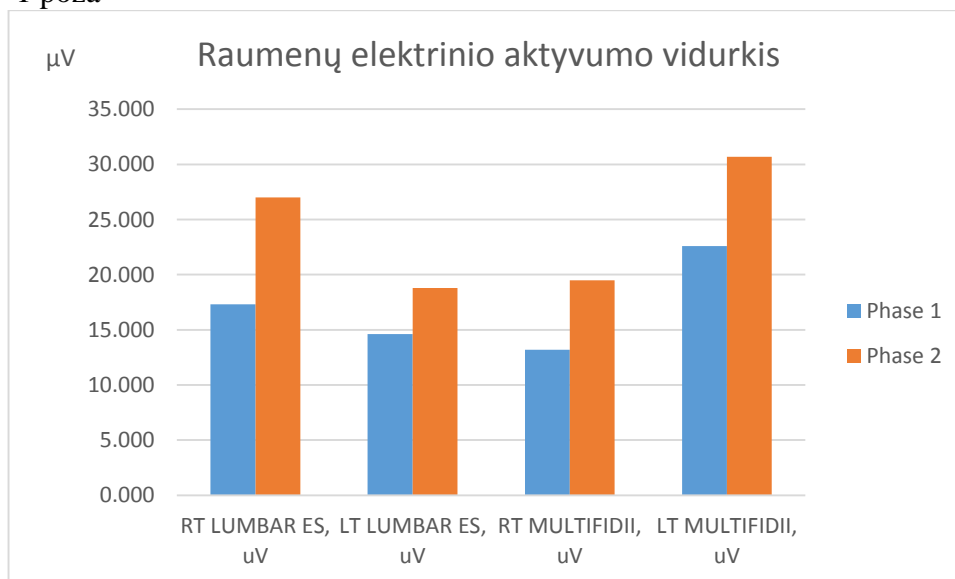
6 lentelė. Akumulatoriaus išėmimas, 2 poza [Sudaryta autorius]

		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	17.300	14.600	13.200	22.600
	Phase 2	27.000	18.800	19.500	30.700
Peak, uV	Phase 1	41.700	27.000	25.800	44.700
	Phase 2	44.800	26.400	30.200	43.500
STDEV	Phase 1	6.873	3.830	3.671	6.930
	Phase 2	9.473	3.155	4.844	5.746

Atlikus tyrimą matome, kad didžiausi raumenų impulsai buvo fiksuojami taip pat antroje (kėlimo) fazėje (žr. 6 lentelę). Labiausiai apkrauti buvo kairės pusės juosmens raumuo 27 μV bei dešinės pusės dauginis raumuo 30.7 μV . Didžiausi momentiniai impulsai taip pat buvo fiksuojami ant šių raumenų, parodymai buvo 44.8 ir 43.5 μV .



1 poza



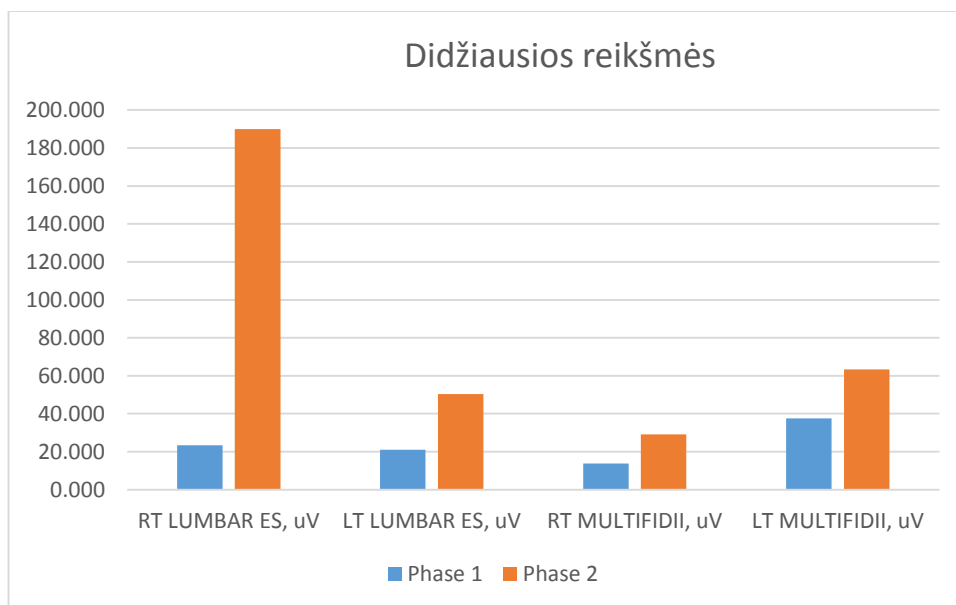
2 poza

34 pav. Raumenų elektrinio aktyvumo vidurkis 1 ir 2 pozoje

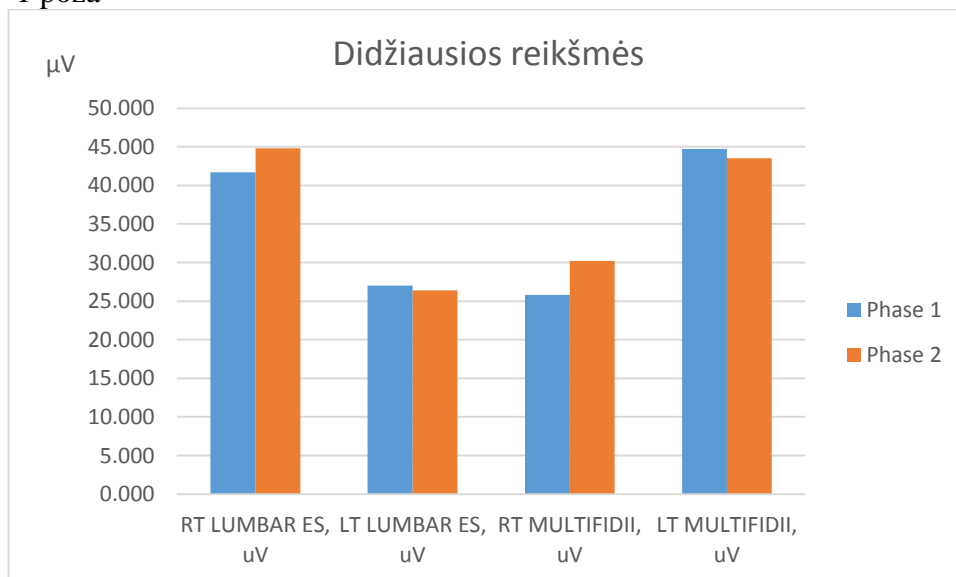
Pateiktoje diagramoje (žr. 33 pav. 1 poza) matome, jog antroje fazėje (angl.k. phase 2) elektrinis raumenų aktyvumas ženkliai didesnis, raumenys yra labiau apkrauti. Mažiausiai apkrautas

dešinės pusės dauginis raumuo (lot. m. multifid). Daugiausiai apkrautas dešinės pusės juosmens raumuo (lot. m. lumbar).

34 paveikslėlyje 2 pozoje pateiktoje diagramoje matome jog antroje fazėje (angl.k. phase 2) elektrinis raumenų aktyvumas ženkliai didesnis, raumenys yra labiau apkrauti. Mažiausiai apkrautas kairės pusės juosmens raumuo (lot. m. lumbar). Daugiausiai apkrautas kairės pusės dauginis raumuo (lot. m. multifid).



