

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS
REABILITACIJOS, FIZINĖS IR SPORTO MEDICINOS KATEDRA

Tvirtinu:

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros
studijų programų komiteto pirmininkas
prof. dr. J. Raistenskis

Data:

Ilona Osokina

**KOJOS FUNKCINĖS BŪKLĖS ATSISTATYMO YPATUMAI PO KELIO
ŠANARIO PRIEKINIO KRYŽMINIO RAIŠČIO REKONSTRUKCINĖS
OPERACIJOS**

REABILITACIJOS MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas:

Lekt. dr. Jurga Indriūnienė

Darbo priėmimo data:

Parašas:

VILNIUS, 2017

DARBO ANOTACIJA

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Kojos funkcinės būklės atsistatymo ypatumai po kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos“ atliktas 2016 – 2017 metais VšĮ „Karoliniškių poliklinikoje“ ir Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

Darbo autorius: Ilona Osokina, Vilniaus universiteto Reabilitacijos magistro programos II kurso studentė.

Darbo vadovas: Lekt. dr. Jurga Indriūnienė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Darbas apsvarstytas VU MF Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros posėdyje 2017 m. gegužės mėn. 9d., įvertintas teigiamai ir rekomenduotas viešam gynimui.

Darbo recenzentai:

1. Prof. dr. Vidmantas Alekna
2. Asist. Mindaugas Liškauskas

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Kojos funkcinės būklės atsistatymo ypatumai po kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos“ ginamas viešame Reabilitacijos magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos posėdyje, kuris įvyks 2017 m. birželio mėn. 7 d. 9.00 val. VUL SK (Vaikų ligoninė, VšĮ VULSK filialas, Santariškių g. 7, Žalioji auditorija).

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

TURINYS

SANTRAUKA	4
SUMMARY	6
DARBE PATEIKTŲ TRUMPINIŲ SĄRAŠAS.....	8
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	9
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	10
1. ĮVADAS.....	11
2. LITERATŪROS APŽVALGA	13
2.1. Priekinio kryžminio raiščio funkcijos ir pažeidimo mechanizmas.....	13
2.2. Priekinio kryžminio raiščio rizikos veiksniai	13
2.3. Priekinio kryžminio raiščio pažeidimų gydymas.....	16
2.4. Reabilitacija po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos.....	17
2.5. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo poveikis raumenų jėgai	20
2.6. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo poveikis statinei ir dinaminei pusiausvyrai	22
2.7. Raumenų jėgos santykis su statine ir dinamine pusiausvyra	24
3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA	26
3.1. Tyrimo organizavimas ir tiriamieji	26
3.2. Tyrimo metodika.....	28
4. TYRIMO REZULTATAI	33
4.1. Šlaunų apimčių ir raumenų jėgos vertinimas.....	33
4.1.1. Šlaunų apimtys	33
4.1.2. Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų maksimalios jėgos vertinimas	33
4.2. Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ištvermės vertinimas	39
4.3. Pusiausvyros vertinimas	41
4.3.1. Statinės pusiausvyros tyrimo duomenų analizė	41
4.3.2. Dinaminės pusiausvyros tyrimo duomenų analizė.....	43
4.4. Vikrumo rezultatų analizė.....	46
5. REZULTATŲ APTARIMAS	47
6. IŠVADOS.....	51
7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	52
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	53

SANTRAUKA

Vilniaus universitetas Medicinos fakultetas
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra
Reabilitacijos magistrantūros programa

KOJOS FUNKCINĖS BŪKLĖS ATSISTATYMO YPATUMAI PO KELIO SĄNARIO PRIEKINIO KRYŽMINIO RAIŠČIO REKONSTRUKCINĖS OPERACIJOS

Darbo autorė: VU MF Reabilitacijos magistrantūros programos II kurso studentė Ilona Osokina.

Darbo vadovė: Lekt. dr. Jurga Indriūnienė, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Raktiniai žodžiai: priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinė operacija, šlaunies raumenų jėga, pusiausvyra, vikrumas.

Darbo tikslas: nustatyti ir įvertinti pacientų kojos funkcinės būklės atsistatymo ypatumus praėjus 6 - 8 mėnesiams po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti ir palyginti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų šlaunų apimtis bei blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgą.
2. Įvertinti ir palyginti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų išsvermę.
3. Nustatyti ir palyginti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų statinę ir dinaminę pusiausvyrą.
4. Išanalizuoti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų vikrumą.

Tyrimo metodai: Tyrime dalyvavo 20 tiriamųjų (13 vyrų ir 7 moterys) po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos (tiriamoji grupė) ir 20 tiriamųjų (11 vyrų ir 9 moterys), nepatyrusių apatinių galūnių traumų (kontrolinė grupė). Tiriamieji testuoti vieną kartą. Tyrimo metu buvo naudota centimetrinė juostelė šlaunų apimčių matavimui, izokinetinis dinamometras „Biodex Medical System 4 PRO“ blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų maksimaliai jėgai, išsvermei, šių rodiklių skirtumui tarp galūnių ir santykiui tarp lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos nustatymui, pusiausvyros tyrimo metodas – klaidų skaičiavimo sistema statinei pusiausvyrai įvertinti, modifikuotos žvaigždės nuokrypio testas dinaminei pusiausvyrai įvertinti ir šuolių kvadratuose testas vikrumui vertinti.

Duomenų analizė atlikta naudojant statistinės analizės “IBM SPSS Statistics for Windows 23.0” ir “Microsoft Office Excel 2013” programas.

Rezultatai: Asmenų, po PKR operacijos, šlaunies apimčių skirtumo tarp sveikos ir pažeistos kojos vidurkis buvo $0,15 \pm 0,49$ cm, o asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų - $0,05 \pm 0,22$ cm ($p > 0,05$). Lyginant abi grupes statistiškai reikšmingas skirtumas nenustatytas ($p > 0,05$). Pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų maksimali jėga buvo 20,77 Nm mažesnė, nei sveikos kojos ($p < 0,05$) ir 23,45 Nm mažesnė, nei kontrolinės grupės dominuojančios kojos ($p < 0,05$). Tiriamosios grupės pažeistos kojos blauzdos lenkiamųjų raumenų maksimali jėga buvo 10,53 Nm mažesnė, nei sveikos kojos ($p < 0,05$) ir 14,57 Nm mažesnė, nei kontrolinės grupės dominuojančios kojos ($p < 0,05$). Nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp abiejų grupių blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos ($p < 0,05$). Blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų santykis esant $60^\circ/\text{sek}$ ir $180^\circ/\text{sek}$ kampiniams greičiams abejose grupėse nesiekė normos ribos ($p < 0,05$). Asmenų, po PKR operacijos, pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų ištvermė buvo 78,80 J, o lenkiamųjų – 87,77 J mažesnė nei sveikosios ($p < 0,05$). Skirtumas tarp abiejų tyrimo grupių nenustatytas ($p > 0,05$). Statinės pusiausvyros vertinimai abejose grupėse visose padėtyse buvo statistiškai nereikšmingi ($p > 0,05$). Dinaminės pusiausvyros vertinimai tarp abiejų grupių buvo reikšmingi tik judesio į priekį metu ($p < 0,05$). Išorinio ir vidinio nuokrypio metu statistiškai reikšmingas skirtumas nenustatytas ($p > 0,05$). Judesio į priekį metu tiriamosios grupės pažeista ir sveika koja skyrėsi 3,95 cm ($p < 0,05$). Tiek tiriamojoje, tiek kontrolinėje grupėse vikrumo rezultatai buvo nereikšmingi ($p > 0,05$).

Išvados: 1. A) Asmenų, po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos, pažeistos kojos šlaunies apimtis nesiskyrė nuo sveikosios kojos bei nuo asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų ($p > 0,05$). B) Tiriamosios grupės asmenų pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėga buvo mažesnė lyginant su sveika koja bei su kontrolinės grupės asmenų dominuojančia ir nedominuojančia koja ($p < 0,05$). Abiejų tyrime dalyvavusių grupių blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos santykis nesiekė normos ribos ($p < 0,05$). 2. Tiriamosios grupės pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ištvermė buvo mažesnė nei sveikosios kojos ($p < 0,05$). Skirtumo tarp abiejų tyrimo grupių nebuvo ($p > 0,05$). 3. Priekinių kryžminių raiščių traumą patyrusių asmenų dinaminė pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos buvo prastesnė lyginant su sveikąja koja ir su asmenimis, nepatyrusiais apatinių galūnių traumų ($p < 0,05$). Abiejų tyrimo grupių statinės pusiausvyros rezultatai nesiskyrė ($p > 0,05$). 4. Asmenų, po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, vikrumo rodikliai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$).

SUMMARY

Vilnius University, Faculty of Medicine

Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine

LEG FUNCTION RECOVERY AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION.

Thesis submitted for the Master's degree in Rehabilitation

Author: Ilona Osokina, 2nd year Rehabilitation Master's student at Vilnius University, Faculty of Medicine.

Academic advisor: lecturer dr. J. Indriūnienė, Vilnius University, Faculty of Medicine, The Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine.

Keywords: anterior cruciate ligament reconstruction, thigh muscle strength, balance, agility.

Goal of the research: to determine leg function recovery for patients in 6-8 months after anterior cruciate ligament reconstruction.

Research objectives:

1. To determine and compare thigh circumference, knee extensors and flexors strength in experimental and control group.
2. To determine and compare knee extensors and flexors endurance in experimental and control group.
3. To determine and compare static and dynamic balance in experimental and control group.
4. To investigate agility in experimental and control group.

Methods and materials: Study included 20 subjects after ACL reconstruction (experimental group) and 20 healthy subjects (control group). All subjects were examined one time. Thigh circumference was assessed using measuring tape. Knee flexor and extensor strength, endurance difference between legs and knee flexor and extensor muscle strength ratio were investigated using isokinetic dynamometer. Participants' balance was observed with Balance Error Scoring System for static balance and Modified Star Excursion Balance test for dynamic balance. Agility was measured using Quadrant Jump test.

Statistical data analysis was performed with statistical analysis software packages "IBM SPSS Statistics for Windows 23.0" and "Microsoft Office Excel 2013".

Results: Experimental group's thigh circumference difference between involved and uninvolved leg was $0,15 \pm 0,49$ cm, while in control group – $0,05 \pm 0,22$ cm ($p>0,05$). Also there was no difference among groups ($p>0,05$). In experimental group involved knee extensors strength was 20,77 Nm lower than in uninvolved leg ($p<0,05$), and 23,45 Nm lower than in control group dominant leg ($p<0,05$). In experimental group involved knee flexors strength was 10,53 Nm lower than in uninvolved leg ($p<0,05$), and 14,57 Nm lower than in control group dominant leg ($p<0,05$). There was significant difference between both legs knee extensors and flexors strength ($p<0,05$). Experimental and control group knee flexor and extensor ratio at $60^\circ/s$ and $180^\circ/s$ angular velocity were lower than standard values ($p<0,05$). Involved knee extensors endurance was 78,80 J, knee flexors endurance – 87,77 J lower than in uninvolved leg in experimental group ($p<0,05$). There were no differences between both groups ($p>0,05$). No significant differences in both groups were found in static balance, meanwhile significant dynamic balance values were found in anterior reach distance ($p<0,05$). Anterior reach differences in experimental group in involved and uninvolved leg were 3,95 cm ($p<0,05$). No significant agility differences were found in both groups ($p>0,05$).

Conclusions: 1. A) There was no difference among patients involved and uninvolved thigh circumference, also there was no difference among groups ($p>0,05$). B) Experimental groups involved knee extensors and flexors strength was lower than uninvolved leg and lower than control group's dominant and nondominant legs ($p<0,05$). In both groups knee flexors and extensors ratio was lower than standard values ($p<0,05$). 2. Experimental group's involved knee extensors and flexors endurance was lower than in uninvolved leg ($p<0,05$). There were no differences between both groups ($p>0,05$). 3. Experimental group involved leg dynamic balance was worse than in uninvolved leg and in control group ($p<0,05$). Static balance did not differ in both groups ($p>0,05$). 4. No significant agility differences were found in both groups ($p>0,05$).

DARBE PATEIKTŲ TRUMPINIŲ SĄRAŠAS

PKR – priekinis kryžminis raištis

KMI – kūno masės indeksas

FES – funkcinė elektros stimuliacija

Nm – niutonmetras, jėgos momento matavimo vienetas

J – džaulis, bendro darbo matavimo vienetas

BTR – blauzdos tiesiamieji raumenys

BLR – blauzdos lenkiamieji raumenys

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika	26
2 lentelė. KMI normos	29
3 lentelė. Šuolių kvadratuose testo vertinimo normos	32
4 lentelė. Asmenų, po PKR operacijos, ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, šlaunies apimčių vidurkiai.....	33
5 lentelė. Statinės pusiausvyros vertinimas.....	42

DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Tiriamosios grupės pažeistos kojos pasiskirtymas procentais	27
2 pav. Modifikuotas žvaigždės nuokrypio testas	31
3 pav. Šuolių kvadratuose testo atlikimo schema	32
4 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momentas esant 60°/sek kampiniam greičiui (Nm)	34
5 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos momentas esant 60°/sek kampiniam greičiui (Nm)	35
6 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės šlaunies raumenų jėgos momento skirtumas (proc.) tarp dešinės ir kairės kojos, esant 60°/sek kampiniam greičiui.	36
7 pav. Tiriamosios grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant 60°/sek kampiniam greičiui.....	37
8 pav. Kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant 60°/sek kampiniam greičiui.....	37
9 pav. Tiriamosios grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant 180°/sek kampiniam greičiui	38
10 pav. Kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant 180°/sek kampiniam greičiui	39
11 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos tiesiamųjų raumenų bendras darbas (J).....	40
12 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų raumenų bendras darbas (J)	40
13 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės šlaunies raumenų bendro darbo skirtumas (proc.) tarp dešinės ir kairės kojos, esant 180°/sek kampiniam greičiui	41
14 pav. Modifikuoto žvaigždės nuokrypio testo, judesio į priekį, rezultatai (cm).....	44
15 pav. Tiriamosios grupės pažeistos ir sveikos kojos priekinio nuokrypio skirtumas.....	44
16 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės vidinio ir išorinio nuokrypio rezultatai	45
17 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės vikrumo rezultatai	46

1. ĮVADAS

Priekinis kryžminis raištis (PKR) – dažniausiai pažeidžiamas kelio raištis. Šiuos pažeidimus dažnai patiria jauni žmonės, ypač sportininkai [1]. Šie kelio sąnario pažeidimai sudaro 9 proc. visų kelio sąnario traumų. Nustatyta, jog priekiniai kryžminiai raiščiai pažeidžiami 31 kartą dažniau nei užpakaliniai kryžminiai raiščiai [2].

Daugiau nei 70 proc. PKR pažeidimų įvyksta netiesioginio kontakto metu. Net 65 proc. asmenų šią traumą patiria sportuojant ar aktyvaus laisvalaikio metu. Jas dažniausiai patiria jauni 15 – 25 metų asmenys. Tai lemia keletas veiksnių – hormonų kaita, ūgio, svorio, ilgųjų kaulų ir raumenų sausgyslių ilgio pasikeitimai, raumenų jėgos pokytis. Šias raiščių traumas nuo 2 iki 8 kartų dažniau patiria moterys nei vyrai. [3].

Plyšus priekiniam kryžminiam raiščiui pacientai gali būti gydomi konservatyviai arba chirurginiu būdu. Konservatyviai dažniausiai gydomi vyresni, fiziškai mažai aktyvūs asmenys [4]. Pagrindinis tikslas po PKR rekonstrukcinės operacijos grąžinti pacientą į priešoperacinį aktyvumo lygį [5]. Dažniausiai tai užtrunka 6 mėnesius [6].

Asmenims patyrus šią traumą, po rekonstrukcinės operacijos dažniausiai jaučiamas raumenų susilpnėjimas, ypač blauzdos tiesiamųjų raumenų. Šie pakitimai sutrikdo paciento funkcines galimybes [5]. Taip pat patyrus priekinio kryžminio raiščio traumą susilpnėja proprioceptorų jautrumas, dėl ko sutrinka statinė ir dinaminė pusiausvyra. Po šio pažeidimo susilpnėja neuroraumeninė kontrolė, dėl kurios sutrinka blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų koordinuota tarpusavio veikla. Tokia sutrikusi raumenų tarpusavio veikla neigiamai veikia pusiausvyrą [7]. Godinho ir kitų autorių (2014) teigimu propriocepcijos trūkumai gali lemti kelio sąnario nestabilumą, kas paveikia fizinį aktyvumą, pusiausvyrą, blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgą ir gali būti rizikos veiksnys pakartotinai traumai [8].

Pusiausvyra yra glaudžiai susijusi su raumenų jėga. Kuo kelio sąnarį gaubiantys raumenys yra stipresni, tuo geresnė statinė ir dinaminė pusiausvyra [9]. Garrison ir kiti (2014) teigia, kad reabilitacijos metu pacientams, po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, papildomai taikant blauzdos tiesiamųjų raumenų stiprinimo pratimus pagerėja dinaminė pusiausvyra praėjus 3 mėnesiams po PKR operacijos [10].

Hipotezė: pacientų, patyrusių priekinių kryžminių raiščių traumą, praėjus 6 - 8 mėn. po rekonstrukcinės operacijos, traumotos kojos funkcinės būklės rodikliai yra mažesni nei sveikosios ir skiriasi nuo asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų.

Tyrimo objektas: blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėga ir ištvėrmė, šių rodiklių skirtumas tarp galūnių, blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos santykis, statinė ir dinaminė pusiausvyra, vikrumas.

Tyrimo subjektas: pacientai, po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, ir asmenys, nepatyrę apatinių galūnių traumų.

Darbo tikslas: nustatyti ir įvertinti pacientų kojos funkcinės būklės atsistatymo ypatumus praėjus 6 - 8 mėnesiams po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos.

Darbo uždaviniai:

1. Įvertinti ir palyginti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų šlaunų apimtis bei blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgą.
2. Įvertinti ir palyginti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ištvėrmę.
3. Nustatyti ir palyginti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų statinę ir dinaminę pusiausvyrą.
4. Išanalizuoti tiriamosios ir kontrolinės grupės asmenų vikrumą.

Naujumas:

Tiriant šią problemą tiek Lietuvoje, tiek užsienyje pateikiama nemažai informacijos apie asmenų po PKR rekonstrukcinės operacijos kojos funkcinės būklės atsistatymo ypatumus, tačiau vis dar trūksta informacijos kaip po operacijos atsistato pažeista koja lyginant su sveikąja ir su asmenimis, kurie niekada nebuvo patyrę apatinių galūnių traumų.

Aktualumas (praktinė reikšmė):

Tyrimo rezultatai padėtų įvertinti, asmenų praėjus 6-8 mėnesiams po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, pakartotinos traumos tikimybę. Taip pat šie tyrimo rezultatai gali būti naudingi tiek kineziterapeutams, kuriant reabilitacijos programas, tiek asmenims po PKR operacijos jiems savarankiškai mankštinantis namuose.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Priekinio kryžminio raiščio funkcijos ir pažeidimo mechanizmas

Pagrindinė priekinio kryžminio raiščio funkcija yra apsaugoti nuo priekinio blauzdikaulio slydimo šlaunikaulio atžvilgiu. Pasak Liu-Ambrose (2003) priekinis kryžminis raištis suteikia 85 proc. pasipriešinimo jėgos apsaugant nuo priekinio blauzdikaulio slydimo esant sulenktam kelio sąnariui 30° ir 90° kampu [11]. Taip pat priekinis kryžminis raištis atlieka ir kitas funkcijas:

- riboja kelio sąnario hiperekstenziją;
- riboja vidinį ir išorinį blauzdikaulio sukimą šlaunikaulio atžvilgiu;
- užtikrina kelio sąnario stabilumą;
- riboja šlaunikaulio slydimą atgal pernešant svorį [11,12,].

Kryžminiai raiščiai pažeidžiami tiesioginio bei netiesioginio sąlyčio metu. Tiesioginis kontaktas ar smūgis – tokio tipo pažeidimai dažniausiai atsitinka kontaktinių sporto šakų, tokių kaip futbolas, regbis ar krepšinis, atstovams. Kelio sąnarys būna priverstinėje padėtyje, veikiamas stipraus smūgio [13].

Nekontaktinės traumos:

- staiga sustojus;
- keičiant bėgimo kryptį, kai dangos paviršius nelygus;
- nušokant ant vienos kojos;
- staiga pasukus koją per kelio sąnarį, kai čiurnos sąnarys fiksuotas;
- kelio sąnario hiperekstenzija [13].

2.2. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo rizikos veiksniai

Amžius. Andernord ir kiti (2015) teigia, kad žmonės, kurių amžius yra nuo 13 iki 19 metų turi didesnę riziką patirti pakartotinę priekinių kryžminių raiščių traumą [14]. Panašius rezultatus gavo ir kiti mokslininkai. Yabroudi su bendraautoriais (2016) teigia, jog žmonės iki 24 metų turi didesnę riziką pakartotinai PKR traumai lyginant su tais, kurių amžius yra didesnis nei 24 metai. To priežastis gali būti

tai, kad jaunesni asmenys mažiau laikosi reabilitacijos rekomendacijų ir anksčiau grįžta prie įprastinės aktyvios fizinės veiklos [15].

Kūno sudėjimas. Kūno masė, ūgis, gryna raumenų masė, riebalų masė, kūno masės indeksas (KMI) priklauso vidiniams rizikos veiksniams. Vieno iš jų pokytis sukelia disbalansą kūne, ko pasekoje yra apkraunami sąnariai, raiščiai, raumenys. Kuo arčiau populiacijos vidurkio yra individo ūgio, svorio, KMI, riebalų, raumenų masės rodikliai ir matmenys, tuo mažesnė tikimybė patirti traumą. Šių rodiklių nuokrypis, nuo vidurkio daugiau kaip 50 – 75 procentų yra rizikos veiksnys apatinių galūnių traumoms, gali lemti keturgalvio raumens pažeidimus [16].

Anatominiai lyčių skirtumai. Viena iš priežasčių, lemianti PKR traumą yra Q kampas. Linija, einanti nuo priekinio viršutinio klubakaulio dyglio iki girnelės centro, ir linija, einanti nuo blauzdikaulio šurkštumos iki girnelės centro, sudaro kampą, vadinamą Q kampu. Nustatyta, jog moterų Q kampas yra didesnis nei vyrų. Moterų Q kampas yra 15 – 17 laipsnių, o vyrų 10 – 12 laipsnių. Taip yra dėl moterų anatomiškai platesnio dubens. Nustatyta, jog didesnis Q kampas, lemia didesnę kelio pakrypimo į vidų tikimybę, o tai padidina PKR traumos riziką [17,18].

Taip pat moterys turi didesnę tikimybę patirti priekinių kryžminių raiščių traumą, nes moterų šis raištis yra mažesnis nei vyrų, moterų šlaunies raumenys mažiau išsivystę nei vyrų, didesnis vidinis šlaunikaulio sukimas, hiperekstenzija, padidėjęs blauzdikaulio ir šlaunikaulio kampas, moterų klubai lanksteni nei vyrų [19,20].

Genetika. Asmenys, kurių giminaičiai yra patyrę PKR traumų, turi 35 proc. didesnę tikimybę ją patirti patys, negu tie asmenys, kurių giminaičiai nėra patyrę šių traumų (4 proc.). Smith ir kiti (2012) teigia, kad tai priklauso nuo genų, kurie atsakingi už kolageno gamybą organizme [21].

Hormoniniai veiksniai. Priekinių kryžminių raiščių traumų rizika moterims ovuliacijos metu padidėja tris kartus. Tai siejama su padidėjusiu estrogeno išsiskyrimu ir su tuo susijusiu sąnario elastingumu bei sumažėjusiu kelio sąnario šlaunies juosiamųjų raumenų tūsumu [19,22].

Aplinkos veiksniai. Tai yra tokie veiksniai, kaip oras, avalynė, žaidimo aikštelės danga ir pan. Dėl drėgno oro mažėja sukibimas tarp sportininko batų bei žaidimo aikštelės paviršiaus, todėl didėja tikimybė patirti PKR traumą [21].

Per greitas grįžimas į ankstesnę fizinę veiklą. Labai sunku nustatyti kada asmuo po PKR operacijos gali grįžti į ankstesnį fizinį aktyvumo lygį. Per greitas grįžimas gali turėti rizikos patirti pakartotiną traumą. Dauguma autorių teigia, kad po šios operacijos grįžti į ankstesnę fizinę veiklą galima jau po 6 mėnesių [23,24]. Tačiau kiti autoriai teigia, kad 6 mėnesiai yra per mažas laiko tarpas kada asmuo, patyręs priekinių kryžminių raiščių traumą, gali grįžti į ankstesnį aktyvumo lygį. Hall ir kiti

(2015) nustatė, kad praėjus 6 mėnesiams po PKR operacijos 45proc. asmenų turėjo sumažėjusią neuroraumeninę kontrolę, kuri padidina riziką patirti pakartotiną traumą [25]. Anot Streckio ir bendraautorijų (2007) asmuo prie intensyvios fizinės veiklos gali grįžti tik tada, kai blauzdos tiesiamųjų raumenų skirtumas tarp operuotos ir sveikos kojos yra ne daugiau nei 10 – 15 procentų [22].

Biomechaniniai veiksniai. Pagal vaizdo stebėjimo analizės tyrimus, daugiausia PKR traumas patiria nekontaktinių traumų metu. Autoriai išskiria, kad tai dažniausiai įvyksta tada, kai kelio sąnarys yra rotuojamas į vidų (susidaro „valgus“ padėtis) [26]. Pėdų padėtis judesio metu gali turėti įtakos apatinių galūnių biomechanikai. Tran ir kitų autorių (2016) teigimu, atliekant judesį didesnę riziką patirti PKR traumą yra tada, kai kojų pirštai 30° yra pasukti į vidų. Kai kojų pirštai 30° pasukti į išorę ši rizika sumažėja [26].

Hall su bendraautoriais (2015) teigia, kad sumažėjęs liemens stabilumas judesio metu turi įtakos patirti pakartotiną priekinių kryžminių raiščių traumą [25].

Anksčiau patirta trauma. Didesnę tikimybę patirti pakartotiną priekinio kryžminio raiščio traumą turi tie asmenys, kurie anksčiau turėjo tos pačios galūnės PKR pažeidimą. Patyrus šią traumą per pastaruosius 12 mėn. tikimybė ją patirti dar kartą yra 11,3 kartų didesnė, negu tiems, kurie šios traumos patyrę nebuvo. O traumai įvykus seniau nei prieš 12 mėn. - 4,4 karto didesnė tikimybė. Priekinio kryžminio raiščio traumos tikimybė išauga ir tiems, kurie yra turėję čiurnos traumų, dėl padidėjusio tos pačios kūno pusės šoninio čiurnos įtempimo, prieš įvykstant PKR traumai [21].

Raumenų savybės. Kılınç ir kiti (2015) teigia, kad silpni blauzdos lenkiamieji raumenys turi įtakos patirti priekinių kryžminių raiščių traumą. Taip pat šiai traumai įtakos gali turėti blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų tarpusavio santykis [27].

Taip pat PKR traumai įtakos turi raumenų sutrumpėjimas. Anot Mills ir bendraautorijų (2015), asmenys, kurių blauzdos lenkiamieji raumenys yra sutrumpėję turi didesnę riziką patirti blauzdos lenkiamųjų raumenų ir priekinių kryžminių raiščių traumą [28].

Pusiausvyra. Prastesni statinės pusiausvyros rodikliai yra susiję su funkcijos sutrikimu po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcijos ir pačia raiščių trauma. Pusiausvyra pablogėja dėl pažeidžiamų mechanoreceptorių, dėl kurių sutrinka blauzdos dvilypio, šlaunies keturgalvio ir blauzdos lenkiamųjų raumenų veikla [29].

2.3. Priekinio kryžminio raiščio pažeidimų gydymas

Priekinio kryžminio raiščio gydymas turi būti individualus ir atitikti kiekvieno paciento poreikius. Esant PKR traumai pacientai gali būti gydomi dviem būdais: konservatyviai ir chirurginiu būdu. Konservatyviai dažniausiai gydomi aktyvia fizine veikla neužsiimantys vyresnio amžiaus asmenys. Jauniems pacientams, aktyviai sportuojantiems asmenims dažniausiai taikomas chirurginis gydymas, atliekant PKR rekonstrukcinę operaciją. Kuo jaunesnis ir aktyvesnis pacientas, tuo operacija atliekama anksčiau. Pasirenkant koks gydymo būdas yra efektyviausias būtina atsižvelgti į paciento patiriamus simptomus, klinikinį ištyrimą, laiką, kuris praėjo nuo sužalojimo ir kasdienio fizinio aktyvumo poreikius [4].

Konservatyvus gydymas. Ūmiu periodu yra taikoma galūnės imobilizacija. Po ūmios fazės yra svarbu atkurti pilną judesių amplitudę. Pacientai palaipsniui perneša kūno svorį ant pažeistos kojos [4]. Yra taikomi raumenų tempimo, stiprinimo pratimai ir propriocepriją lavinantys pratimai. Svarbu reabilitacijos metu parinkti adekvatų krūvį ir palaipsniui jį didinti [30]. Ramski ir kiti (2014) teigia, kad pacientai, kuriems buvo taikytas konservatyvus gydymo būdas užtrūko ilgesnį laiką kol grįžo į ankstesnį fizinį aktyvumo lygį lyginant su pacientais, kuriems buvo taikytas operacinis gydymo būdas [31].

Relph su bendraautorais (2016) atliko tyrimą, kuriame vertino propriocepriją asmenims po priekinio kryžminio raiščio traumos taikant konservatyvų gydymo būdą. Pacientai buvo lyginami su asmenimis, nepatyrusiais apatinių galūnių traumų. Tyrimo rezultatai parodė, kad taikant konservatyvų gydymo būdą asmenims po PKR traumos pastebimas statistiškai reikšmingai didesnis propriocepcijos trūkumas lyginant su asmenimis, nepatyrusiais apatinių galūnių traumų [32].