1 poza

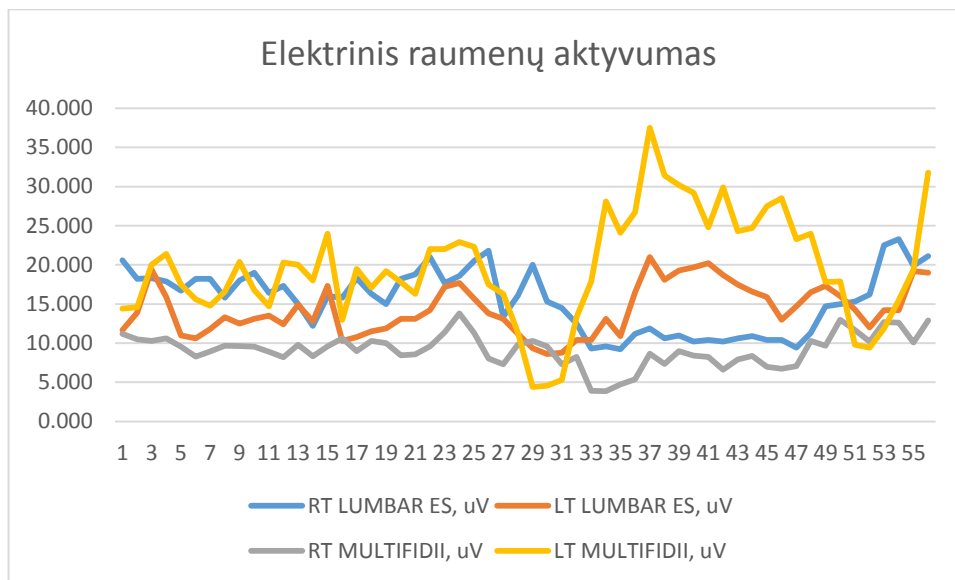


2 poza

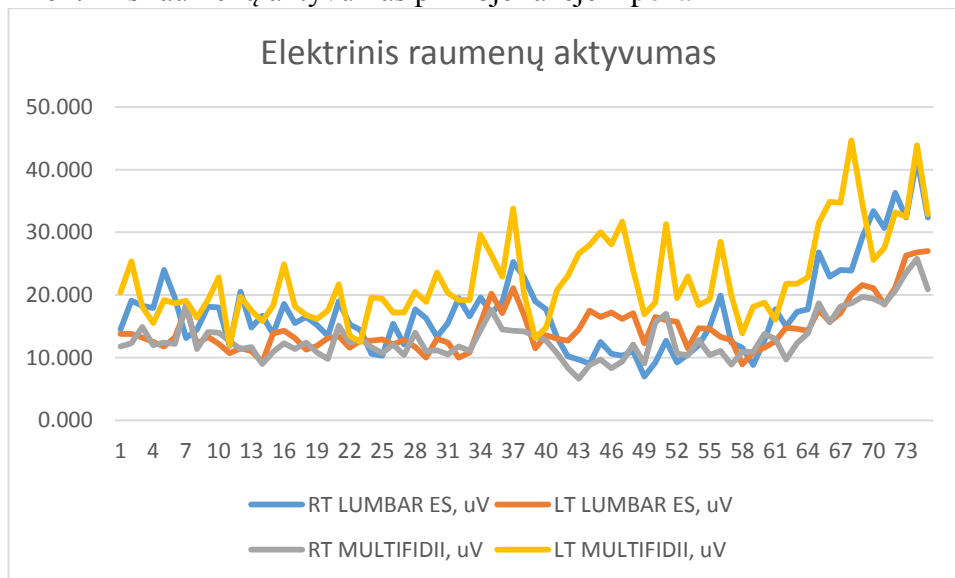
35 pav. Didžiausios reikšmės 1 ir 2 pozoje

Kaip matome iš diagramos (žr. 35 pav. 1 poza) didžiausios reikšmės visų raumenų grupių yra beveik vienodos arba skiriasi nežymiai, išskyrus dešinės pusės juosmens raumenį, skirtumas tarp pirmos ir antros fazės išaugo net nuo 23.3 μV iki 190 μV . Padidėjo net 8 kartus.

Kaip matome iš diagramos (žr. 35 pav. 2 poza) didžiausios reikšmės visų raumenų grupių yra beveik vienodos arba skiriasi nežymiai. Antros fazės didesnis impulsas nei pirmoje fazėje buvo fiksuojamas ant dešinės pusės juosmens ir dešinės pusės dauginio raumens, o ant kairės pusės juosmens ir kairės pusės dauginio mažesnis impulsas nei kad antroje fazėje.



Elektrinis raumenų aktyvumas pirmoje fazėje 1 poza

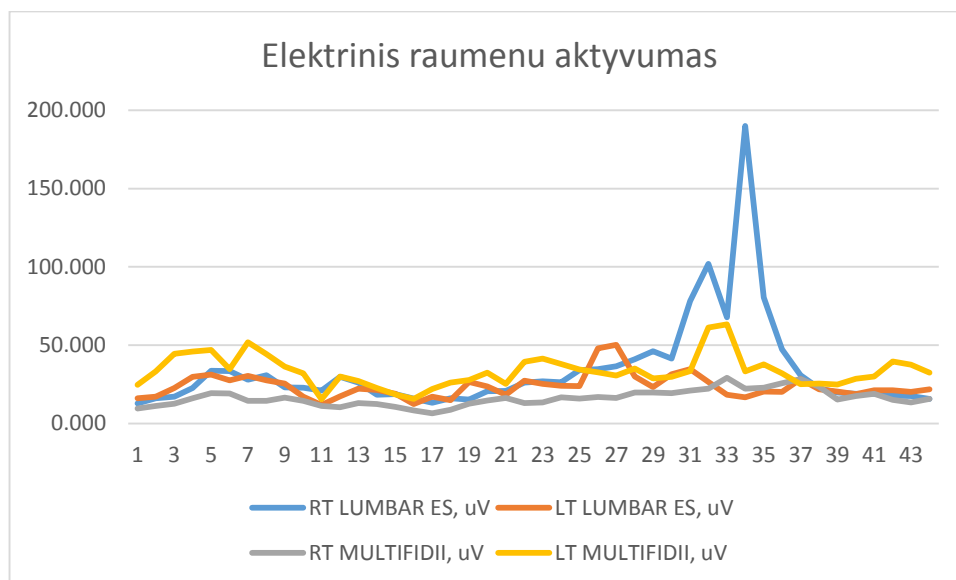


Elektrinis raumenų aktyvumas pirmoje fazėje 2 poza

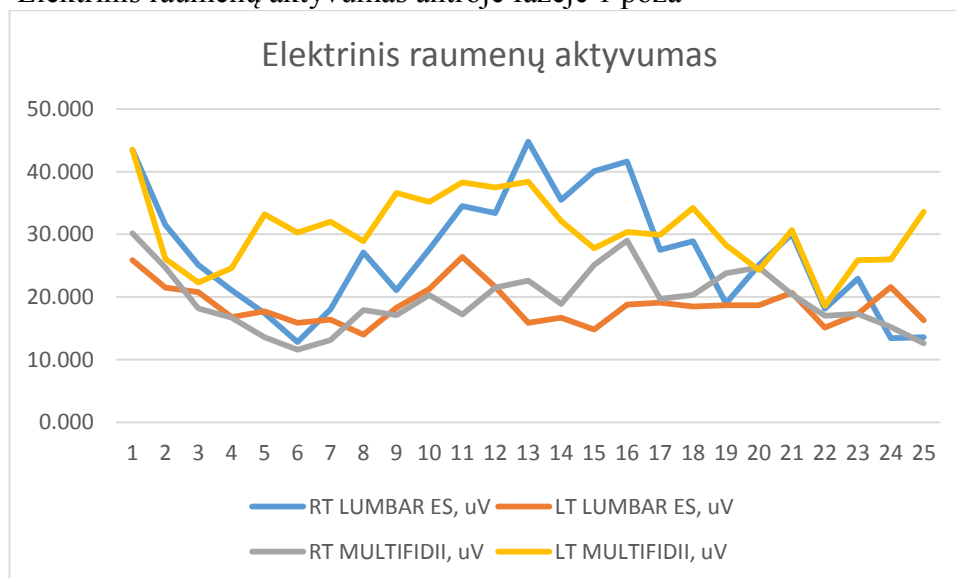
36 pav. Elektrinio raumenų aktyvumas pirmoje fazėje, pirmoje ir antroje pozoje

Iš grafiko (žr. 36 pav. 1 poza) matyti, jog pirmoje fazėje ir pirmoje pozoje didžiausias elektrinis raumens aktyvumas buvo fiksuojamas kairės pusės dauginio raumens (lot. m. multifid) jis kito nuo 4.4 μV iki 37.5 μV . Mažiausias aktyvumas buvo dešinės pusės dauginio raumens nuo 3.87 μV iki 13.8 μV .

Iš 36 pav. 2 pozoje pateikto grafiko matyti, jog pirmoje fazėje ir antroje pozoje didžiausias elektrinis raumens aktyvumas buvo fiksuojamas kairės pusės dauginio raumens (lot. m. multifid) jis kito nuo 13.1 μV iki 44.7 μV . Mažiausias aktyvumas buvo dešinės pusės dauginio raumens nuo 6.64 μV iki 17.6 μV .



Elektrinis raumenų aktyvumas antroje fazėje 1 poza



Elektrinis raumenų aktyvumas antroje fazėje 2 poza

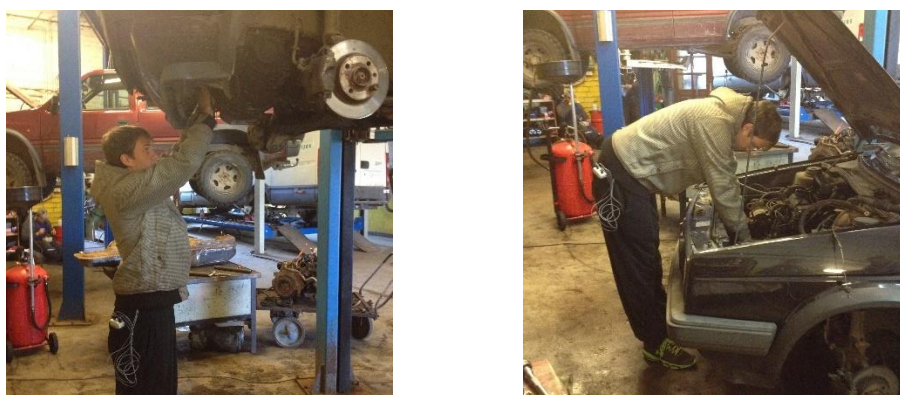
37 pav. Elektrinio raumenų aktyvumas antroje fazėje, pirmoje ir antroje pozoje

Iš grafiko (žr. 37 pav. 1 poza) matyti, jog antroje fazėje ir pirmoje pozoje didžiausias elektrinis raumens aktyvumas buvo fiksuojamas dešinės pusės juosmens raumens (lot. m. lumbar) jis kito nuo 27.4 μV iki 190.0 μV . Mažiausias aktyvumas buvo dešinės pusės dauginio raumens (lot. m. multifid) nuo 9.48 μV iki 29.1 μV .

Antroje fazėje (žr. grafiką 37 pav.) ir antroje pozoje didžiausias elektrinis raumens aktyvumas buvo fiksuojamas dešinės pusės juosmens raumens (lot. m. lumbar) jis kito nuo 15.9 μV iki 44.8 μV . Mažiausias aktyvumas buvo dešinės pusės dauginio raumens (lot. m. multifid) nuo 11.6 μV iki 30.4 μV .

3.3.1.2 Filtro išėmimas

Toliau atlikau tyrimą pirmo tiriamojo, kuris atliko filtro išėmimo darbus dvejomis pozomis (žr. 38 pav.). 7 lentelėje pateikiami tyrimo rezultatai.



38 pav. Filtro išėmimas pirma ir antra poza

7 lentelė. Filtro išėmimas, pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

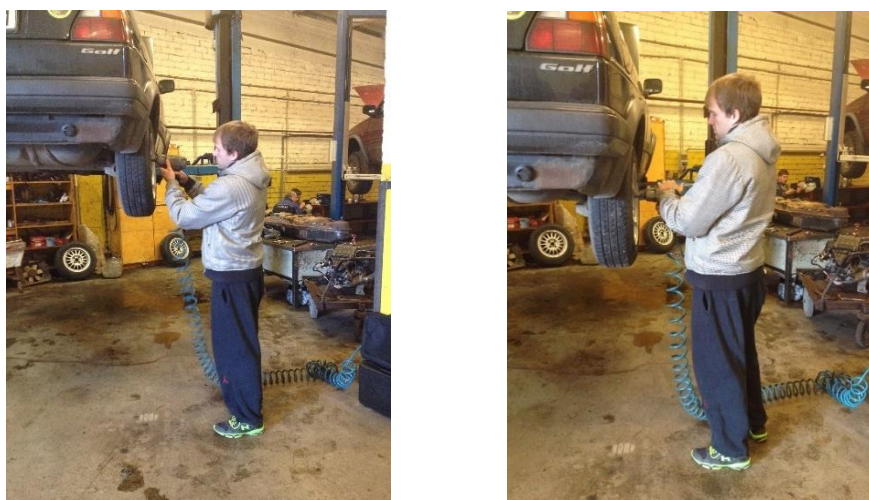
Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	9.400	10.500	6.330	18.400
	Phase 2	5.660	7.040	4.520	8.510
Peak, uV	Phase 1	25.100	19.800	13.900	38.300
	Phase 2	9.980	10.500	8.020	21.900
STDEV	Phase 1	3.800	3.330	2.220	9.310
	Phase 2	1.623	1.498	1.232	4.331
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	23.200	16.700	30.400	21.100
	Phase 2	21.900	17.900	60.900	24.100
Peak, uV	Phase 1	38.600	25.000	169.000	34.600
	Phase 2	47.800	37.000	516.000	77.100
STDEV	Phase 1	4.277	2.867	36.216	5.232
	Phase 2	9.102	5.575	92.562	12.114

Iš pateiktos 7 lentelės matome jog pirmoje pozoje didžiausias raumenų aktyvumas buvo antroje fazėje dešinės pusės dauginis raumuo siekė 8.510 μV . Didžiausia reikšmė taip pat buvo fiksuojama ant to paties raumens ir siekė 38.3 μV .

Antroje pozoje didžiausias raumens aktyvumas užfiksuotas ant kairės pusės dauginio raumens – 60.9 μV . Didžiausia reikšmė taip pat buvo šio raumens ir siekė net 516 μV .

3.3.1.3 Rato nuėmimas

Pirmo tiriamojo, atliekančio rato nuėmimo darbus dvejomis pozomis darbas užfiksuotas 39 pav. 8 lentelėje pateikiami tyrimo rezultatai.



39 pav. Rato nuėmimas pirma ir antra poza

8 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, μV	Phase 1	11.215	11.945	31.137	21.320
	Phase 2	35.930	28.529	188.715	51.998
Peak, μV	Phase 1	49.300	30.600	207.000	69.500
	Phase 2	459.000	254.000	2766.000	564.000
STDEV	Phase 1	9.246	5.532	42.118	11.030
	Phase 2	49.753	26.893	339.311	61.322
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, μV	Phase 1	11.163	13.714	43.349	21.413
	Phase 2	46.214	33.477	214.599	61.237
Peak, μV	Phase 1	82.000	49.500	441.000	95.100
	Phase 2	328.000	238.000	2218.000	495.000
STDEV	Phase 1	12.046	8.917	85.493	12.275
	Phase 2	52.195	35.684	432.791	77.848

Iš pateiktos 8 lentelės matome, jog pirmoje pozoje didžiausias raumenų aktyvumas buvo antroje fazėje kairės pusės dauginis raumuo, siekė 188.715 μV . didžiausia reikšmė taip pat buvo fiksuojama ant to paties raumens ir siekė 2766 μV . Iš rezultatų galime teigti, jog šis tiriamasis turi didelių problemų su nugara. Antroje pozoje didžiausias raumens aktyvumas užfiksuotas ant kairės pusės dauginio raumens – 214.599 μV . Didžiausia reikšmė taip pat buvo šio raumens ir siekė net 2218 μV .

Žemiau pateikiamas rezultatų apibūdinimas visų tyrime dalyvavusių tiriamųjų (Gauti tyrimo rezultatai pateikti 2–8 prieduose).

Akumulatoriaus pakeitimas

Penkiems tiriamiesiems akumulatoriaus išėmimo darbo metu 1 pozoje buvo fiksuojamas mažesnis raumenų aktyvumas, trims darbuotojams – 2 pozoje. Pagal gautus duomenis galime spręsti, jog ergonomiškesnė poza – pirma. Labiausiai apkrauti raumenys buvo kairės ir dešinės pusės juosmens raumuo. Tos pačios pozos buvo analizuojamos taip pat ir Rula metodu, gauti duomenys patvirtina, jog šiek tiek ergonomiškesnė poza būtų pirma.

Tepalo filtro išėmimas

Atliekant tepalo filtro pakeitimo darbus visiems be išimties tiriamiesiems, žymiai mažesnis raumenų aktyvumas buvo dirbant pirmoje pozicijoje. Parodymai skyrėsi nuo kelių iki net keliasdešimties kartų. Atlikus šių pozų Rula vertinimą, jos abi skaitomos kaip neergonomiškos, nes surinko net po 7 balus, tai reiškia jog nedelsiant reikalingi pakeitimai. Trims tiriamiesiems labiausiai buvo apkrauti dauginiai raumenys, dvejiems kairės pusės juosmens ir dešinės pusės dauginis raumuo, atskiriems tiriamiesiems didžiausi impulsai buvo fiksuojami ant juosmens raumens, ant dešinės pusės juosmens ir dešinės pusės dauginio raumens, bet ant kairės pusės juosmens ir kairės pusės dauginio. Atsižvelgus į gautus duomenis galime teigti, jog priimtinesnė ir sveikatai draugiškesnė poza būtų – pirma.