Harris ir kiti (2015) teigia, kad taikant ankstyvąją PKR rekonstrukcinę operaciją kartu su reabilitacija po 5 metų nepastebėta jokių statistiškai reikšmingų skirtumų lyginant su tais pacientais, kuriems rekonstrukcinė operacija buvo atidėta. Taip pat nepastebėta jokių radiografinių skirtumų tarp pacientų, kuriems buvo taikyta ankstyva rekonstrukcinė operacija, po tam tikro laiko atlikta rekonstrukcinė operacija ir kam buvo taikytas konservatyvus gydymo būdas [33].

Chirurginis gydymas. Priekinio kryžminio raiščio pažeidimai yra susiję su kelio sąnario kinematikos pokyčiais. Todėl PKR rekonstrukcijos pagrindiniai tikslai yra atstatyti kinematiką, panaikinti kelio sąnario nestabilumą ir kiek įmanoma, apsaugoti nuo osteoartrito išsivystymo.

Pacientams patyrusiems PKR traumą po 15 metų 40 proc. išsivysto osteoartrito tikimybė, o praėjus 25-35 metams ši tikimybė padidėja net iki 90 proc. [34].

Yra labai daug literatūros, kurioje diskutuojama kokį transplantą geriausia naudoti PKR rekonstrukcijai. Tačiau nėra pakankamai moksliniais tyrimais grįstos nuomonės. Pati operacija dažniausiai atliekama artroskopiniu būdu naudojant grakščiojo raumens, pusgyslinio raumens sausgysles, girmelės sausgyslę, keturgalvio šlaunies raumens sausgyslę. Taip pat yra naudojamos kito žmogaus (donoro) sausgyslės: girmelės, achilo sausgyslės, priekinė bei užpakalinė blauzdos sausgyslė. Dažniausiai po PKR operacijos būna teigiami rezultatai. Transplanto plyšimai gali pasireikšti nuo 6 proc. iki 12 proc. [35].

Shaerf su bendraautoriais (2014) nurodo, kad be paties žmogaus ir kito žmogaus transplantų yra naudojami sintetiniai transplantai. Iš sintetinių plačiausiai naudojama taip vadinama raiščių priauginimo rekonstrukcinė sistema (angl. Ligament Augmentation Reconstruction System). Kokį transplantą pasirinkti ir kokią techniką naudoti sprendžia chirurgas atsižvelgdamas į paciento anatomines savybes, prieš tai buvusias operacijas, bei atsižvelgiant į paciento norus [36].

2.4. Reabilitacija po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos

Daugelyje pasaulio šalių atliekami įvairūs tyrimai, siekiant rasti ir pritaikyti efektyviausias reabilitacijos priemones ir kuo greičiau atkurti prarastą kelio sąnario funkciją bei saugiai sugrąžinti prieš traumą buvusį paciento fizinį aktyvumo lygį [37].

PKR pažeidimas gali sukelti funkcinį apribojimą, sumažės kelio sąnario stabilumas ko pasekoje sumažės gyvenimo kokybės rodiklis [37].

Bendras tikslas po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos yra atkurti normalią kelio sąnario biomechaniką ir stabilumą, grąžinti pacientą į priešoperacinį aktyvumo lygį ir pagerinti su sveikata susijusią gyvenimo kokybę. Tačiau daugelis faktorių tokių kaip pakartotinės traumos baimė, nuolatinis skausmas, kelio sąnario nestabilumas ir silpnumas gali turėti įtakos paciento būklei po PKR rekonstrukcinės operacijos [5].

Dauguma naujausių tyrimų yra atliekami siekiant įvertinti pooperacinės reabilitacijos įtaką kelio sąnario funkcijai. Yra atlikta nedaug tyrimų, kuriuose būtų nagrinėjama priešoperacinės reabilitacijos nauda esant pažeistam priekiniam kryžminiam raiščiui [38].

Kim ir kiti (2015) atliko tyrimą, kuriame vertino 4 savaitių priešoperacinės reabilitacijos naudą blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos.

Eksperimentinė grupė atliko 4 savaitių priešoperacinę reabilitaciją ir 12 savaitių pooperacinę reabilitaciją, kontrolinė grupė atliko tik 12 savaitių pooperacinę reabilitaciją. Raumenų jėga buvo vertinama 4 savaitės prieš operaciją ir 3 mėnesiai po operacijos naudojant izokinetinį dinamometrą. Po 3 mėnesių tiriamosios grupės pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga lyginant su nepažeista koja buvo 28.5 ± 9.0 proc. silpnesnė, kai kampinis greitis buvo $60^\circ/\text{sek}$ ir 23.3 ± 9.0 proc. silpnesnė, kai kampinis greitis buvo $180^\circ/\text{sek}$. Kontrolinės grupės pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga lyginant su sveika koja buvo 36.5 ± 10.7 proc. silpnesnė, kai kampinis greitis buvo $60^\circ/\text{sek}$ ir 27.9 ± 12.6 proc. silpnesnė, kai kampinis greitis buvo $180^\circ/\text{sek}$. Autoriai padarė išvadą, kad plyšus priekiniam kryžminiam raiščiui 4 savaitių priešoperacinė reabilitacija turi teigiamą poveikį blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai [38].

Adams ir kiti (2012) teigia, kad po PKR traumos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga sumažėja nuo 15 proc. iki 40 proc. Todėl prieš atliekant priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinę operaciją būtina stiprinti susilpnėjusius blauzdos tiesiamuosius raumenis, nes jų jėga prieš operaciją turi įtakos kelio sąnario funkcijai po operacijos [39].

Manske su bendraautorais (2012) pooperacinę reabilitaciją išskirstė į 5 etapus [40]:

1-4 savaitės po operacijos

Iškart po operacijos pagrindinis dėmesys turi būti skiriamas skausmo ir patinimo mažinimui, pasiekti pilną kelio sąnario tiesimo amplitudę ir kelio sąnario lenkimo amplitudę iki 90° - 120° [40].

Kadangi skausmas ir patinimas neleidžia maksimaliai stiprinti nusilpusį keturgalvio šlaunies raumenį yra taikoma funkcinė elektros stimuliacija (FES). Taip pat patinimo mažinimui iškart po operacijos taikoma krioterapija [40]. Martimbianco ir kiti (2014) palygino krioterapijos poveikį su placebo. Po 48 valandų statistiškai reikšmingai sumažėjo skausmas toje grupėje, kurioje buvo taikyta krioterapija. Autoriai padarė išvadą, jog krioterapija yra saugus ir veiksmingas metodas norint greitai sumažinti skausmą po PKR operacijos [41].

Pirmas savaites naudojami ramentai. Palaiapsniui pradedama minti operuota koja. Progresuojama iki pilnos apkrovos per 1-2sav [40]. Taip pat po operacijos gali būti dėvimas kelio sąnario įtvaras. Jo tikslas yra apriboti kelio sąnario judesių amplitudes, stabilizuoti kelio sąnarį ir apsaugoti nuo traumų. Tačiau jo nauda po PKR operacijos yra prieštaringa [42]. Stanley ir kiti (2011) teigia, kad įtvaro nešiojimas sumažina pakartotinos traumos tikimybę [43], tačiau Kruse su bendraautorais (2012) atlikęs sistemine apžvalgą nepastebėjo jokių įtvaro privalumų po PKR operacijos [44]. Anot Meuffels ir kitų

(2012) įtvaras gali būti taikomas tiems pacientams, kurie turi kelio sąnario nestabilumo požymių ir kuriems negali būti atlikta PKR rekonstrukcinė operacija [45].

Raumenų stiprinimui yra taikomi izometriniai, atviros ir uždaros kinetinės grandinės pratimai [40]. Uçar ir kiti (2014) teigia, kad asmenims po PKR rekonstrukcinės operacijos uždaros kinetinės grandinės pratimai efektyviau pagerina kelio sąnario funkciją nei atviros kinetinės grandinės pratimai [46].

Ankstyvame reabilitacijos etape Balki su bendraautoriais (2016) rekomenduoja taikyti kineziologinį teipavimą. Jo atliktame tyrime buvo lyginamos eksperimentinė grupė, kuriai taikytas kinezioteipas ir kontrolinė grupė, kuriai buvo taikytas placebo. Abi grupės atliko tą pačią reabilitacijos programą. Vertinant pacientus po 5 dienų statistiškai reikšmingai sumažėjo eksperimentinės grupės operuotosios kojos patinimas aplink girnelę, skausmas bei padidėjo blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga. Vertinant po 10 dienų eksperimentinės grupės kelio sąnario lenkimo amplitudė statistiškai reikšmingai padidėjo lyginant su kontroline grupe. Autoriai padarė išvadą, kad taikant kinezioteipavimą kartu su ankstyvąja reabilitacijos programa po PKR rekonstrukcinės operacijos mažėja pacientų kelio sąnario skausmas, patinimas, padidėja kelio sąnario lenkimo amplitudė bei blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga [47].

4-6 savaitės po operacijos

Šiame etape pacientas jau turi minti operuota koja, todėl kineziterapeuto tikslas yra lavinti jo eiseną. Jei 4 savaitę kelio sąnarys yra patinęs ir jaučiamas skausmas gali būti naudojama krioterapija [40].

Šiame etape taip pat taikomi raumenų stiprinimo pratimai atviroje ir uždaroje kinetinėje grandinėje. Taip pat pradedami pusiausvyrą ir propriocepiją lavinantys pratimai [40].

Juodžbaliene su bendraautoriais (2011) atliko tyrimą, kuriame be įprastinės kineziterapijos tiriamajai grupei papildomai taikė neuroraumeninę treniruotę. Visiems tiriamiesiems prieš 4-5 savaites buvo atlikta PKR rekonstrukcinė operacija. Tyrimo rezultatai parodė, jog tris savaites kasdien taikant papildomas 15–25 minučių trukmės neuroraumenines treniruotes, statinės pusiausvyros, kelio sąnario propriocepcijos ir šlaunies raumenų jėgos dydžiai kinta sparčiau. Įprasta kineziterapijos programa minėtus kintamuosius veikia teigiamai, tačiau mažiau [7].

Akbari ir kitų (2016) autorių atliktame tyrime buvo vertinamas pusiausvyros pratimų efektyvumas po PKR rekonstrukcinės operacijos. Pacientams, praėjus 4 savaitėms po operacijos, 2 savaites buvo taikomi pusiausvyros pratimai. Tyrimo rezultatai parodė, kad pusiausvyros pratimai

statistiškai reikšmingai pagerina dinaminę pusiausvyrą. Autoriai padarė išvadą, kad pusiausvyros pratimai turi būti įtraukti į reabilitacijos programą po PKR rekonstrukcinės operacijos [48].

6 savaitės-3 mėnesiai po operacijos

Šio etapo tikslas yra palaikyti esamą funkcinę būklę ir palaipsniui pratinti pacientą prie buvusio fizinio aktyvumo. Taikomi tie patys pratimai, kokie buvo atliekami iki 6 savaitės tik juos pasunkinat [40].

Po 8 savaitės galima palaipsniui taikyti bėgimą. Adams ir kiti (2012) teigia, kad bėgimą galima pradėti taikyti tada, kai blauzdos tiesiamųjų raumenų indeksas (santykis tarp pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos ir nepažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos) yra 80%. Jis siūlo bėgimą kaitalioti su vaikščiojimu [39].

3-6 mėnesiai po operacijos

Šiame etape pacientas palaipsniui grįžta prie seno fizinio aktyvumo. Pradedami taikyti pliometriniai pratimai, kurie pagerina neuroraumeninę kontrolę. Kadangi kiekviena fizinė veikla reikalauja liemens stabilumo, būtina įtraukti liemens stiprinimo pratimus [40].

Norint grįžti prie ankstesnės fizinės veiklos būtina įtraukti vikrumo pratimus, pritaikius juos prie paciento fizinės veiklos, pvz: padėčių keitimas, greitėjimas, lėtėjimas [39].

Adams su bendraautorais (2012) teigia, kad blauzdos tiesiamųjų raumenų silpnumas po 6 mėnesių gali viršyti 20 proc. Taikant raumenų stiprinimo pratimus prieš PKR operaciją vidutinis blauzdos tiesiamųjų raumenų indeksas po 3, 6 ir 12 mėnesių yra 93 proc., 98,7 proc. ir 98,1 proc. atitinkamai. Autorių nuomone pacientai prie ankstesnės fizinės aktyvumo veiklos grįžta tada, kai galūnių simetrijos indeksas siekia 90 proc. [39].

Virš 6 mėnesių po operacijos

Šiame etape asmuo visiškai grįžta prie buvusio fizinio aktyvumo [40].

Saka ir kitų (2014) bendraautorių teigimu, asmuo į sportinę veiklą grįžta tada, kai yra pilna kelio sąnario lenkimo tiesimo amplitudė, nėra patinimo, skausmo, raumenų jėga ir išvermė pasiekė ikitrauminį lygį, pilnai atgauta propriocepcija bei neįtraukiama baimė patirti pakartotiną traumą [42].

2.5. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo poveikis šlaunies raumenų jėgai

Asmenys, patyrę priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinę operaciją, patiria raumenų susilpnėjimą, ypač keturgalvio šlaunies raumens. Šie pakitimai sutrikdo paciento funkcines galimybes. Kaip teigia Kim ir kiti (2015), norint greičiau grąžinti pacientą į ankstesnį aktyvumo lygį

pagrindinis dėmesys turėtų būti skiriamas keturgalvio šlaunies raumens ir blauzdos lenkiamųjų raumenų stiprinimui [5]. Palmieri-Smith su bendraautoriais (2008) įvertino po 6 mėnesių pažeistos ir nepažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgą. Tyrimo rezultatai parodė, kad pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga buvo statistiškai mažesnė nei nepažeistos kojos. Lyginant abi galūnes šis raumens jėgos sumažėjimas svyruoja tarp 24 proc. ir 40.5 proc. [49].

Thomas ir kiti (2013) teigia, kad raumenų jėgos trūkumas būdingas ne tik pažeistai kojai, bet ir tai galūnei, kuri traumos neturėjo. Pasak autoriaus po PKR operacijos praėjus 3 metams stebimas blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos trūkumas 21 proc., ir blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos trūkumas 14 proc. [50].

Vienas iš svarbesnių rodiklių vertinant kelio sąnario funkciją po PKR rekonstrukcinės operacijos yra blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų tarpusavio santykis. Esant šių raumenų disbalansui yra padidinta rizika patirti pakartotiną traumą. Patyrus traumą tiek blauzdos tiesiamųjų, tiek blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga sumažėja. Kaip teigia Kim ir kiti (2016), po PKR plyšimo blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga sumažėja 3 kartus daugiau nei blauzdos lenkiamųjų raumenų jėga [51].

Blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų tarpusavio santykis priklauso nuo kampinio greičio, paciento padėties atliekant tyrimą, amžiaus ir lyties. Dažniausiai norma laikoma tada, kai santykis yra 0,61 esant kampiniam greičiui $60^\circ/\text{sek}$ ir 0,72 esant $180^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui [6].

Kai kurių mokslininkų teigimu asmuo patyręs PKR traumą į ankstesnę fizinę veiklą gali grįžti tik tada, kai pažeistos ir nepažeistos kojos tarpusavio raumenų jėgos santykis neviršija 10 proc. Didesnis kaip 10 proc. skirtumas sutrikdo normalią kelio sąnario funkciją ir gali sukelti pakartotiną traumą [39,52,53,54].

Vienas iš atliekamų matavimų vertinant blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgą yra šių raumenų susitraukimo jėgos momentas, kurio matavimo vienetas yra niutonmetras (Nm). Lyginant pažeistos ir nepažeistos kojos raumens susitraukimo jėgos momentą rezultatas išreiškiamas procentine išraiška, kuri neturi viršyti 10 proc. Skirtumai didesni nei 20 proc. rodo patologinę būklę [6].

Raumens susitraukimo jėgos momento vertinimas atliekamas izokinetiniu dinamometru. Pasak Czaplicki ir bendraautorių (2015) tai yra tradicinis metodas vertinant blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų susitraukimo jėgos momentą [6].

Izokinetinė dinamometrija yra plačiai naudojama raumenų funkcijos tyrimams, nes jos dėka galima atlikti dinamišką, objektyvų, neinvazyvų ir tikslų įvertinimą, galima sudaryti tinkamą treniravimo ar reabilitacijos programą, remiantis amžiumi, lytimi ir patologija bei išvengti traumų. Unikali izokinetinės dinamometrijos savybės yra optimalus raumenų apkrovimas dinaminėmis sąlygomis ir

pastovus nustatytas judesio greitis. Tokio pobūdžio judesys garantuoja maksimalų raumenų susitraukimą per visą pratimą kiekvienam sąnarinio judesio laipsniui ir leidžia išmatuoti tokius parametrus kaip jėga, darbas ir ištvėrmė [55].

Fiziškai aktyvių žmonių pagrindinis tikslas po PKR rekonstrukcinės operacijos grįžti į ankstesnį fizinį aktyvumo lygį. Dauguma mokslininkų teigia, kad 6 mėnesių trunkančios reabilitacijos yra pakankamas laiko tarpas grįžti į ankstesnį aktyvumo lygį. Czaplicki su bendraautorais (2015) atliko tyrimą, kuriame vertino fiziškai aktyvių vyrų patyrusių priekinio kryžminio raiščio plyšimą raumens jėgos parametrus 1,5 mėnesio prieš operaciją ir 3, 6, ir 12 mėnesių po operacijos. Vertinimas buvo atliekamas naudojant izokinetinį dinamometrą 60°/sek ir 180°/sek kampiniais greičiais. Vertinant pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos momentą, statistiškai reikšmingai padidėjo blauzdos tiesiamųjų (27 proc.) ir blauzdos lenkiamųjų (18 proc.) jėgos momentas tarp 3 ir 6 mėnesių. Tarp pirmojo ir antrojo ir tarp trečiojo ir ketvirtojo vertinimo etapų jokio reikšmingo skirtumo nepastebėta. Vertinant nepažeistą koją reikšmingo skirtumo nepastebėta nei viename vertinimo etape. Vertinant blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų tarpusavio santykį reikšmingi skirtumai pastebėti tik antrajame vertinimo etape (3 mėnuo) [6].

Priekinio kryžminio raiščio plyšimus dažniau patiria moterys nei vyrai, tačiau mažai atlikta tyrimų, kuriuose būtų nagrinėjamos vyrų ir moterų kelio sąnario atsistatymo ypatybės po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos. Kim ir kiti (2015) atliko tyrimą, kuriame vertino moterų ir vyrų šlaunies raumenų jėgą praėjus 1 metams po PKR rekonstrukcinės operacijos. Moterų pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga, lyginant su sveika koja, buvo statistiškai reikšmingai mažesnė nei vyrų. Jokių reikšmingų skirtumų vertinant moterų ir vyrų blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgą nepastebėta [5].

2.6. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo poveikis statinei ir dinaminei pusiausvyrai

Pusiausvyra yra apibūdinama gebėjimu išlikti stabiliam stovint bei judant. Techninis pusiausvyros apibūdinimas susijęs su gebėjimu išlaikyti bendrą kūno masės centrą atramos ploto ribose sėdint, stovint, einant. Pusiausvyra yra būtinas komponentas kasdieninėje funkcinėje veikloje, o pusiausvyros kontrolė yra sudėtinis ir daugiafunkcinis veiksnys. Funkcinė užduotis ir aplinka, kurioje ta užduotis vykdoma, yra lemiamas pusiausvyros kontrolės. Pusiausvyra gali būti vertinama stovint (statinė pusiausvyra) bei judant (dinaminė pusiausvyra). Stabilumas ar gebėjimas išlaikyti stabilią padėtį gali būti

išmatuojamas kūno masės centro judėjimu atramos plote. Taip pat pusiausvyra gali būti vertinama netiesiogiai – stebint bei atliekant objektyvius funkcinio aktyvumo testus [56].

Po PKR plyšimo keičiasi somatinės-sensorinės informacijos perdavimas, todėl susilpnėja pažeisto kelio sąnario neuroraumeninė kontrolė. Po PKR rekonstrukcinės operacijos pastebimas proprioceptorių, ypač mechaninių receptorių (Rufini, Pacini kūnelių, Goldžio receptorių), jautrumo sumažėjimas. Sutrikęs receptorių veikimas neigiamai veikia padėties jutimą kelio sąnaryje – statesteziją. Proprioceptinė sistema yra viena iš tų, kurios dalyvauja pusiausvyros valdyme [7]. Godinho su bendraautoriais (2014) apibūdina propriocepriją kaip kūno dalių padėties, jėgos ir judėjimo suvokimą [8]. Sutrikus proprioceptorių jautrumui, trinka ir pusiausvyra [7]. Proprioceprijai, įskaitant posturalinę kontrolę įtakos turi amžius, raumenų jėgos sumažėjimas, fizinio aktyvumo lygis ir anksčiau patirtos apatinių galūnių traumos [57]. Propriocepcija gali būti tinkamai vertinama registruojant judesio arba sąnario padėties jausmą bei judesio variabilumą. Dažniausiai šie vertinimai atliekami izokinetiniu dinamometru [8].

Skurvydas ir kiti (2011) tyrė 13 asmenų, patyrusių priekinio kryžminio raiščio plyšimą, blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų judesio variabilumą. Autoriai nustatė, kad pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų variabilumas buvo statistiškai reikšmingai didesnis lyginant su sveika koja [58].

Godinho ir kitų (2014) autorių atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad asmenims patyrusiems priekinių kryžminių raiščių traumą pastebimas pažeistos galūnės propriocepcijos trūkumas. Sveikos galūnės propriocepcija nebuvo sutrikusi. Kaip teigia autoriai, šie propriocepcijos trūkumai gali lemti kelio sąnario nestabilumą, kas paveikia fizinį aktyvumą, pusiausvyrą, blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgą ir gali būti rizikos veiksnys pakartotinai traumai [8].

Susilpnėjus neuroraumeninei kontrolei, sutrinka koordinuota raumenų tarpusavio veikla. Savo ruožtu sutrikusi kelio sąnarį stabilizuojančių raumenų – keturgalvio šlaunies, blauzdos lenkiamųjų, dvilypio blauzdos – koordinuota veikla neigiamai veikia pusiausvyrą [7].

Fernandes su bendraautoriais (2016) atliko tyrimą, kuriame lygino sveikų ir PKR traumą patyrusių asmenų statinę ir dinaminę pusiausvyrą. Tyrimo rezultatai parodė, kad asmenų po PKR traumos statinės ir dinaminės pusiausvyros rezultatai buvo statistiškai reikšmingai mažesni lyginant su sveikaisiais asmenimis. Vertinant statinę pusiausvyrą, reikšmingi skirtumai pastebėti atliekant stovėjimą ant vienos kojos užmerktomis akimis. Stovint atmerktomis akimis reikšmingų skirtumų nepastebėta [59]. Furlanetto ir kitų (2016) atliktame tyrime buvo gauti priešingi rezultatai. Tyrime buvo lyginama sveikų asmenų ir asmenų po 6 mėnesių atliktos PKR operacijos pusiausvyra ir propriocepcija. Tyrimo rezultatai

parodė, kad asmenų po PKR operacijos pusiausvyros ir propriocepcijos vertinimo rezultatai statistiškai reikšmingai nesiskiria nuo sveikų asmenų [60].

Pusiausvyrai ir propriocepcijai įtakos turi ne tik reabilitacija po operacijos, bet ir atliktos priekinio kryžminio raiščio operacijos tipas [61]. Labiausiai žinomos yra 2 operacijos: vieno pluošto ir dviejų pluoštų operacijos. Gudas ir kt (2008) teigia, kad dviejų pluoštų PKR rekonstrukcija anatomiškai tiksliau atkuria plyšusį kryžminį raištį, tačiau dėl metodikos sudėtingumo klinikinėje praktikoje taikoma labai retai [62]. Ma ir kiti (2014) atliko tyrimą, kuriame vertino pusiausvyrą ir propriocepciją asmenims po PKR rekonstrukcinės operacijos. Buvo sudarytos 3 grupės: vienai grupei buvo atlikta vieno pluošto operacija, kitai dviejų pluoštų operacija ir trečiai vieno pluošto operacija panaudojant sintetinį transplantą. Tyrimo rezultatai parodė, kad po 6 ir 12 mėnesių sąnario stabilumas, propriocepcija ir pusiausvyra statistiškai reikšmingai pagerėjo tų pacientų, kuriems buvo atliktos dviejų pluoštų ir vieno pluošto panaudojant sintetinį transplantą operacijos [61].

Vertinant dinaminę pusiausvyrą dažniausiai naudojamas žvaigždės nuokrypio testas. Vertinant šiuo testu dinaminę pusiausvyrą reikalinga ne tik gera vestibulinio aparato ir propriocepcijos buklė, bet ir judesių amplitudė, neuroraumeninė kontrolė, kordinacija ir raumenų jėga. Asmenys, kurių šio testo rezultatai tarp kojų yra asimetriški daugiau nei 4 cm turi 2,5 karto daugiau rizikos patirti traumą apatinės galūnės srityje [63]. Garrison ir kiti (2015) teigia, jog tų asmenų, kurių kojų simetriškumo rodiklis siekia <4cm yra saugūs grįžti prie įprastinės fizinės veiklos [64].

2.7. Raumenų jėgos santykis su statine ir dinamine pusiausvyra

Pusiausvyra yra glaudžiai susijusi su raumenų jėga. Kuo kelio sąnarį gaubiantys raumenys yra stipresni, tuo geresnė statinė ir dinaminė pusiausvyra. Pagrindiniai raumenys kontroliuojant kūno pozą yra: juosmens ir pilvo raumenys, blauzdos lenkiamieji raumenys, keturgalvis šlaunies, dvilypis blauzdos ir priekinis blauzdos raumuo. Jų sinergija ypač svarbi einant arba esant netikėtam pusiausvyros sutrikdymui (dinaminė pusiausvyra) [9].

Ambegaonkar ir kiti (2014) atliko tyrimą, kurio tikslas buvo nustatyti ar liemens ištvėrmė ir šlaunies raumenų jėga turi įtakos pusiausvyros rezultatams atliekant modifikuotą žvaigždės nuokrypio testą. Tyrimo rezultatai parodė, kad liemens ištvėrmė neturi įtakos pusiausvyros rezultatams. Asmenys, kurių šlaunies lenkiamųjų, tiesiamųjų ir atitraukiamųjų raumenų jėga yra didesnė, pusiausvyros rodikliai atliekant modifikuotą žvaigždės nuokrypio testą yra statistiškai reikšmingai didesni lyginant su tais

asmenimis, kurių šlaunies raumenų jėga yra mažesnė. Autoriai padarė išvadą, kad stiprinant šlaunies raumenis, gerėja pusiausvyra ir neuroraumeninė kontrolė, kas sumažina tikimybę patirti priekinio kryžminio raiščio traumą [65].

Taip pat Garrison ir kitų (2014) autorių atlikto tyrimo rezultatai rodo šlaunies raumenų stiprinimo efektyvumą pusiausvyros rezultatams po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos. Buvo lyginamos 2 grupės: tradicinė rehabilitacija ir tradicinė rehabilitacija kartu su šlaunies raumenų stiprinimo pratimais. Pusiausvyros vertinimas buvo atliekamas modifikuotu žvaigždės nuokrypio testu po 8 ir 12 savaičių. Lyginant abi grupes statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas po 12 savaičių atliekant modifikuotą žvaigždės nuokrypio testą priekine kryptimi (angl. Anterior). Atliekant testą posteromedialine (angl. Posteromedial) ir posterolateraline (angl. Posterolateral) kryptimis statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta. Vertinant abi grupes po 8 savaičių statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta atliekant modifikuotą žvaigždės nuokrypio testą visomis kryptimis. Autoriai padarė išvadą, jog rehabilitacijos programa, kurią papildomai sudaro šlaunies raumenų stiprinimo pratimai pagerina asmenų dinaminę pusiausvyrą sagitalioje plokštumoje praėjus 3 mėnesiams po PKR operacijos [10].

Lee su bendraautoriais (2015) norėjo įvertinti ar blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėga bei šių raumenų tarpusavio santykis koreliuoja su dinamine pusiausvyra. Buvo vertinami asmenys po PKR operacijos (minimalus laikas po operacijos buvo 4 mėnesiai, maksimalus 6 metai) ir sveiki, traumos neturėję asmenys. Tyrimo rezultatai parodė, kad šlaunies raumenų jėga po PKR operacijos buvo apie 50 proc. mažesnė nei sveikų asmenų. Blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų tarpusavio santykis abiejų grupių buvo panašus. Sveikų asmenų dinaminei pusiausvyrai įtakos turėjo blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų tarpusavio santykis, tačiau asmenų po PKR operacijos šlaunies raumenų santykis nekoreliavo su dinamine pusiausvyra [66].

3. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

3.1. Tyrimo organizavimas ir tiriamieji

Tyrimas buvo atliekamas nuo 2016 metų spalio mėn. iki 2017 metų kovo mėn. VšĮ Karoliniškių poliklinikoje ir Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje. Tyrimo metu skambinta asmenims, po kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos, atlikusiems ambulatorinę reabilitaciją VšĮ Karoliniškių poliklinikoje ir prašoma atvykti traumuotos kojos funkcinės būklės įvertinimui. Skambinta 25 tiriamiesiems, tačiau 5 iš jų atvykti negalėjo (3 atsisakė, nes nenorėjo, 1 asmuo patyrė priešingo kelio sąnario traumą ir vienam asmeniui nepavyko prisiskambinti). Taip pat buvo vertinami asmenys, nepatyrę apatinių galūnių traumų. Jie atrinkti atsitiktinės atrankos būdu atitinkantys įtraukimo ir neįtraukimo kriterijus. Buvo atliekamas momentinis tyrimas. Tiriamieji testuoti vieną kartą. Įvertinus abi tiriamąsias grupes buvo lyginamos asmenų, po PKR operacijos, pažeista koja su sveika koja ir pažeista koja su asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančia koja.