Rato atsukimas ir nuėmimas

Rato nuėmimo darbai pateikė labai įdomius rezultatus. Kiekvienoje pozoje buvo po tris tiriamuosius kuriems buvo fiksuojami mažesni impulsai nei kitoje pozoje, o dvejiems tiriamiesiems impulsai buvo praktiškai identiški abiejose pozose. Praktiškai visiems tiriamiesiems labiausiai buvo apkrautas dauginis raumuo. Pagal Rula vertinimo metodiką gavome, jog antroje pozoje dirbti turėtų būti šiek tiek patogiau ir ergonomiškiau, tačiau gal EMG duomenis labiau linkstama prie pirmos pozos, nes trečiam bei penktajam tiriamiesiems tik po dvi raumenų grupes buvo užregistruoti mažesni parodymai nei dirbant pirmoje pozoje. Pagal rezultatus galime teigti, jog kiekvienas darbuotojas turėtų pats nuspręsti, kurioje pozoje jam patogiau tiek fiziškai, tiek emociškai dirbti.

IŠVADOS

1. Atlikus literatūros analizę, sudaryta fizinio krūvio tyrimo metodika. Pasirinkti tyrimo metodai: anketinė apklausa, Rula metodas - greitas viršutinių kūno dalių ergonominis vertinimas, elektromiografija.
2. Atlikus anketinę apklausą nustatyta, kad autošaltkalviai ilgą laiką stovėdami ištiesią nugarą praleidžia 60 proc. darbo laiko, stovėdami pasilenkę - 21–30 proc. Po darbo dienos nugaros skausmą jaučia 33 proc. darbuotojų.
3. Atlikus darbo pozos ergonominį vertinimą Rula metodu, nustatyta, kad reikalinga atlikti tolimesnį tyrimą. Atlikus tepalo filtro pakeitimą tiek 1 ir 2 pozicijose gauta 7 balai, tai nurodo, kad abi pozos yra neergonomiškos ir reikėtų ieškoti alternatyvų kaip jas pakeisti.
4. Elektromiografijos metodu nustatyta, kad dirbant pasilenkus išimant akumuliatorių, didžiausios reikšmės visų raumenų grupių yra beveik vienodos arba skiriasi nežymiai, išskyrus dešinės pusės juosmens raumenį, skirtumas tarp pirmos ir antros fazės išaugo net nuo 23.3 μV iki 190 μV . Padidėjo net 8 kartus. Pirmam tiriamajam atliekant rato atsukimo ir nuėmimo darbus antroje pozoje. Didžiausias impulsas (214 μV) buvo fiksuojamas ant dauginio raumens dešinėje pusėje.
5. Elektromiografijos metodu nustatyta, kad darbo pozų ergonomiškumas atitinka Rula metodo vertinimą.

REKOMENDACIJOS

1. Pasirinkti taisyklingą laikyseną, tinkamai reguliuoti keltuvų aukštį, darbo įrankius laikyti optimalioje, lengvai pasiekiamoje vietoje, jie turi būti sudėti patogioje padėtyje.
2. Kadangi dirbamas stovimas darbas - dažnai keisti padėtį: atsisėsti, pasiražyti, trumpai pasivaikščioti. Grįžus į darbo vietą, keletą minučių dirbti kitoje padėtyje.
3. Kadangi žmogaus stuburas yra S raidės formos, tad stovint reikia palaikyti tokią jo formą: galvą laikyti tiesiai virš pečių, pėdas šiek tiek atitraukti vieną nuo kitos. Viena truputį priekyje, keliai šiek tiek sulenkti, pečiai turi būti tiesiai virš dubens.
4. Kadangi darbe stovima ant betoninių grindų, geriausia avėti patogius, minkštus batus. Ant tokių grindų patiesti guminių kilimėlių, sumažės nugaros apkrovimas ir pagerės ergonominės darbo sąlygos. Vieną pėdą pastatyti ant aukštesnės atramos, nugaros raumenys nebus tokie įsitempę (pėdas kaitalioji kas 20 min.).

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Agarabi Mina, Bonato Paolo, C. J. De Luca. A sEMG-based Method for Assessing the Design of Computer Mice. Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA. September 1-5, 2004.
2. Andriuškevičiūtė, L. Darbo pozų ir krovinių tvarkymo rankomis „REZETAS“ tyrimas // Mokslas Lietuvos ateitis: konferencijos pranešimų medžiaga. 2008 Vilnius, p. 585-591.
3. N. A. Ansari, Dr. M. J. Sheikh. Evaluation of work Posture by RULA and REBA: A Case Study. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issue 4 Ver. III (Jul- Aug. 2014), p 18-23. www.iosrjournals.org
4. Ašmenskas, J. ir kiti. Aplinkos medicina. Avicena, 1997 m., 9986-437.39-3
5. Mc Atamney, L.; Corle, N. *RULA - a rapid upper limb assessment tool*. [Žiūrėta 2015-02-10]. Prieiga per internetą: <http://www.rula.co.uk/brief.html>
6. Babrauskaitė, K. E.; Kaminskas, K. A. *Psichosocialinių veiksnių Lietuvos mažose statybos įmonėse tyrimas*. The 8th International Conference. 2011, p. 1-5.
7. Baublys, J; Jankauskas, P. Darbų saugos organizavimas ir ergonomikos pagrindai, mokomoji knyga – Vilnius, 2003, 126 p.
8. Baranauskienė, N.; Stasiulė, L.; Raubaitė, S.; Stasiulis, A. The residual effect of prior drop jumps on Emg parameters of thigh muscles during moderate and heavy cycling. *Ugdymaskūnokultūrasportas*. 2012, Vol 2 (85), p. 3-9. [Žiūrėta 2015-01-14] Prieiga per internetą: http://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/mokslas/zurnalas_ugdymas/ugdymas_kuno_kultura_sportas_2_85_2012.pdf
9. Barker KL, Shamley DR, Jackson D. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain – the relationship to pain and disability. *Spine* 2004;29(22):E515-519.
10. Barr A.E., Barbe M.F. (2002). Pathophysiological tissue Changes Associated With Repetitive Movement: A Review of the Evidence. *Physical Therapy*, 82, 173–187.
11. Bono CM. Low-back pain in athletes. *Journal of Bone and Joint Surgery* 2004;86-A:382-396.
12. Chaffin, D.B.; Anderson, G.B.J.; Martin. *Occupational biomechanics, 3rd edition, A Wiley-Interscience Publication*. 1999.
13. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography, Aspen, 1998. ISBN 0-8342-0751-6.

14. Daggfeldt K, Thorstensson A. The mechanics of back-extensor torque production about the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* 2003;36:815-825.
15. Darbo kodeksas. Valstybės žinios, 2002, Nr. 64-2569
16. Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas. Valstybės žinios, 2003, Nr. 70-3170.
17. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804.
18. Data S. and Ramanathan N. (1971) Ergonomics comparison of seven modes of carrying loads on the horizontal plane. *Ergonomics*, 269 – 278 p.
19. David, G. C. 2005. Ergonomic methods for assessin gexposure to risk factors forwork-related musculoskelet al disorders, *Occupational Medicine* 55(3): 190–199.
20. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray,,s anatomy for students. Philadelphia, Churchill Livingstone/Elsevier, 2010.
21. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. Žin., 2005, Nr. 95-3536.
22. Europos bendrijų komisija. Briuselis 2007 02 21 [Žiūrėta 2015-01-10]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0062:FIN:LT:HTML>
23. Europos saugos ir sveikatos darbe agentūra „Facts“. Su darbu susiję kaulų ir raumenų sistemos pažeidimai. [Žiūrėta 2015-01-15] Prieiga per internetą: <https://osha.europa.eu/lt/front-page>
24. Europos teisės aktų reikalavimai. [Žiūrėta 2015-01-22] Prieiga per internetą: https://osha.europa.eu/lt/topics/msds/legislation_html
25. Fabrizio P. (2009). Ergonomic intervention in the treatment of a patient with upper extremity and neck pain. *Physical Therapy*, 20080209v 1-0.
26. Fallentin, N. 2003. Regulatoryaction to preventwork-relatedmusculoskeletaldisorders – theuseofresearch-basedexposurelimits, *Scand J WorkEnvironHealth* 29(4): 247– 250.
27. Somnath Gangopadhyay, Tirthankar Ghosh, Tamal Das, Goutam Ghoshal, Banibrata Das. Efekt of Working Osture on Occurrence of Musculoskeletal Disorrders Among the Sand Core Making Workers of West Bbengal. *WORK Journal*, 2010; 18 (1); 38-42.
28. Grandjean E., *Fitting the task to the man* (4 th ed.), London, 1988.
29. Halime Isa, Abdul Rahman Omar. A. Revieweon Health Associated with Prolonged Standing in The Industrial Workplaces. *International Jornal Of Research And Review In Applied Science*, vol 8 , inssue, 1, July 2011.
30. Harih, G.; Dolsak, B. *Tool-handle design based on a digital human hand model*. *International Journal of Industrial Ergonomics* 43 : 288e295. 2013.