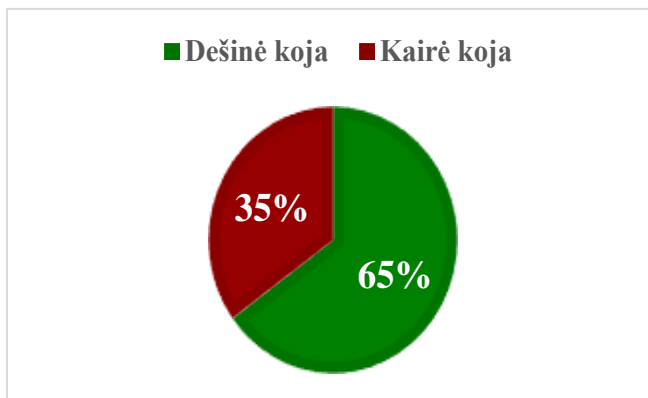
Tyrimė dalyvavo 20 tiriamųjų (13 vyrų ir 7 moterys) po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos (tiriamoji grupė) ir 20 tiriamųjų (11 vyrų ir 9 moterys), nepatyrusių apatinių galūnių traumų (kontrolinė grupė). Asmenų po PKR operacijos amžiaus vidurkis buvo $27,30 \pm 4,91$ metai, nepatyrusių apatinių galūnių traumų - $27,01 \pm 2,83$ metai. Tiriamųjų kūno masės indekso (KMI) vidurkis atitiko normą. Tiriamieji pagal amžių, lytį, svorį ir kūno masės indeksą statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$) (1 lentelė).

1 lentelė. *Tiriamųjų charakteristika*

	Tiriamoji grupė (n=20) M ± SN	Kontrolinė grupė (n=20) M ± SN	p
Amžius (m)	27,30 ± 4,91	27,01 ± 2,83	0,81
Ūgis (cm)	179,35 ± 8,49	176,20 ± 8,44	0,24
Svoris (kg)	75,11 ± 10,03	71,75 ± 9,32	0,28
KMI (kg/m ²)	23,19 ± 1,62	22,97 ± 1,15	0,62

M – vidurkis; SN – standartinis nuokrypis; p – reikšmingumo lygmuo; n – tiriamųjų skaičius; KMI – kūno masės indeksas.

Pacientai galėjo dalyvauti tyrime tik tada, kai buvo praėję 6 - 8 mėn. po priekinio kryžminio raiščio operacijos. Vidutinis laikotarpis po PKR rekonstrukcinės operacijos buvo $6,83 \pm 0,67$ mėn., mažiausias praėjęs laiko tarpas buvo 6 mėn., didžiausias – 8 mėn. 13 tiriamųjų pažeista koja buvo dešinė ir 7 tiriamųjų kairė koja (1 pav.). Kontrolinėje grupėje 18 (90 proc.) tiriamųjų įvardijo savo dešinę koją kaip dominuojančią.



1 pav. Tiriamosios grupės pažeistos kojos pasiskirtymas procentais

Priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinę operaciją patyrusių pacientų įtraukimo į tyrimą kriterijai:

- atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinė operacija prieš 6 - 8 mėnesius;
- nepažeistas priešingos kojos kelio sąnarys;
- abiejų kojų pilna kelio sąnario judesių amplitudė;
- vyrai ir moterys nuo 18 metų.

Priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinę operaciją patyrusių pacientų neįtraukimo į tyrimą kriterijai:

- anksčiau buvo patyrę bet kurio kelio sąnario traumą arba jau buvo atliktos operacijos;
- testavimo metu jaučiamas skausmas kelio sąnario srityje;
- patinimas kelio sąnaryje;
- kelio sąnario nestabilumas;
- nekontroliuojama hipertenzija;
- širdies - kraujagyslių sistemos ligos;
- kvėpavimo sistemos ligos;
- nugaros skausmas.

Kontrolinę grupę sudarė vyrai ir moterys nuo 18 metų, kurių neištraukimo į tyrimą kriterijai:

- ankščiau buvo patyrę bet kurio kelio sąnario traumą arba jau buvo atliktos operacijos;
- nugaros skausmas;
- nekontroliuojama hipertenzija;
- širdies - kraujagyslių sistemos ligos;
- kvėpavimo sistemos ligos.

Visi asmenys, po priekinių kryžminių raiščių operacijos, buvo atlikę vienodą, 14 darbo dienų trukusią, reabilitaciją Karoliniškių poliklinikoje. Pacientams ambulatorinės reabilitacijos metu taikytos procedūros:

- kineziterapija salėje (7 procedūros);
- kineziterapija vandenyje (7 procedūros);
- fizioterapijos procedūros (14 procedūrų);
- masažas (7 procedūros);
- perlinė vonia (7 procedūros).

Kineziterapijos salėje programą sudarė: pratimai, didinantys kelio sąnario judesio amplitudę, pratimai didinantys raumenų jėgą (izometriniai pratimai, uždaros ir atviros kinematinės grandinės pratimai), propriocepriją lavinantys pratimai ir pratimai lavinantys eiseną. Vienos kineziterapijos salėje procedūros trukmė – 45min. Taip pat visiems pacientams sudaryta namų programa.

3.2. Tyrimo metodika

Antropometriniai matavimai:

- Ūgis (cm) – vertintas centimetrais tiriamiesiems atsistojus šalia ūgio matavimui skirtos liniuotės, be avalynės.
- Svoris (kg) – vertinamas elektroninėmis svarstyklėmis. Tiriamieji buvo sveriami be avalynės, dėvėdami tik lengvą sportinę aprangą.
- KMI (kg/m^2) – skaičiuojamas, asmens kūno masę (kg) padalinus iš ūgio (m), pakelto kvadratu. KMI leidžia įvertinti, ar asmens svoris yra per mažas, optimalus, ar yra antsvoris ar nutukimas (2 lentelė).

2 lentelė. KMI normos [34]

KMI	Reikšmė
<18,5	Per mažas svoris
18,5–24,9	Normalus
25–29,9	Antsvoris
30–34,9	Pirmo laipsnio nutukimas
35–39,9	Antro laipsnio nutukimas
≥ 40,0	Trečio laipsnio nutukimas

- Šlaunų apimtys (cm) – matuotos bilateraliai, naudojant centimetrinę juostelę. Apimtys matuojami tiriamajam sėdint, sulenkus klubo ir kelio sąnarį 90° , kojai esant laisvai ant žemės. Šlaunies apimtis matuojama šlaunies apatiniame trečdalyje [67].

Blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų maksimali jėga, ištvėrmė ir šių rodiklių skirtumas tarp galūnių įvertintas izokinetiniu testu, skirtingais kampiniais greičiais – $60^{\circ}/s$ ir $180^{\circ}/s$. Izokinetinis testas atliktas naudojant „Biodex Medical System 4 PRO“ izokinetinį dinamometrą. Asmenims, po PKR operacijos, iš pradžių buvo vertinama sveika koja, vėliau pažeista [68]. Asmenims, nepatyrusiems apatinių galūnių traumų, iš pradžių buvo vertinama dominuojanti, vėliau nedominuojanti koja.

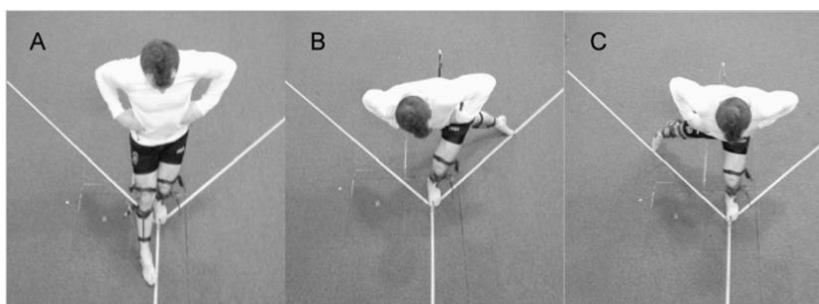
Testavimo eiga:

1. 5 min. apšilimas veloergometru (50 W galingumu, vidutiniškai 60 apsisukimų per minutę greičiu).
2. Tiriamasis atsisėda ant „Biodex System“ įrenginio kėdės.
3. Prieš testą 5 min. poilsis. Per tą laiką nustatomas dinamometras ir tiriamojo kūno padėties suregulavimas.
4. Prie dinamometro pritvirtinamas papildomas kelio įtaisas. Kelio anatominė sąnario ašis nustatyta ir sulyginta su dinamometro ašimi, vėliau nustatoma testuojamos kojos lenkimo amplitudė (ištiesus ir sulenkus koją per kelio sąnarį) ir pasveriamą galūnę.
5. Tiriamasis pritvirtinamas prie kėdės diržais ties juosmeniu, krūtine, šlaunimi bei blauzda. Buvo prašoma rankas sukryžiuoti ant krūtinės, kad išvengtume papildomų judesių bei rezultatų netikslumo.
6. Prieš testuojant buvo atliekami keli bandomieji judesiai [22].

Taip pat nustatytas santykis tarp lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos (%). Šis santykis apskaičiuojamas blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos momentą (Nm) padalinus iš blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momento (Nm) ir gautą rezultatą pavertus procentine išraiška. Esant šių raumenų disbalansui yra padidinta rizika patirti pakartotiną traumą. Dažniausiai norma laikoma tada, kai santykis yra 61 proc. esant kampiniam greičiui $60^\circ/\text{sek}$ ir 72 proc. esant $180^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui [6].

Statinės pusiausvyros vertinimas. Matuojant statinę pusiausvyrą naudojamas klinikinis pusiausvyros tyrimo metodas – klaidų skaičiavimo sistema (angl. Balance Error Scoring System). Tiriama statinė pusiausvyra užimant tris stovimas padėtis: stovint ant abiejų kojų, stovint ant vienos kojos, stovint kai pėdos yra vienoje linijoje. Minėtos padėties išlaikomos 20 sekundžių užsimerkus. Tiriamasis stovi ant kieto, vėliau ant minkšto pagrindo, rankas laiko ant juosmens. Pusiausvyros išlaikymo klaidos skaičiuojamos jei yra pakeliamos rankos nuo juosmens, atsimerkiama, žengiamas žingsnis, atitraukiama arba daugiau kaip 30° sulenkiamas šlaunis, pakeliami kojos pirštai arba kulnas, daugiau kaip 5 sekundes iš 20 reikiamų neišlaiko padėties. Išvada apie pusiausvyrą daroma atsižvelgiant į klaidų skaičių [69].

Dinaminės pusiausvyros vertinimas. Modifikuotos žvaigždės nuokrypio testo metu vertinama tiriamųjų dinaminė pusiausvyra (2 pav.). Ant žemės priklijuojami trys 150 cm ilgio medžiaginiai matuokliai, kurie sudaro tris susikertančias tieses, tarp priekinės ir vidinės tiesės – 135° , priekinės ir išorinės – 135° , vidinės ir išorinės – 90° kampas. Atstumui nustatyti naudojami indikatoriai. Tyrimo atlikimas: tiriamasis stovi ant vienos kojos basas trijų tiesių susikirtimo vietoje, kitos kojos pirštais neliesdamas žemės stumia indikatorių. Matuojamas atstumas nuo susikirtimo taško iki indikatoriaus kraštinės. Tiriama atremta koja, t. y. stumiant indikatorių įvairiomis kryptimis dešine koja vertinama kairė, ir atvirkščiai. Bandyamas anuliuojamas, jeigu: 1) asmeniui nepavyko išstovėti ant vienos kojos (pvz., koja palietė žemę); 2) tiesiamos kojos nepavyksta išlaikyti ties indikatoriumi (pvz., įspiria į indikatorių); 3) indikatorių naudoja pusiausvyrai išlaikyti (pvz., padeda pėdą ant indikatoriaus); 4) tiesiamos kojos nepavyksta grąžinti į pradinę padėtį. Buvo atliekami 3 bandymai kiekviena kryptimi dešine ir kaire koja. Geriausias bandymas užrašomas į protokolą ir naudojamas analizuojant rezultatus [70].

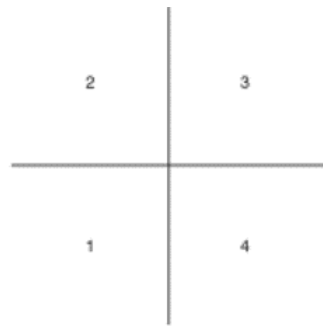


Laboratory setup of the Star Excursion Balance Test for the anterior (A), posterolateral (B), and posteromedial (C) reach directions.

2 pav. Modifikuotas žvaigždės nuokrypio testas [70]

Vikrumo vertinimas. Šuolių kvadratuose testas – šio testo metu nustatomas gebėjimas kontroliuoti kūną ir sugebėjimas atlikti greitėjimą ir lėtėjimą (3 pav.). Testo atlikimui reikalinga matavimo juosta, kreida ar juosta pažymėti linijas, chronometras, lygus ir neslidus paviršius atlikti šuoliams.

Testo eiga: testui atlikti ant paviršiaus pažymimos dvi 90 laipsnių kampu susikertančios tiesės, kurios sudaro 4 plotus. Plotai pažymimi skaičiais nuo 1 iki 4. Pirmasis plotas yra kairėje apačioje, antrasis kairėje viršuje, trečiasis dešinėje viršuje, ketvirtasis apačioje dešinėje. Tiriamasis stovi pasirengimo būsenoje, kojoms esant pečių plotyje, plote pažymėtame nr.1. Davus komandą pradėti, prasideda laiko skaičiavimas, tiriamasis šoka į priekį, plotą nr.2. Toliau, pagal eilę šoka į kitus plotus, tai atlikdamas kiek įmanoma greičiau, išlaikydamas savo kūno poziciją pastovią viso testo metu. Testas tęsiamas 10 sekundžių, tuomet jis stabdomas. Testo metu tiriantysis skaičiuoja šuolių skaičių ir stebi ar jie atliekami pagal nurodymus. Kiekvieno šuolio metu ant teisingo ploto ir dviejų pėdų nusileidęs asmuo gauna vieną tašką. Šuolis, kurio metu asmuo paliečia liniją ar nusileidžia viena ar abiejomis pėdomis ant neteisingo kvadrato įskaitomas kaip 0.5 taško. Po dviejų minučių poilsio testas kartojamas dar kartą. Testo tikslumui testo atlikimą gali stebėti du tiriantieji, kur vienas iš jų stebi laiką, o kitas skaičiuoja rezultatą. Šis testas buvo atliekamas pagal ir prieš laikrodžio rodyklę. Testavimas atliekamas po 2 kartus, geriausias rezultatas pažymimas protokole [71,72].



3 pav. Šuolių kvadratuose testo atlikimo schema [71]

3 lentelė. Šuolių kvadratuose testo vertinimo normos [71]

Vertinimas	Meistriškumo lygis
31 ir daugiau	Aukštas
25-30	Patobulėjęs vidutinis
13-24	Vidutinis
7-12	Patobulėjęs pradedantysis
0-6	Pradedantysis

Statistinė duomenų analizė. Tyrimo metu gauti duomenys buvo apdoroti ir analizuojami naudojant statistinius duomenų analizės paketus “*IBM SPSS Statistics for Windows 23.0*” ir “*Microsoft Office Excel 2013*”. Rezultatai pateikiami kaip aritmetinis vidurkis (M) ir standartinis nuokrypis (SN). Duomenų skirstinio normalumas patikrintas, taikant Šapiro – Wilko testą. Duomenų, pasiskirsčiusių pagal normalųjį skirstinį, analizavimui buvo taikomi parametriniai testai (dviejų priklausomų imčių T-testas, dviejų nepriklausomų imčių T-testas). Duomenų, pasiskirsčiusių ne pagal normalųjį skirstinį, analizavimui buvo taikyti neparametriniai testai: priklausomų imčių palyginimui naudotas neparametrinis Vilkoksono ženklų kriterijus; dviejų nepriklausomų imčių palyginimui naudotas neparametrinis Mano – Vitnio - Vilkoksono kriterijus. Skirtumai buvo laikomi statistiškai patikimais, kai $p \leq 0,05$ ir statistiškai nepatikimais, kai $p > 0,05$.

4. TYRIMO REZULTATAI

4.1. Šlaunų apimčių ir raumenų jėgos vertinimas

4.1.1. Šlaunų apimtys

Įvertinus šlaunų apimtį asmenims, po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, pastebėta, kad daugumos tiriamųjų šlaunų apimtys nuo sveikosios kojos nesiskiria, o 4 tiriamųjų pažeistos kojos šlaunies apimtis yra 1 cm mažesnė nei sveikosios. Kontrolinėje grupėje vieno tiriamojo dominuojančios kojos šlaunies apimtis buvo 1cm didesnė nei nedominuojančios kojos.

Gauti rezultatai parodė, kad tiriamojoje grupėje tarp sveikos ir pažeistos kojos šlaunų apimčių vidutinis skirtumas buvo $0,15 \pm 0,49$ cm, o kontrolinėje grupėje – $0,05 \pm 0,22$ cm. Tiriamojoje grupėje tarp pažeistos ir sveikos kojos šlaunų apimčių vidurkių nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$). Taip pat palyginus tiriamosios grupės pažeistos kojos šlaunies apimčių vidurkį su kontrolinės grupės dominuojančios kojos šlaunų apimčių vidurkiu statistiškai reikšmingas skirtumas nenustatytas ($p > 0,05$) (4 lentelė).

4 lentelė. *Asmenų, po PKR rekonstrukcinės operacijos, ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, šlaunų apimčių vidurkiai*

Koja	Tiriamoji grupė M ± SN	Kontrolinė grupė M ± SN	p
Pažeista/dominuojanti	51,90 ± 4,19	51,15 ± 6,65	0,67
Sveika/nedominuojanti	52,05 ± 4,24	51,10 ± 6,62	0,59
p	0,21	0,34	

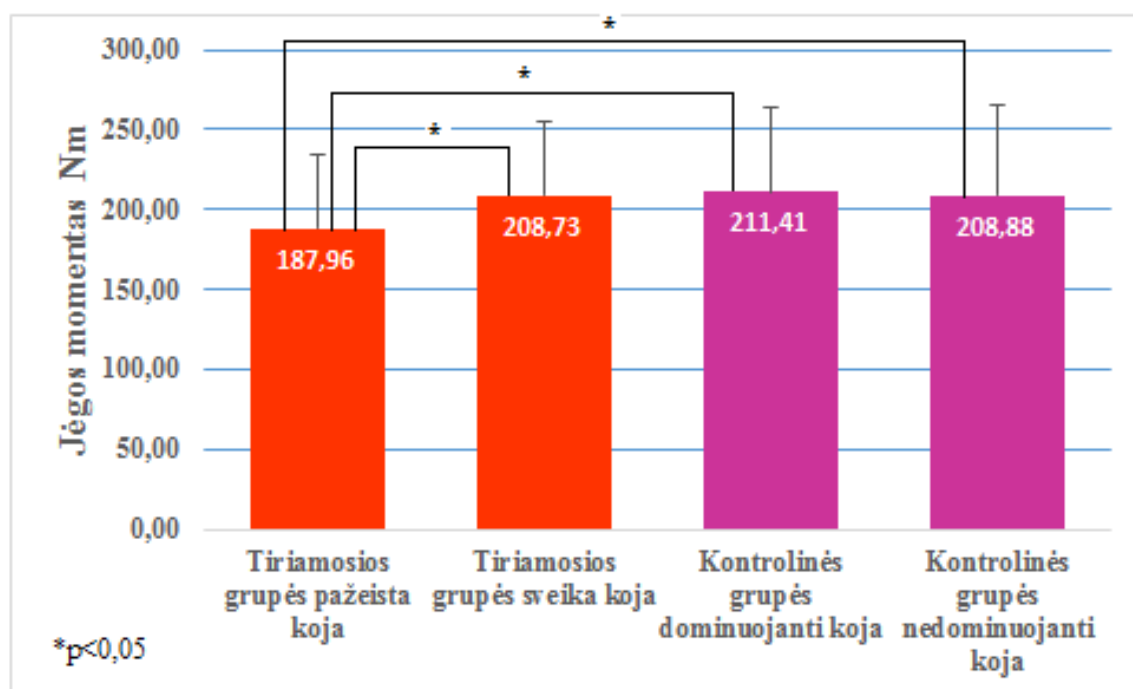
M – vidurkis; SN – standartinis nuokrypis; p – reikšmingumo lygmuo.

4.1.2. Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų maksimalios jėgos vertinimas

Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų maksimalios jėgos vertinimas buvo atliekamas izokinetiniu dinamometru, vertinant jėgos momentą (Nm) (angl. Peak torque) esant 60°/sek kampiniam greičiui.

Blauzdos tiesiamųjų raumenų (BTR) jėgos momentas esant 60°/sek kampiniam greičiui. Įvertinus jėgos momento rezultatus, nustatyta, kad tiriamosios grupės sveikos kojos BTR jėga

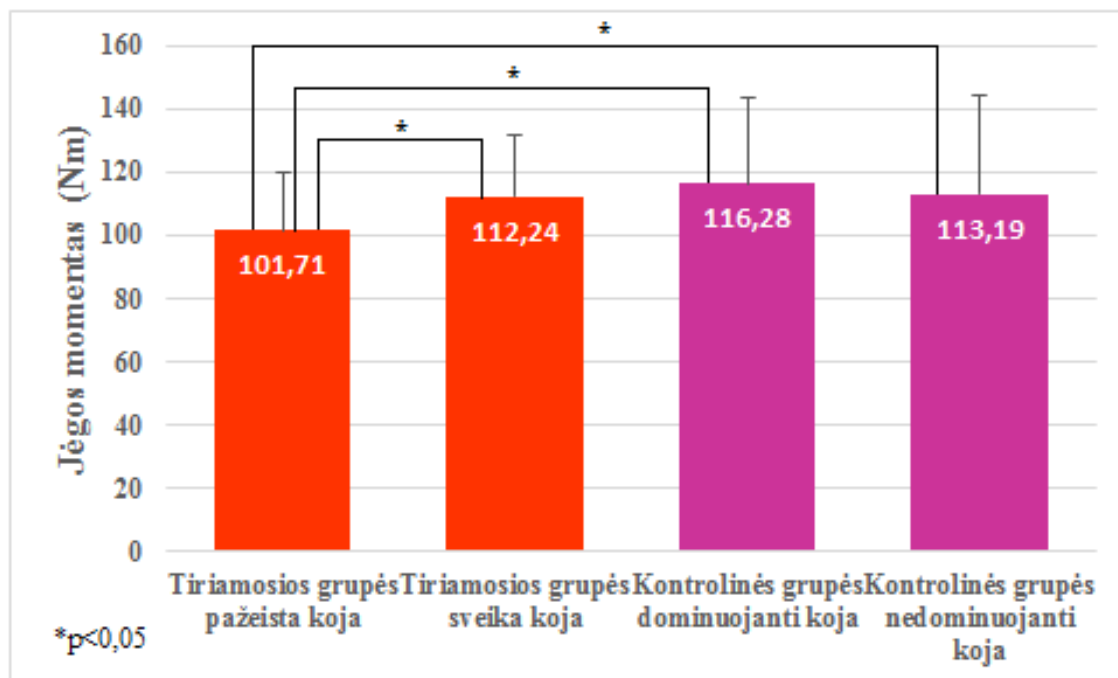
buvo 20,77 Nm didesnė, nei pažeistos kojos ($p < 0,05$). Minimali pažeistos kojos reikšmė grupėje buvo 123,32 Nm, maksimali – 264,27 Nm. Minimali sveikos kojos reikšmė buvo 134,76 Nm, maksimali – 278,85 Nm. Įvertinus kontrolinės grupės BTR jėgos momentą, gauti rezultatai parodė, kad dominuojanti koja 2,53 Nm stipresnė nei nedomuojanti koja ($p > 0,05$). Minimali dominuojančios kojos reikšmė buvo 121,14 Nm, maksimali – 271,38 Nm. Analogiškai nedomuojančios kojos rezultatai buvo – 114,70 Nm ir 280,73 Nm. Lyginant asmenų, po PKR operacijos pažeistos kojos jėgos momento rezultatus su asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančios kojos rezultatais nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p < 0,05$). Taip pat nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp tiriamosios grupės pažeistos kojos ir kontrolinės grupės nedomuojančios kojos ($p < 0,05$) (4 pav.).



4 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momentas esant 60°/sek kampiniam greičiui (Nm)

Blauzdos lenkiamųjų raumenų (BLR) jėgos momentas esant 60°/sek kampiniam greičiui. Gauti rezultatai parodė, kad tiriamosios grupės pažeistos kojos BLR jėga buvo 10,53 Nm mažesnė, nei nepažeistos. Šis skirtumas tarp kojų yra statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Minimali pažeistos kojos reikšmė grupėje buvo 64,14 Nm, maksimali – 131,28 Nm. Minimali sveikos kojos reikšmė buvo 67,56 Nm, maksimali – 140,11 Nm. Kontrolinės grupės BLR dominuojančios kojos jėgos momentas yra 3,09 Nm didesnis, nei nedomuojančios kojos. Šis skirtumas tarp kojų nėra statistiškai

reikšmingas ($p > 0,05$). Dominuojančios kojos mažiausia jėgos momento reikšmė grupėje buvo 73,72 Nm, didžiausia – 163,25 Nm. Analogiškai nedominuojančios kojos jėgos momento reikšmės buvo 66,19 Nm ir 159,93 Nm. Tiriamosios grupės pažeista koja buvo 14,57 Nm silpnesnė lyginant su kontrolinės grupės dominuojančia koja. Šis skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Taip pat nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp tiriamosios grupės pažeistos kojos ir kontrolinės grupės nedominuojančios kojos ($p < 0,05$) (5 pav.).

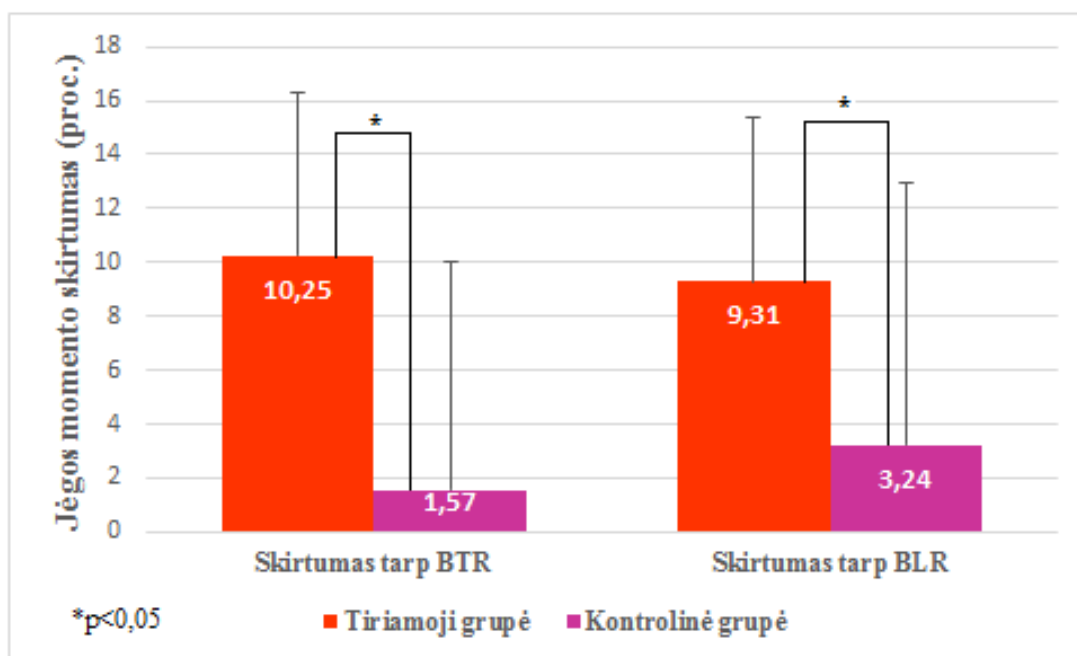


5 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos momentas esant 60°/sek kampiniam greičiui (Nm)

Taip pat buvo vertinamas jėgos momento skirtumas (proc.) tarp pažeistos / dominuojančios ir nepažeistos / nedominuojančios kojos. Didesnis kaip 10 proc. skirtumas sutrikdo normalią kelio sąnario funkciją ir gali sukelti pakartotiną traumą.

Vertinant blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos momento skirtumą, nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp tiriamosios ir kontrolinės grupės ($p < 0,05$). Vertinant skirtumą tarp BTR, net 18 asmenų, po PKR operacijos, pažeista koja buvo silpnesnė nei nepažeista. Iš jų 13 asmenų viršijo 10 proc. ribą. Dviejų tiriamųjų pažeistos kojos BTR buvo stipresni nei sveikos kojos. 7 asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojanti koja buvo silpnesnė nei nedominuojanti koja. Iš jų 2 asmenys viršijo 10 proc. ribą. Dviejų asmenų dominuojanti koja buvo daugiau nei 10 proc. stipresnė už nedominuojančią koją (6 pav.)

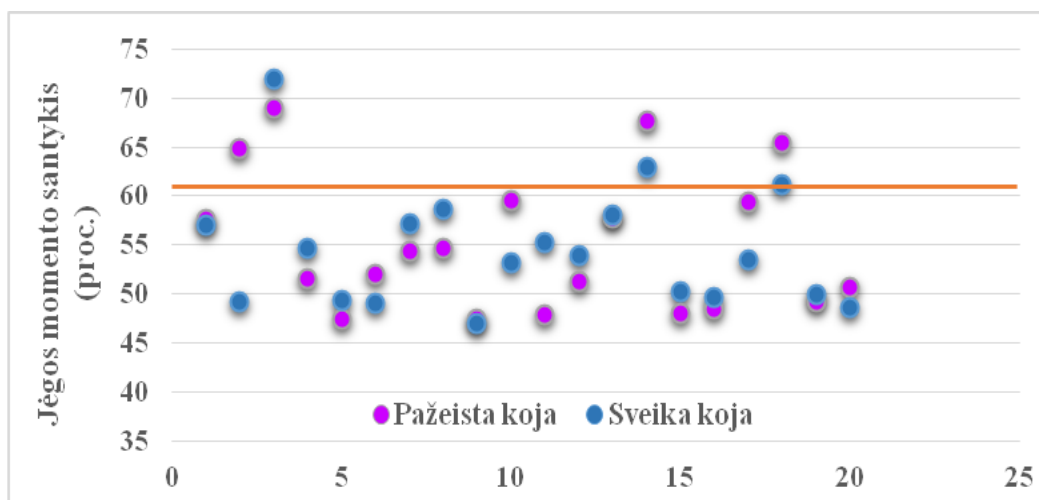
Įvertinus skirtumą tarp BLR, nustatėme, kad tik vieno asmens po PKR operacijos pažeista koja yra stipresnė nei sveikoji. 12 tiriamųjų BLR jėgos momento skirtumas viršijo 10 proc. ribą. Asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, rezultatai parodė, kad 12 tiriamųjų dominuojanti koja yra stipresnė nei nedominuojanti, iš jų 8 asmenų rezultatai viršijo 10 proc. ribą (6pav.).