31. Heydari Abbas, Antoni V. F. Nargol, Anthony P. C. Jones, Anthony R. Humphrey, and Charles G. Greenough EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as a predictor of the risk of low-back pain 2008 June 16 – 2010 January 10
32. Hides J. Paraspinal mechanism and support of the lumbar spine. In: Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2004.
33. Higienos institutas. Profesinių ligų statistika Lietuvoje. [Žiūrėta 2015-01-18]. Prieiga per internetą: http://www.hi.lt/content/prof_lig_stat.html
34. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametru norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios. 2004, Nr. 45-1485
35. HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Valstybės žinios. 2000, Nr. 44-1278.
36. Jokantaite, S. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodų apžvalga ir jų taikymo Lietuvos statybos industrijoje ypatumai. Mokslas - Lietuvos ateitis. Vilnius, 2009, 1 tomas Nr. 5, p. 118-10.
37. Kader DF, Wardlaw D, Smith FW. Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clinical Radiology* 2000;55:145-149.
38. Kay Teschke³, Jim Morrison⁴, Judy Village², Peter Johnson⁵ and Mieke Koehoorn³ Using Observation and Self-report to Predict Mean, 90th Percentile, and Cumulative Low Back Muscle Activity in Heavy Industry Workers Catherine Trask^{1,2}.
39. Kaminskas, K. A.; Kazlauskaitė, R. 2002. Ergonomics for reduction of lowbacks stress of construction workers, Sveikatos mokslai [Health Sciences] 7: 16–20.
40. Kim BJ, Date ES, Derby R, Lee S, Seo KS, Oh KJ, Kim MJ (2005). Electromyographic technique for lumbar multifidus examination: comparison of previous techniques used to localize the multifidus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 86:1325-1329.
41. Kliučininkas A. J. Ergonomika. Technologija, 2000 m., 9986-13-759-4.
42. Krause, N.; Scherzer, T. Physical workload, work intensification, and prevalence of pain in low wage workers: results from a participatory research project with hotel room cleaners in Las Vegas, 2005.
43. Kubiliūtė, G.; Kaminskas, K. A. *Kelių statybos įmonių ergonominių ir psichosocialinių rizikos veiksnių tyrimas // Statyba*. 2011, p 1-5.
44. Lehmann G. (1958), Physiological measurement as a basis of work organization in industry. *Ergonomics*, 328 – 344 p.

45. Lehman G.J., Story S., Mabce R. (2005). Influence of static lumbar flexion on the trunk muscles response to sudden arm movements. *Chiropractic & Osteopathy*, 13, 1140–1151.
46. Lietuva Europos sąjungoje tinklalapis. [Žiūrėta 2014-12-16] Prieiga per internetą: <http://www.euro.lt>
47. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas Nr. IX–1672; 3, 14 straipsniai.
48. Lietuvos Respublikos valstybinė darbo inspekcija (2008). Ataskaita apie darbuotojų saugos ir sveikatos būklę bei darbo įstatymų vykdymą Lietuvos Respublikos įmonėse, įstaigose ir organizacijose 2007m. [Žiūrėta 2014-12-10] Prieiga per internetą: <http://www.vdi.lt>
49. Macdonald DA, Moseley GL, Hodges PW (2006). The lumbar multifidus: Does the evidence support clinical beliefs? *Manual Therapy*;11:254-263.
50. Marco J. M. Hoozemans, Jaap H. vann Dieen. Prediction of handgrip forces using surface EMG of forearm muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 15, 2002, p. 358-366.
51. Mark S. Sanders and Ernest J. McCormick Human factors in engineering and design – New York, 1993 – 790 p.
52. Marras W, Davis K, Ferguson S, Lucas B, Gupta P. Spine loading characteristics of patients with low back pain compared with asymptomatic individuals. *Spine* 2001;26:2566-2574.
53. Tatsuhiro Miura, PT, MS^{1,*} and Keishoku Sakuraba, MD, PhD² Properties of Force Output and Spectral EMG in Young Patients with Nonspecific Low Back Pain during Isometric Trunk Extension, *J Phys Ther Sci*. 2014 Mar; 26(3): 323–329.
54. Niedhammer I., Landre M.F., LeClerc A., Bourgeois F., Franchi P., Chastang J.F., Marignac G., Mereau P., Quinton D., Du Noyer C.R., Schmaus A., Vallayer C. Shoulder disorders related to work organization and other occupational factors among supermarket cashiers. 1998 Jul-Sep;4(3):168-78.
55. Nooij R, Kallenberg LAC, Hermens HJ. Evaluating the effect of electrode location on surface EMG amplitude of the m. erector spinae p. Longissimusdorsi. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:e257-e266.
56. Majid Motomedzade, Davood Afshari, Alireza Soltanian. The Impact of Ergonomically Designed Workstations on Shoulder EMG Activity during Carpet Weaving. *Health Promotion Perspectives*, 2014, 4(2), 144-150, doi: 10.5681/hpp.2014.019. <http://journals.tbzmed.ac.ir/HPP>.
57. Ptakauskienė, G. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodų taikymo UAB „Hronas“ ypatumai. 11-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas - Lietuvos ateitis“ straipsnių rinkinys. Vilnius, 2008.

58. Simoneau G.G., Marklin R.W., Berman J.E. (2003). Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typist without musculoskeletal disorders. *Physical Therapy*, 83, 816–830.
59. Snook S.H., Vaillancourt D.R., Ciriello V.M. ir kt. (1997). Maximum acceptable forces for repetitive ulnar deviation of the wrist. *HygAssoc* 58, 509–517.
60. Statistikos departamento duomenys, prieiga per internetą www.stst.gov.lt/documents/10180/332977/ukiosubjektai.pdf. [Žiūrėta 2015-05-24].
61. Peter Schaff, Lars Nordsletten, and Arne Kristian Aune. Muscle Activity Patterns of Elite Downhill Ski Racers During Landing. *Journal Of Applied Biomechanics*, 1996, 12, p. 225-236.
62. Urnikytė, K. L.; Kaminskas, K. A. *Psychosocial work environment research on the situation in Lithuanian companies*. The 8th International Conference. 2011. p.387-392.
63. Vainoras, A; Daunoravičienė, A; Šiupšinskas, L; Zaveckas, V; Poderys, J; Mauricienė, V; Dulkinienė, I; Svederskienė, V; Poškaitis, V; Sendžikaitė, E. *Kineziologija*. Vitae litera, Kaunas, 2008.
64. Valstybinė darbo inspekcija. Profesinės ligos 2014m. [Žiūrėta 2015-02-10]. Prieiga per internetą: <http://www.vdi.lt/Titulinis/Search.aspx>.
65. Vieira E.R., Kumar S., Coury H.J.C.G. ir kt. (2006). Low back problems and possible improvements in nursing jobs. *Journal of Advanced Nursing*, 55(1), 79–89.
66. Vos H., (1973) Physical workload in different body postures while working near to, or below ground level. *Ergonomics*, 817 – 828 p.
67. S. Varmazyos, M. Animi, S. Kiafar. Ergonomic Evaluation of Work Conditions in Qazvin Dentists and its Association with Musculoskeletal Disorders Using REBA Method. *Jornal of Islamic Dental Associations of Iran (JIDAI)* Fall 2012/24 (3), p. 182-188.
68. White SG, McNair PJ. Abdominal and erector spinae muscle activity during gait: the use of cluster analysis to identify patterns of activity. *Clinical Biomechanics* 2002;17:177-184.

PRIEDAI

1 priedas

ANKETA

Gerb. Respondente,

esu Aurimas Švelnys, Kauno technologijos universiteto, Elektros ir elektronikos fakulteto, Ergonomikos studijų magistrantas. Atlieku anoniminę apklausą, kuri reikalinga atliekant šaltkalvio - automechaniko darbo pozos tyrimą. Jūsų atsakymai į pateiktus klausimus labai padėtų tiriamajame darbe.

Trinti rezultatus

1. Jūsų amžius

1. iki 24 m.
2. 24-29 m.
3. 29-34 m.
4. 34-39 m.
5. 39-44 m.
6. 44-45 m.
7. 45-50 m.
8. daugiau kaip 50 m.

2. Ar darote poilsio pertraukėles darbo metu?

1. Taip
2. Ne

3. Jei darote, kiek laiko jos trunka?

1. iki 1 min.
2. 1-3 min.
3. 3-5 min.
4. 5-7 min.
5. 7-9 min.
6. daugiau kaip 10 min.

4. Kaip dažnai darote pertraukėles?

1. kas 30 min.

2. kas 1-2 val.
3. kas 2-4 val.
4. kas 4 ir daugiau val.

5. Jūsų išsilavinimas

1. pagrindinis
2. vidurinis
3. aukštasis neuniversitetinis
4. aukštasis universitetinis
5. kita

6. Ar pasikartojantys veiksmai mažina Jūsų darbo našumą?

1. Labai mažina
2. Truputį mažina
3. Nemažina
4. Visiškai nemažina

7. Kokį svorį darbo metu tenka kelti rankomis?

1. iki 5 kg
2. iki 15 kg
3. iki 25 kg
4. iki 35 kg
5. virš 35 kg

8. Kokia Jūsų sveikata?

1. Labai gera
2. Gera
3. Vidutinė
4. Prasta
5. Labai prasta

9. Kaip greitai Jūs pavargstate?

1. Labai greitai
2. Greitai
3. Negreitai
4. Visiškai nepavargstu

10. Jūsų darbo stažas

1. iki 1m
2. 1-3 m.

3. 3-5 m.
4. 5-7 m.
5. 7-9 m.
6. daugiau kaip 10 m.

11. Ar dirbate viršvalandžius?

1. taip
2. ne

12. Jei taip, tai kokia vidutinė viršvalandžių trukmė per savaitę?

1. 5 val.
2. 10 val.
3. 15 val.
4. 20 val.
5. daugiau kaip 20 val.

13. Kiek darbo laiko praleidžiate stovėdami, ištiesę nugarą?

1. iki 10%
2. 11-20%
3. 21-30%
4. 31-40%
5. 41-50%
6. 51-60%
7. virš 60%

14. Ar vargina darbas stovimoje padėtyje išsitiesus?

1. Labai vargina
2. Truputį vargina
3. Nevargina
4. Visiškai nevargina

15. Kiek darbo laiko praleidžiate stovėdami, pasilenkę?

1. iki 10%
2. 11-20%
3. 21-30%
4. 31-40%
5. 41-50%

6. 51-60%
7. virš 60%

16. Ar vargina darbas stovimoje padėtyje pasilenkus?

1. Labai vargina
2. Truputį vargina
3. Nevargina
4. Visiškai nevargina

17. Kaip apibūdintumėte savo darbo pozą darbo ploto ir erdvės požiūriu?

1. Patogi
2. Pakankamai patogi
3. Mažai patogi
4. Nepatogi

18. Ar esate pajutę diskomfortą bet kurioje iš šių kūno dalių (galimi keli atsakymų variantai)?

1. Kakle
2. Pečiuose
3. Mentėje
4. Nugaroje
5. Rankose
6. Riešuose
7. Alkūnėse

19. Kokioje darbo pozoje labiausiai jaučiamas nuovargis nugaros srityje? (Galimi keli variantai)

1. iškėlus rankas virš galvos
2. pasilenkus
3. pasilenkus keliant sunkų daiktą
4. atsisėdus
5. atsigulus
6. atsistojus, rankas ištiesus priešais save
7. pasilenkus į šoną
8. atsitūpus

20. Ar darbo vietoje turite ir naudojate vežimėlį po automobiliu?

1. Turime ir naudojame
2. Turime tačiau nenaudojame
3. Neturime

21. Kokius konkrečius darbus atliekant labiausiai jaučiate nuovargį ar skausmą nugaros srityje?

Ačiū, už Jūsų skirtą laiką.

ANTRO TIRIAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

1 lentelė. Akumulatoriaus išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	29.900	20.800	20.900	16.200
	Phase 2	58.400	50.700	44.400	31.100
Peak, uV	Phase 1	76.300	55.800	36.200	30.300
	Phase 2	76.300	98.600	89.400	55.100
STDEV	Phase 1	76.300	15.418	4.718	4.214
	Phase 2	76.300	20.165	15.680	9.686
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	35.700	33.900	27.400	21.100
	Phase 2	66.200	45.200	49.000	31.200
Peak, uV	Phase 1	61.900	70.900	43.700	34.100
	Phase 2	111.000	76.900	82.000	52.200
STDEV	Phase 1	13.391	12.142	5.110	5.067
	Phase 2	22.487	12.872	14.054	7.748

Tepalo filtro išėmimas

2 lentelė. Tepalo filtro išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	7.280	7.120	7.260	7.670
	Phase 2	14.300	13.900	13.800	15.400
Peak, uV	Phase 1	21.600	21.300	22.300	21.100
	Phase 2	40.400	40.900	28.100	24.900
STDEV	Phase 1	3.919	4.491	4.582	5.001
	Phase 2	9.119	8.150	6.043	4.404
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	48.200	29.000	28.000	16.400
	Phase 2	51.800	30.700	29.500	17.700
Peak, uV	Phase 1	74.700	60.900	47.400	30.100
	Phase 2	82.300	44.300	50.800	27.300
STDEV	Phase 1	15.840	13.217	9.273	6.224
	Phase 2	13.434	5.555	8.272	4.763

Rato nuėmimas

3 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	28.900	10.200	20.500	11.800
	Phase 2	56.700	32.200	47.600	26.900
Peak, uV	Phase 1	74.600	43.000	79.900	44.300
	Phase 2	80.200	43.800	82.000	41.000
STDEV	Phase 1	12.545	8.514	11.757	7.117
	Phase 2	23.528	8.181	17.148	8.457
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	19.200	33.100	20.200	21.800
	Phase 2	52.900	46.200	43.000	35.200
Peak, uV	Phase 1	47.700	73.700	131.000	48.900
	Phase 2	82.400	65.600	67.600	61.700
STDEV	Phase 1	7.080	13.596	16.078	6.587
	Phase 2	15.914	15.047	13.743	11.758

TREČIO TIRIAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

4 lentelė. Akumulatoriaus išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	19.500	14.400	10.000	7.300
	Phase 2	49.700	43.700	36.500	27.700
Peak, uV	Phase 1	44.200	53.400	23.200	23.300
	Phase 2	105.000	73.400	77.200	58.300
STDEV	Phase 1	9.726	16.125	3.930	5.266
	Phase 2	24.326	16.659	14.953	11.577
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	27.900	26.800	19.100	14.900
	Phase 2	45.800	33.800	31.900	21.400
Peak, uV	Phase 1	46.600	61.300	30.700	27.000
	Phase 2	85.200	68.200	58.600	41.600
STDEV	Phase 1	11.851	15.164	6.184	5.332
	Phase 2	18.834	15.456	12.745	8.226

5 lentelė. Tepalo išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	14.700	9.610	11.200	6.640
	Phase 2	12.100	16.200	9.540	8.800
Peak, uV	Phase 1	40.600	31.300	30.100	29.900
	Phase 2	18.100	37.500	17.000	13.000
STDEV	Phase 1	10.046	7.756	5.627	5.350
	Phase 2	4.049	7.606	2.727	2.655
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	69.200	31.500	12.700	18.900
	Phase 2	399.000	66.400	81.500	225.000
Peak, uV	Phase 1	1361.000	55.000	47.100	30.600
	Phase 2	2984.000	476.000	785.000	2631.000
STDEV	Phase 1	249.548	12.034	8.420	5.770
	Phase 2	760.158	84.117	171.428	594.593

3 priedo tęsinys

6 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	21.100	23.200	13.200	11.600
	Phase 2	46.500	39.400	42.400	24.700
Peak, uV	Phase 1	37.400	62.500	55.000	41.100
	Phase 2	123.000	79.800	133.000	52.600
STDEV	Phase 1	10.093	12.962	7.047	5.348
	Phase 2	28.293	22.964	28.589	13.818
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	18.400	18.200	10.100	8.620
	Phase 2	50.500	43.900	29.700	23.100
Peak, uV	Phase 1	36.800	55.700	21.500	19.200
	Phase 2	88.700	92.000	47.000	43.200
STDEV	Phase 1	7.037	10.573	3.127	3.174
	Phase 2	17.593	18.944	9.961	9.276