BTR – blauzdos tiesiamieji raumenys; BLR – blauzdos lenkiamieji raumenys.

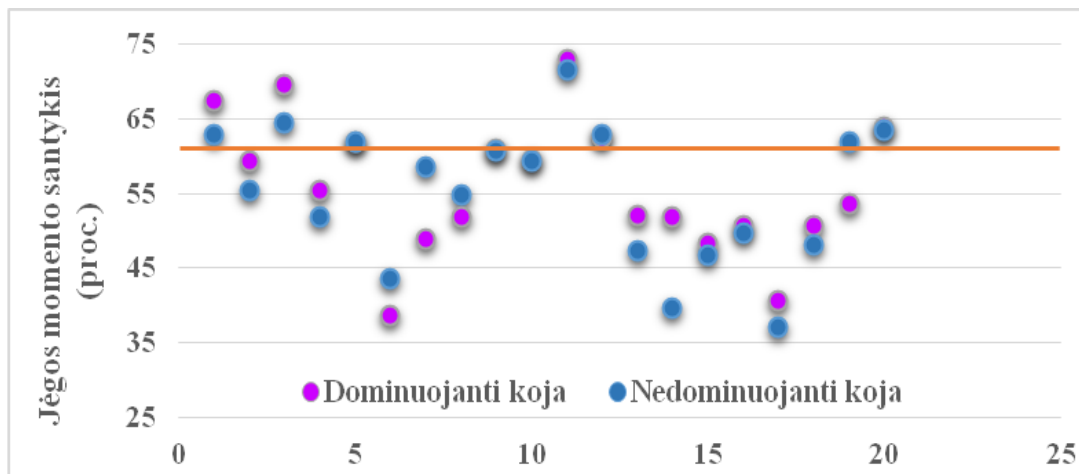
6 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės šlaunies raumenų jėgos momento skirtumas (proc.) tarp dešinės ir kairės kojos, esant 60°/sek kampiniam greičiui.

Jėgos momento santykis tarp blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų. 7 paveiksle pavaizduotas asmenų, po PKR operacijos, blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (%) esant 60°/sek kampiniam greičiui. Iš grafiko matome, kad tiek pažeistos, tiek sveikos kojos santykis daugumos pacientų yra žemesnis už rekomenduojamą santykio normą – 61 proc. ($p < 0,05$). Pažeistos kojos BLR ir BTR jėgos momento santykio vidurkis buvo $55,23 \pm 7,09$ proc., o sveikos kojos – $54,53 \pm 6,08$ proc. Lyginant tiriamosios grupės abi galūnes nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).



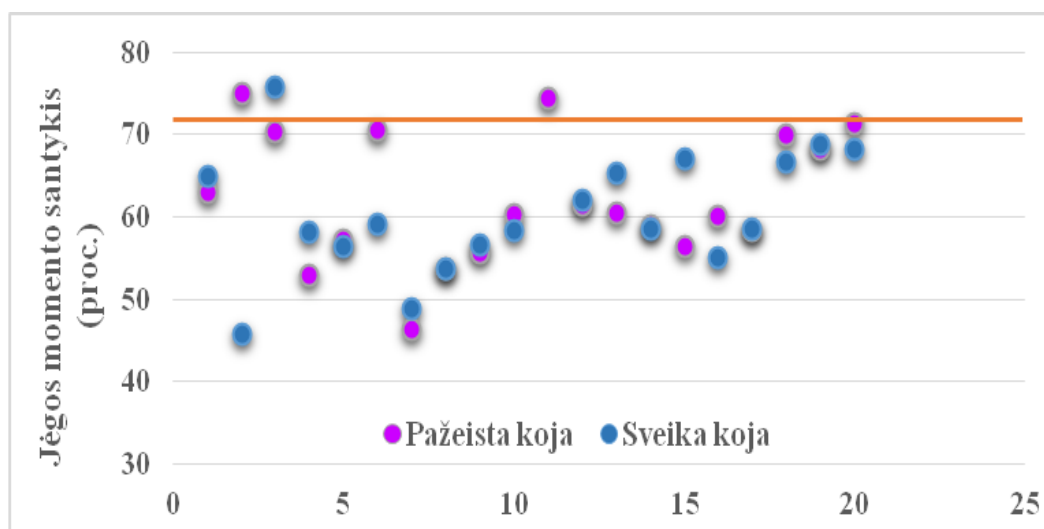
7 pav. Tiriamosios grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui (proc.)

8 paveiksle pavaizduotas asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui. Tiek dominuojančios, tiek nedominuojančios kojos santykio vidurkis buvo statistiškai reikšmingai mažesnis nei rekomenduojama norma (61 proc.) ($p < 0,05$). Dominuojančios kojos BLR ir BTR jėgos momento santykio vidurkis buvo $56,05 \pm 9,03$ proc., o nedominuojančios kojos – $55,11 \pm 9,25$ proc. Lyginant kontrolinės grupės dominuojančios ir nedominuojančios kojos jėgos momento santykį, nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$). Palyginus abiejų grupių rezultatus nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).



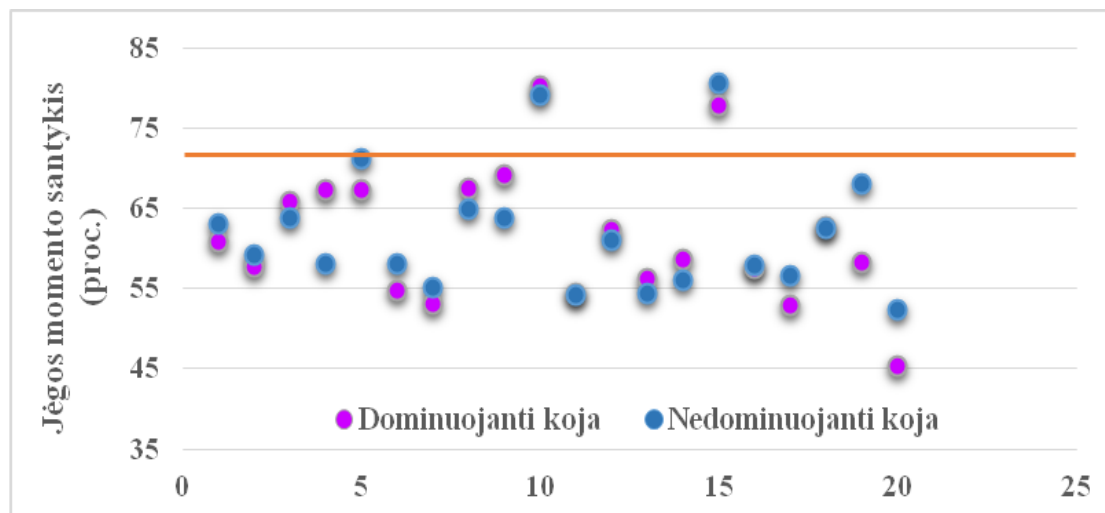
8 pav. Kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui

Taip pat jėgos momento santykis buvo įvertintas ir esant 180°/sek kampiniam greičiui. Esant tokiam kampiniam greičiui rekomenduojama norma yra 72 proc. 9 paveiksle pavaizduotas tiriamosios grupės BLR ir BTR jėgos momento santykis. Iš grafiko matome, kad tiek pažeistos, tiek sveikos kojos santykis daugumos pacientų yra žemesnis už rekomenduojamą normą. Nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp pažeistos kojos ir rekomenduojamos normos ir sveikos kojos ir rekomenduojamos normos ($p < 0,05$). Pažeistos kojos BLR ir BTR jėgos momento santykio vidurkis buvo $62,25 \pm 7,86$ proc., o sveikos kojos – $61,41 \pm 8,38$ proc. Lyginant tiriamosios grupės abi galūnes nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).



9 pav. Tiriamosios grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant 180°/sek kampiniam greičiui

10 paveiksle pavaizduotas kontrolinės grupės BLR ir BTR jėgos momento santykis esant 180°/sek kampiniam greičiui. Tiek dominuojančios, tiek nedominuojančios kojos santykio vidurkis buvo statistiškai reikšmingai mažesnis nei rekomenduojama norma (72 proc.) ($p < 0,05$). Dominuojančios kojos BLR ir BTR jėgos momento santykio vidurkis buvo $61,53 \pm 8,51$ proc., o nedominuojančios kojos – $62,04 \pm 7,81$ proc. Lyginant kontrolinės grupės abiejų apatinių galūnių jėgos momento santykį, nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$). Palyginus abiejų grupių rezultatus nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).

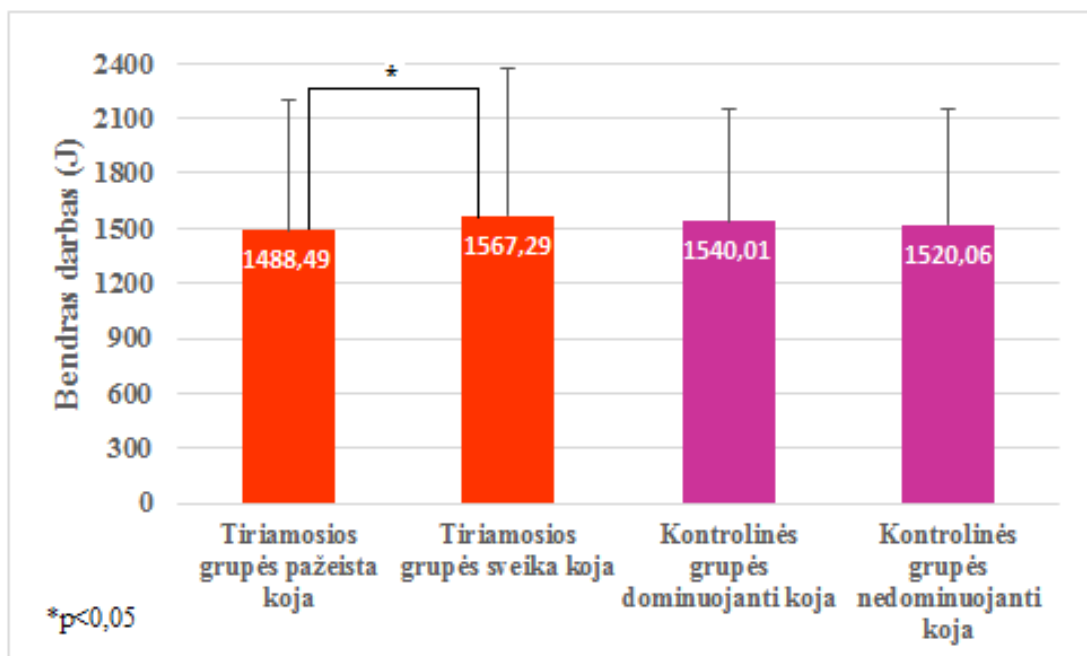


10 pav. Kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykis (proc.) esant 180°/sek kampiniam greičiui

4.2. Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ištvermės vertinimas

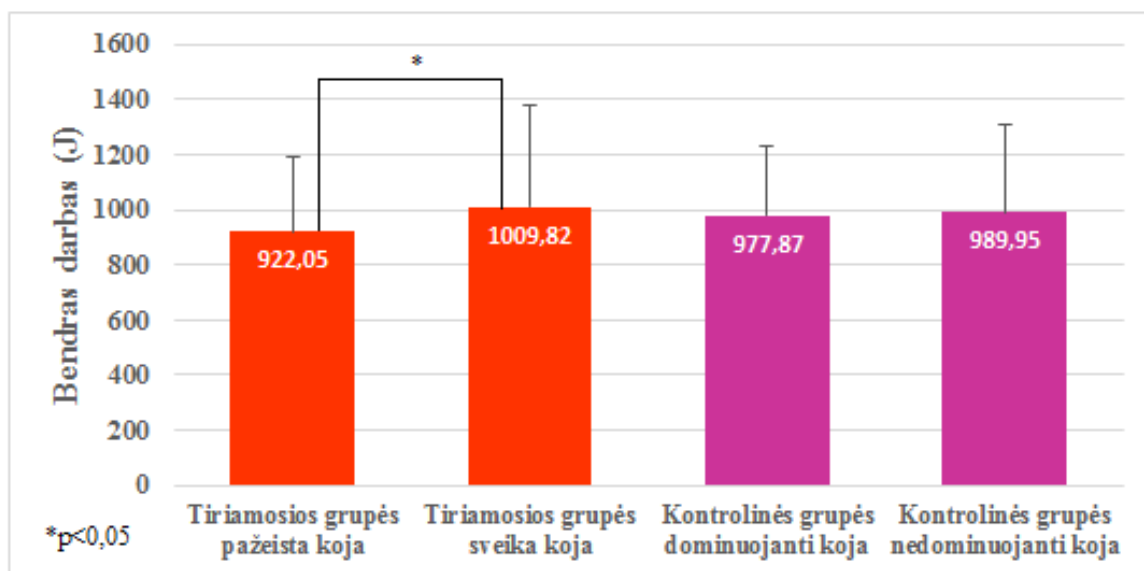
Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ištvermės vertinimas atliekamas izokinetiniu dinamometru atsižvelgiant į bendro darbo rezultatus (angl. Total work), esant 180°/sek kampiniam greičiui.

Blauzdos tiesiamųjų raumenų (BTR) bendras darbas esant 180°/sek kampiniam greičiui. Nustatėme, kad tiriamosios grupės narių sveikos kojos BTR vidutinis bendras darbas buvo 78,80 J didesnis nei pažeistos kojos, šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Kontrolinės grupės asmenų dominuojančios kojos BTR vidutinis bendras darbas buvo 19,95 J didesnis nei nedomuojančios kojos, šis skirtumas statistiškai nėra reikšmingas ($p > 0,05$). Lyginant abi grupes nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$) (11 pav.).