KETVIRTO TIRIAMAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

7 lentelė. Akumulatoriaus išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	18.600	8.760	19.800	12.700
	Phase 2	33.600	23.000	34.300	25.200
Peak, uV	Phase 1	30.500	27.400	30.700	22.200
	Phase 2	49.500	51.000	42.800	36.400
STDEV	Phase 1	4.596	7.180	3.183	4.327
	Phase 2	8.782	12.434	5.590	5.840
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	20.200	35.800	23.200	26.300
	Phase 2	32.800	34.100	37.300	29.400
Peak, uV	Phase 1	50.900	70.300	43.600	50.000
	Phase 2	51.300	67.600	108.000	39.600
STDEV	Phase 1	12.530	15.313	9.295	7.816
	Phase 2	11.300	13.717	16.553	5.892

8 lentelė. Filtro išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	13.700	5.790	8.570	4.370
	Phase 2	13.100	3.180	6.400	4.380
Peak, uV	Phase 1	24.400	33.100	16.300	13.500
	Phase 2	76.700	7.120	14.000	17.300
STDEV	Phase 1	4.215	5.573	2.326	2.316
	Phase 2	10.333	1.019	2.564	2.585
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	23.700	16.700	20.600	20.800
	Phase 2	18.800	35.300	19.300	25.500
Peak, uV	Phase 1	55.500	52.500	35.500	41.100
	Phase 2	57.700	83.300	28.000	43.800
STDEV	Phase 1	11.100	14.639	6.665	5.947
	Phase 2	12.296	13.351	3.882	5.983

4 priedo tęsinys

9 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatas [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	19.300	13.000	11.800	8.780
	Phase 2	25.600	30.600	17.700	14.300
Peak, uV	Phase 1	53.900	46.700	116.000	25.200
	Phase 2	56.400	62.500	40.800	55.900
STDEV	Phase 1	8.750	10.184	16.827	4.024
	Phase 2	15.377	13.056	8.263	8.734
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	17.300	13.300	11.100	10.800
	Phase 2	31.800	28.400	19.600	25.500
Peak, uV	Phase 1	58.400	32.600	25.700	33.900
	Phase 2	52.600	55.300	36.000	251.000
STDEV	Phase 1	11.382	8.564	4.503	6.750
	Phase 2	9.093	10.594	5.110	42.430

PENKTO TIRIAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

10 lentelė. Akumuliatoriaus pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	24.700	25.400	21.700	14.300
	Phase 2	41.700	46.500	34.200	23.700
Peak, uV	Phase 1	46.600	74.100	21.700	14.300
	Phase 2	67.300	98.700	47.200	24.200
STDEV	Phase 1	8.322	13.245	6.397	4.835
	Phase 2	9.325	18.120	7.852	7.120
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	24.400	26.400	19.500	13.500
	Phase 2	42.800	48.100	32.500	22.900
Peak, uV	Phase 1	58.600	69.200	37.100	25.800
	Phase 2	71.600	90.200	43.200	33.100
STDEV	Phase 1	12.254	12.322	6.016	4.328
	Phase 2	13.333	17.907	7.055	6.079

11 lentelė. Filtro išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	5.990	6.550	4.760	4.110
	Phase 2	4.220	2.980	3.760	2.140
Peak, uV	Phase 1	45.000	17.300	23.300	13.400
	Phase 2	10.300	7.220	9.570	5.520
STDEV	Phase 1	7.292	3.997	3.520	2.591
	Phase 2	1.465	1.139	1.940	0.916
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	20.200	16.200	17.200	7.200
	Phase 2	27.000	13.800	18.900	7.400
Peak, uV	Phase 1	36.500	27.000	33.100	13.700
	Phase 2	53.000	24.300	28.700	10.700
STDEV	Phase 1	8.185	4.362	6.379	2.157
	Phase 2	7.022	5.519	3.462	1.066

12 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimų rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	8.860	16.300	8.750	9.810
	Phase 2	28.000	50.800	24.300	22.600
Peak, uV	Phase 1	24.800	57.800	22.700	35.000
	Phase 2	118.000	120.000	60.400	52.200
STDEV	Phase 1	4.657	15.494	5.141	8.130
	Phase 2	25.655	24.620	15.040	8.499
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	10.900	25.700	10.800	15.300
	Phase 2	42.800	42.700	28.900	20.800
Peak, uV	Phase 1	35.800	50.100	38.700	26.300
	Phase 2	114.000	73.800	42.800	24.800
STDEV	Phase 1	5.842	10.871	5.799	5.164
	Phase 2	24.155	17.087	5.862	3.000

ŠEŠTO TIRIAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

13 lentelė. Akumuliatoriaus išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	16.100	8.470	22.400	41.000
	Phase 2	38.500	44.600	43.900	87.500
Peak, uV	Phase 1	24.800	13.800	32.600	57.300
	Phase 2	91.600	130.000	91.200	142.000
STDEV	Phase 1	3.559	1.960	3.856	8.625
	Phase 2	19.839	26.820	15.821	35.292
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	20.000	10.100	12.100	24.700
	Phase 2	52.200	51.100	47.900	79.500
Peak, uV	Phase 1	75.100	20.600	31.600	46.200
	Phase 2	103.000	97.200	101.000	169.000
STDEV	Phase 1	12.538	3.927	6.578	11.063
	Phase 2	23.738	21.303	26.977	45.858

14 lentelė. Filtro išėmimo pirmos ir antros pusės tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	11.000	6.250	13.400	16.300
	Phase 2	4.650	4.240	5.480	4.180
Peak, uV	Phase 1	41.600	23.800	32.800	41.100
	Phase 2	6.130	4.540	8.180	6.200
STDEV	Phase 1	7.306	3.361	7.641	9.903
	Phase 2	0.905	0.188	1.613	1.165
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	24.700	30.300	30.600	46.200
	Phase 2	23.900	29.400	29.700	36.500
Peak, uV	Phase 1	61.900	74.100	63.100	77.000
	Phase 2	59.100	47.100	51.100	83.300
STDEV	Phase 1	10.795	17.779	11.585	14.747
	Phase 2	10.388	6.073	7.101	13.051

15 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	18.200	7.350	20.100	24.800
	Phase 2	32.300	46.500	36.200	75.100
Peak, uV	Phase 1	50.300	16.900	47.000	58.800
	Phase 2	72.000	111.000	67.100	152.000
STDEV	Phase 1	9.550	2.435	7.980	10.300
	Phase 2	14.547	27.920	11.312	32.230
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	13.100	19.100	20.300	48.800
	Phase 2	26.800	43.400	28.100	68.600
Peak, uV	Phase 1	51.900	78.400	60.600	92.300
	Phase 2	59.300	83.300	50.400	115.000
STDEV	Phase 1	7.190	13.184	8.309	16.434
	Phase 2	15.369	19.146	11.366	31.035

SEPTINTO TIRIAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

16 lentelė. Akumulatoriaus išėmimo pirmos ir antros pozos rezultatų tyrimas [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	55.400	69.700	61.100	56.800
	Phase 2	136.000	119.000	110.000	99.100
Peak, uV	Phase 1	108.000	106.000	101.000	76.300
	Phase 2	275.000	239.000	211.000	177.000
STDEV	Phase 1	18.809	18.937	15.571	9.315
	Phase 2	63.516	56.446	40.067	32.100
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	12.800	9.370	17.400	17.700
	Phase 2	131.000	126.000	108.000	81.900
Peak, uV	Phase 1	96.000	96.400	55.100	73.200
	Phase 2	445.000	340.000	280.000	243.000
STDEV	Phase 1	19.356	15.553	11.277	21.411
	Phase 2	130.764	105.391	79.506	64.280

17 lentelė. Tepalo filtro išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	10.000	7.860	3.640	10.600
	Phase 2	10.400	7.610	4.180	11.600
Peak, uV	Phase 1	26.500	25.800	9.210	37.800
	Phase 2	38.200	28.900	17.000	43.200
STDEV	Phase 1	5.501	5.669	1.747	10.010
	Phase 2	7.820	5.787	3.089	8.873
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	6.920	5.120	16.400	19.000
	Phase 2	24.600	24.300	23.800	25.900
Peak, uV	Phase 1	20.500	34.200	44.400	49.800
	Phase 2	181.000	150.000	148.000	121.000
STDEV	Phase 1	3.962	4.945	8.737	10.780
	Phase 2	44.231	41.491	33.979	27.965

18 lentelė. Rato nuėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	53.900	31.400	41.900	33.900
	Phase 2	143.000	123.000	110.000	100.000
Peak, uV	Phase 1	209.000	120.000	184.000	120.000
	Phase 2	347.000	288.000	226.000	203.000
STDEV	Phase 1	31.476	24.544	29.412	19.764
	Phase 2	94.159	80.140	54.458	55.855
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	72.900	64.900	67.200	65.200
	Phase 2	144.000	118.000	123.000	100.000
Peak, uV	Phase 1	145.000	210.000	96.500	112.000
	Phase 2	304.000	217.000	197.000	137.000
STDEV	Phase 1	15.389	27.437	11.555	11.781
	Phase 2	69.180	49.014	38.216	24.468

AŠTUNTO TIRIAMOJO DUOMENŲ REZULTATAI

19 lentelė. Akumuliatoriaus išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	34.000	50.800	50.900	34.700
	Phase 2	84.900	85.500	86.100	92.200
Peak, uV	Phase 1	133.000	121.000	125.000	135.000
	Phase 2	225.000	170.000	153.000	189.000
STDEV	Phase 1	28.006	25.758	18.345	26.375
	Phase 2	71.166	37.217	33.580	40.020
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	48.500	57.000	57.700	65.700
	Phase 2	106.000	102.000	92.200	115.000
Peak, uV	Phase 1	85.300	108.000	88.400	112.000
	Phase 2	236.000	188.000	147.000	187.000
STDEV	Phase 1	14.855	15.217	9.553	12.556
	Phase 2	59.208	38.094	25.306	33.644

20 lentelė. Filtro išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryta autoriaus]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	12.700	13.200	11.400	9.750
	Phase 2	9.150	4.120	3.760	6.850
Peak, uV	Phase 1	71.500	46.200	38.200	47.400
	Phase 2	29.000	26.000	25.100	26.900
STDEV	Phase 1	13.400	11.685	9.242	8.917
	Phase 2	6.522	5.563	4.791	5.483
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	53.700	25.700	51.400	60.000
	Phase 2	60.800	56.900	62.500	74.700
Peak, uV	Phase 1	93.200	76.000	70.900	126.000
	Phase 2	148.000	96.600	90.600	156.000
STDEV	Phase 1	12.948	14.626	8.432	22.421
	Phase 2	29.058	14.590	12.466	25.182

21 lentelė. Rato išėmimo pirmos ir antros pozos tyrimo rezultatai [Sudaryti rezultatai]

Pirma poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	34.300	37.000	37.700	39.000
	Phase 2	83.400	55.100	65.300	86.100
Peak, uV	Phase 1	84.500	96.700	77.700	77.100
	Phase 2	128.000	82.900	93.000	112.000
STDEV	Phase 1	19.744	24.835	14.222	19.352
	Phase 2	35.968	18.716	16.255	17.729
Antra poza					
		RT LUMBAR ES	LT LUMBAR ES	RT MULTIFIDII	LT MULTIFIDII
Mean, uV	Phase 1	39.500	35.200	38.300	49.000
	Phase 2	78.600	59.900	62.900	87.700
Peak, uV	Phase 1	62.700	69.600	49.600	81.700
	Phase 2	128.000	96.900	93.100	111.000
STDEV	Phase 1	16.083	12.200	6.299	20.859
	Phase 2	26.588	22.905	15.862	14.499

GAUTI REZULTATAI VERTINANT RULA METODU

22 lentelė. Ergonominio vertinimo RULA metodu gauti rezultatai

Akumulatoriaus išėmimas			
1 poza		2 poza	
UperArmScore: +2	NeckScore: +3	UperArmScore: +2	NeckScore: +3
LoverArmScore: +1	TrunkScore: +2	LoverArmScore: +2	TrunkScore: +3
WristTwistScore: +1	LegScore: +1	WristTwistScore: +1	LegScore: +1
WristScore:+2		WristScore:+2	
	Posture B Score: 3		Posture B Score: 4
PostureScore A: 3	MuscleUseScore: +1	PostureScore A: 3	MuscleUseScore: +1
MuscleUseScore +1	Force/LoadScore: +0	MuscleUseScore +1	Force/LoadScore: +0
Force/LoadScore: +0	Neck, Trunk, Leg	Force/LoadScore: +0	Neck, Trunk, Leg
Wrist& Arm Sore: 4	Score:4	Wrist& Arm Sore: 4	Score:5
	RULA Score: 4		RULA Score: 5
Tepalo filtro pakeitimas			
1 poza		2 poza	
UperArmScore: +4	NeckScore: +4	UperArmScore: +3	NeckScore: +2
LoverArmScore: +2	TrunkScore: +1	LoverArmScore: +2	TrunkScore: +4
WristTwistScore: +1	LegScore: +1	WristTwistScore: +2	LegScore: +1
WristScore:+2		WristScore:+2	
	Posture B Score: 5		Posture B Score: 5
PostureScore A: 4	MuscleUseScore: +1	PostureScore A: 4	MuscleUseScore: +1
MuscleUseScore +1	Force/LoadScore: +0	MuscleUseScore +1	Force/LoadScore: +0
Force/LoadScore: +0	Neck, Trunk, Leg	Force/LoadScore: +0	Neck, Trunk, Leg
Wrist& Arm Sore: 5	Score:6	Wrist& Arm Sore: 5	Score:6
	RULA Score: 7		RULA Score: 7
Rato atsukimas ir nuėmimas			
1 poza		2 poza	
UperArmScore: +4	NeckScore: +1	UperArmScore: +3	NeckScore: +1
LoverArmScore: +2	TrunkScore: +1	LoverArmScore: +1	TrunkScore: +1
WristTwistScore: +1	LegScore: +1	WristTwistScore: +1	LegScore: +1
WristScore:+2		WristScore:+2	
	Posture B Score: 1		Posture B Score: 1
PostureScore A: 4	MuscleUseScore: +1	PostureScore A: 3	MuscleUseScore: +1
MuscleUseScore +1	Force/LoadScore: +1	MuscleUseScore +1	Force/LoadScore: +1
Force/LoadScore: +1	Neck, Trunk, Leg	Force/LoadScore: +1	Neck, Trunk, Leg
Wrist& Arm Sore: 6	Score:3	Wrist& Arm Sore: 5	Score:3
	RULA Score: 5		RULA Score: 4

RULA VERTINIMO SISTEMA



RULA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____

Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

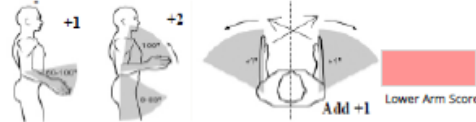
Step 1: Locate Upper Arm Position:



Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

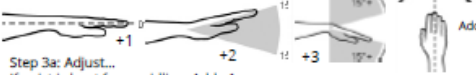
Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:



Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Wrist Twist Score

Wrist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Posture Score A

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score

If load < .4,4 lbs. (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Force / Load Score

Step 8: Find Row in Table C

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Wrist & Arm Score

Scores

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
2	1	2	3	3	3
2	2	2	3	3	3
2	3	3	3	3	4
3	1	3	4	4	4
3	2	3	4	4	4
3	3	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	6	6	6
5	3	6	6	6	7
6	1	7	7	7	7
6	2	8	8	8	8
6	3	9	9	9	9

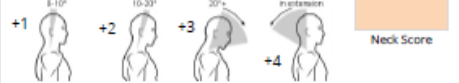
Table C		Neck, Trunk, Leg Score					
Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score	1	2	3	4	5	6
1	1	1	2	3	3	4	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	3	3	4	5	6	6
5	5	4	4	5	6	7	7
6	6	4	5	6	6	7	7
7	7	5	5	6	6	7	7
8+	8+	5	5	6	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
 1-2 = acceptable posture
 3-4 = further investigation, change may be needed
 5-6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

RULA Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

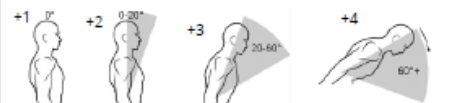
Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Trunk Score

Step 11: Legs:

If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

Leg Score

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	2	2	4	5
2	2	2	3	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5
4	5	5	5	6	6	6
5	7	7	7	7	7	7
6	8	8	8	8	8	8

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Posture B Score

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score

If load < .4,4 lbs. (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Force / Load Score

Step 15: Find Column in Table C

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Neck, Trunk, Leg Score