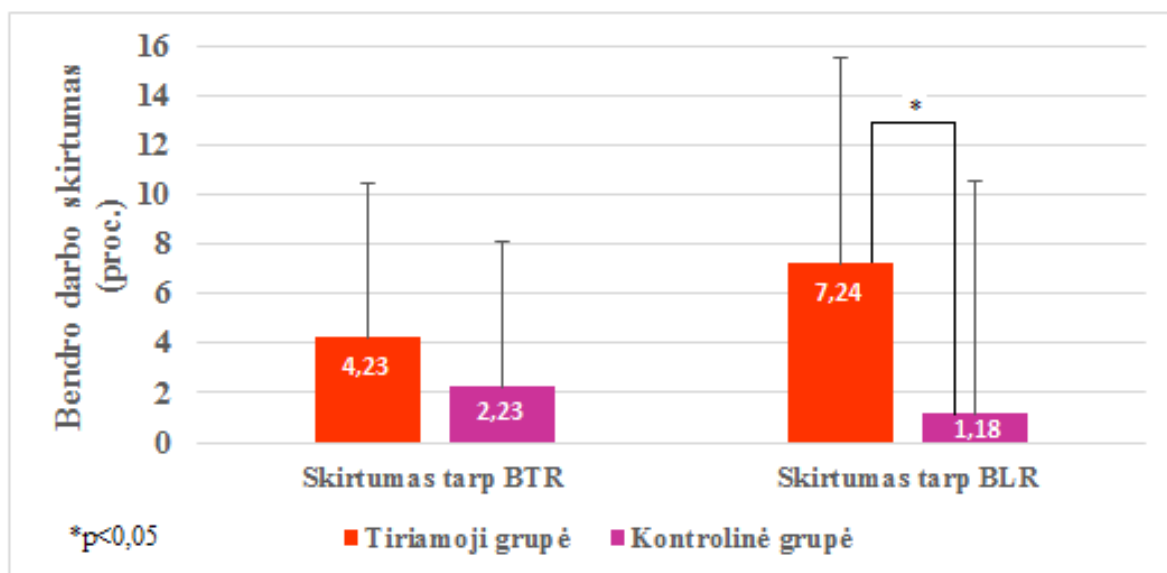
11 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos tiesiamųjų raumenų bendras darbas (J)

Blauzdos lenkiamųjų raumenų (BLR) bendras darbas esant 180°/sek kampiniam greičiui. BLR vidutinis bendras darbas tiriamosios grupės nepažeistoje kojoje buvo 87,77 J didesnis nei pažeistoje kojoje ($p<0,05$). Kontrolinėje grupėje dominuojančios kojos bendras darbas buvo 12,08 J mažesnis lyginant su nedominuojančia koja ($p>0,05$). Palyginus abiejų grupių blauzdos lenkiamųjų raumenų bendrą darbą reikšmingo skirtumo nenustatyta ($p>0,05$) (12 pav.).



12 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų raumenų bendras darbas (J)

Taip pat buvo vertinamas bendro darbo skirtumas (proc.) tarp pažeistos / dominuojančios ir nepažeistos / nedominuojančios kojos. Iš 13 paveikslo matome, kad statistiškai reikšmingas skirtumas yra tik tarp tiriamosios grupės blauzdos lenkiamųjų raumenų ir kontrolinės grupės blauzdos lenkiamųjų raumenų ($p < 0,05$). Vertinant skirtumą tarp BLR, net 17 asmenų, po PKR operacijos, pažeistos kojos bendro darbo rezultatai buvo mažesni nei nepažeistos kojos. 9 asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančios kojos bendro darbo rezultatai buvo mažesni nei nedominuojančios kojos. Įvertinus skirtumą tarp BTR, nustatėme, kad 18 asmenų, po PKR operacijos, pažeistos kojos bendro darbo rezultatai yra mažesni nei sveikosios kojos. Asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, bendro darbo rezultatai parodė, kad 14 tiriamųjų dominuojančios kojos įvertinimai buvo didesni, nei nedominuojančios kojos (13 pav.).



BTR – blauzdos tiesiamieji raumenys; BLR – blauzdos lenkiamieji raumenys.

13 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės šlaunies raumenų bendro darbo skirtumas (proc.) tarp dešinės ir kairės kojos, esant $180^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui.

4.3. Pusiausvyros vertinimas

4.3.1. Statinės pusiausvyros tyrimo duomenų analizė

Atliekant pusiausvyros klaidų skaičiavimo testą buvo tiriama, kiek kartų tiriamasis suklysta su pažeista / dominuojančia ir su sveika / nedominuojančia koja. Pradžioje buvo atliekama stovint ant kieto pagrindo, vėliau ant minkšto.

Stovint ant kieto pagrindo abejomis kojomis kontrolinės grupės tiriamieji nepadarė klaidų, tačiau tiriamojoje grupėje 3 asmenys padarė po vieną klaidą, todėl stovint ant kieto pagrindo abejomis kojomis vidurkis siekė $0,15 \pm 0,36$. Lyginant abi grupes statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta ($p>0,05$). Stovėdami abejomis kojomis ant minkšto pagrindo asmenų po PKR operacijos klaidų vidurkis siekė $1,05 \pm 0,94$ balo. Vienas tiriamasis padarė keturias klaidas, tai yra didžiausias klaidų skaičius šioje testo dalyje. Asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, klaidų vidurkis siekė $0,90 \pm 1,12$. Maksimalus klaidų skaičius buvo trys balai. Palyginus abi grupes, statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta ($p>0,05$). Kiti testo dalių rezultatai padalinti į asmenų po PKR operacijos pažeistą ir sveiką koją ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančią ir nedominuojančią koją (5 lentelė). Tiriamosios grupės asmenys ant pažeistos kojos padarė šiek tiek daugiau klaidų, todėl pažeistos kojos testo vidurkiai yra truputį didesni negu atliekant ant sveikos kojos. Tačiau nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas nei vienoje testo dalyje lyginant tiriamosios grupės pažeistą ir sveiką koją ($p>0,05$).

5 lentelė. *Statinės pusiausvyros vertinimas*

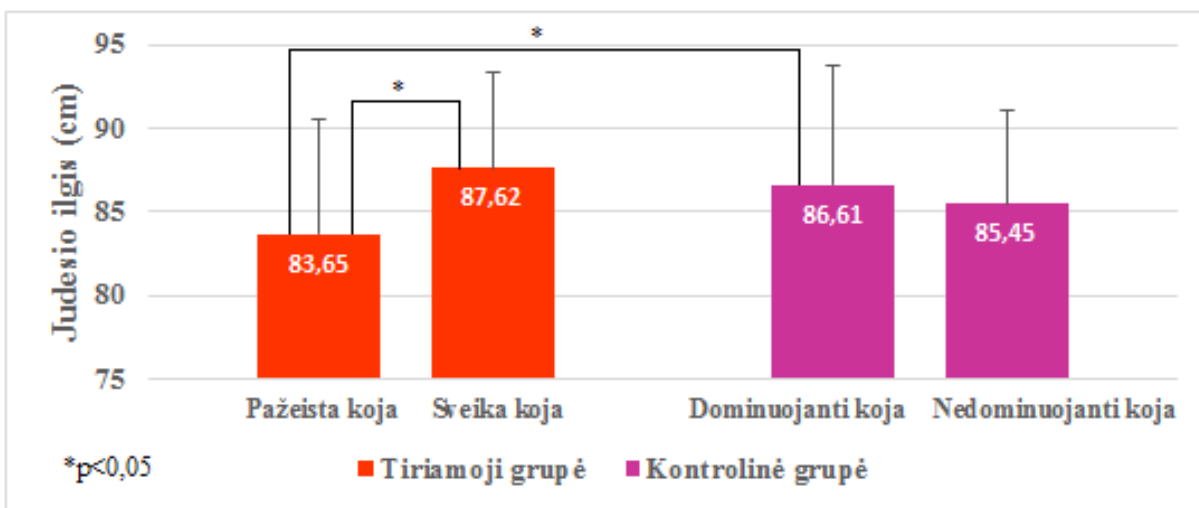
	Tiriamoji grupė		Kontrolinė grupė	
	<i>Stovint ant kieto pagrindo</i>			
	Ant pažeistos kojos	Ant sveikos kojos	Ant dominuojančios kojos	Ant nedominuojančios kojos
x	4,01	3,50	2,95	3,10
SN	1,71	1,51	2,18	1,88
Min	1	1	0	0
Max	8	7	7	7
p	0,66		0,37	
p tarp grupių	0,10			
	<i>Stovint ant kieto pagrindo koja prieš koja</i>			
	Pažeista koja priekyje	Sveika koja priekyje	Dominuojanti koja priekyje	Nedominuojanti koja priekyje
x	4,41	4,45	3,42	3,60
SN	1,35	1,50	2,03	2,01
Min	1	1	0	0
Max	8	7	7	7
p	0,77		0,26	
p tarp grupių	0,08			

<i>Stovint ant minkšto pagrindo</i>				
	Ant pažeistos kojos	Ant sveikos kojos	Ant dominuojančios kojos	Ant nedominuojančios kojos
x	5,71	5,30	5,02	4,75
SN	1,46	1,21	1,69	1,55
Min	3	2	1	1
Max	8	8	8	7
p	0,08		0,28	
p tarp grupių	0,22			
<i>Stovint ant minkšto pagrindo koja prieš koja</i>				
	Pažeista koja priekyje	Sveika koja priekyje	Dominuojanti koja priekyje	Nedominuojanti koja priekyje
x	6,25	6,45	5,25	5,40
SN	1,61	1,70	1,62	1,73
Min	2	1	1	2
Max	9	9	8	9
p	0,16		0,54	
p tarp grupių	0,06			

x – vidurkis; SN – standartinis nuokrypis; p – reikšmingumo lygmuo; Min – minimali reikšmė; Max – maksimali reikšmė.

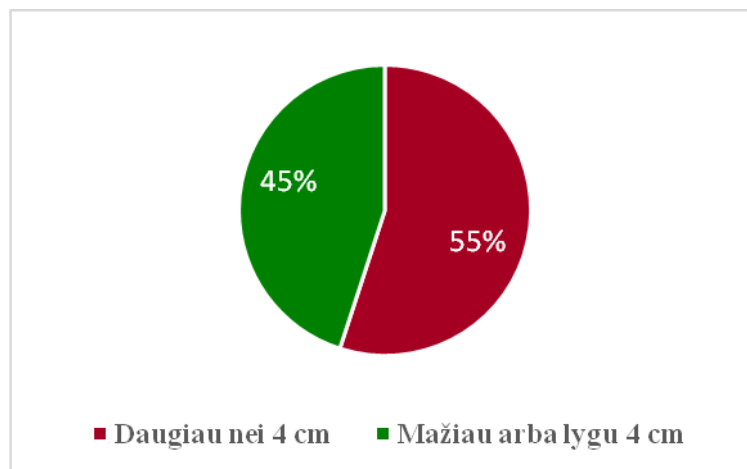
4.3.2. Dinaminės pusiausvyros tyrimo duomenų analizė

Tiriamuosius testuojant modifikuotu žvaigždės nuokrypio testu dinaminė pusiausvyra buvo vertinama dešinės ir kairės kojos judesio ilgiu trimis kryptimis: į priekį, šoną ir vidų. Įvertinus kojų judesių ilgį į priekį rezultatai parodė, kad vidutiniškai tiriamosios grupės pažeista ir sveika koja skyrėsi $3,95 \pm 1,43$ cm. Šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$). Kontrolinės grupės tiriamųjų dominuojanti ir nedominuojanti koja vidutiniškai skyrėsi $1,15 \pm 1,09$ cm ($p > 0,05$). Lyginant abi grupes nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp tiriamosios grupės pažeistos ir kontrolinės grupės dominuojančios kojos ($p < 0,05$) (14 pav.).



14 pav. Modifikuoto žvaigždės nuokrypio testo, judesio į priekį, rezultatai (cm)

Literatūroje teigiama, jei priekinio nuokrypio skirtumas yra daugiau nei 4 cm, tiriamasis turi didesnę tikimybę patirti traumą. 15 paveiksle parodyta, kad 11 tiriamosios grupės asmenų sveikos ir pažeistos kojos priekinio nuokrypio rezultatai viršija 4 cm leidžiamą skirtumo ribą. Kontrolinėje grupėje nei vienas asmuo neviršijo leistinos 4 cm ribos.



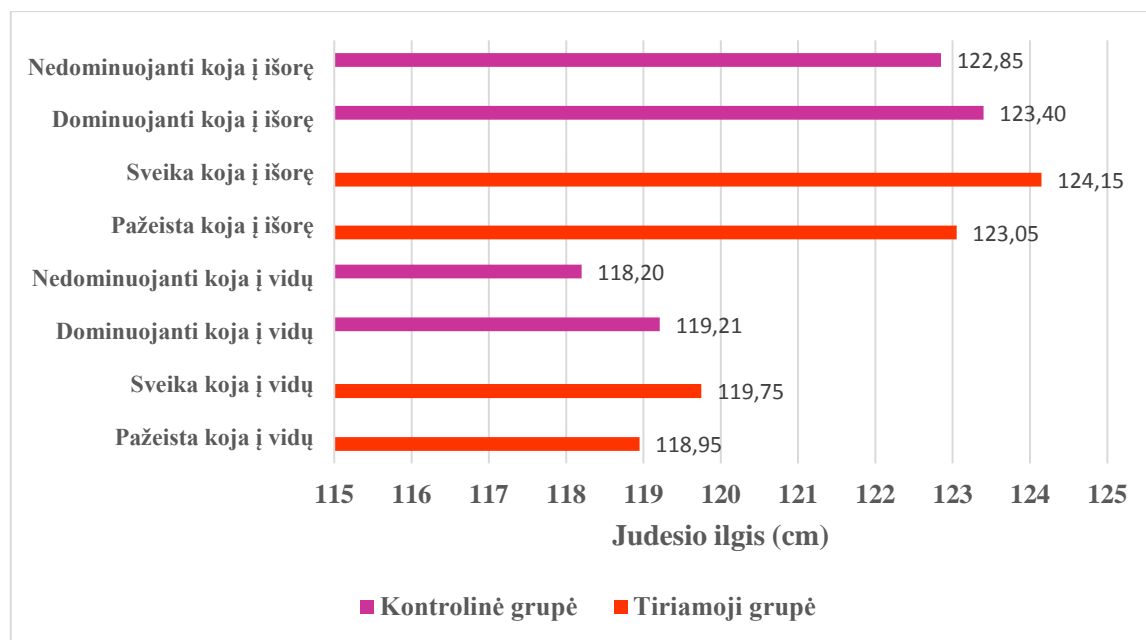
15 pav. Tiriamosios grupės pažeistos ir sveikos kojos priekinio nuokrypio skirtumas

16 paveiksle vaizduojami tiriamosios ir kontrolinės grupės vidinio ir išorinio nuokrypio rezultatai. Apskaičiavus tiriamosios grupės pažeistos ir sveikos kojos vidinio nuokrypio vidurkius, gautas skirtumas tarp jų $0,80 \pm 0,62$. Šis skirtumas tarp abiejų kojų nėra statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$). Mažiausia reikšmė grupėje pažeista koja buvo 99cm, didžiausia – 132 cm. Sveika koja mažiausia reikšmė buvo 100 cm, didžiausia – 134 cm. Kontrolinės grupės dominuojančios ir nedominuojančios kojos

vidinio nuokrypio vidurkių skirtumas buvo lygus $1,01 \pm 0,65$ ($p > 0,05$). Dominuojančios kojos mažiausia reikšmė grupėje buvo 103 cm, didžiausia – 129 cm. Nedomnuojančios kojos mažiausia reikšmė buvo 102 cm, didžiausia – 130 cm. Palyginus abiejų tiriamųjų grupių vidinio nuokrypio rezultatus nerastas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).

Vertinant tiriamosios grupės išorinį nuokrypį, skirtumas tarp sveikos ir pažeistos kojos buvo $1,10 \pm 0,97$. Toliausias išorinio nuokrypio judesio ilgis su pažeista koja siekė – 136 cm, o su sveika – 137 cm. Arčiausias atstumas su traumtuota koja – 102 cm, o su sveika – 105 cm. Nustačius pažeistos ir sveikos kojos vidurkius nerastas joks statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).

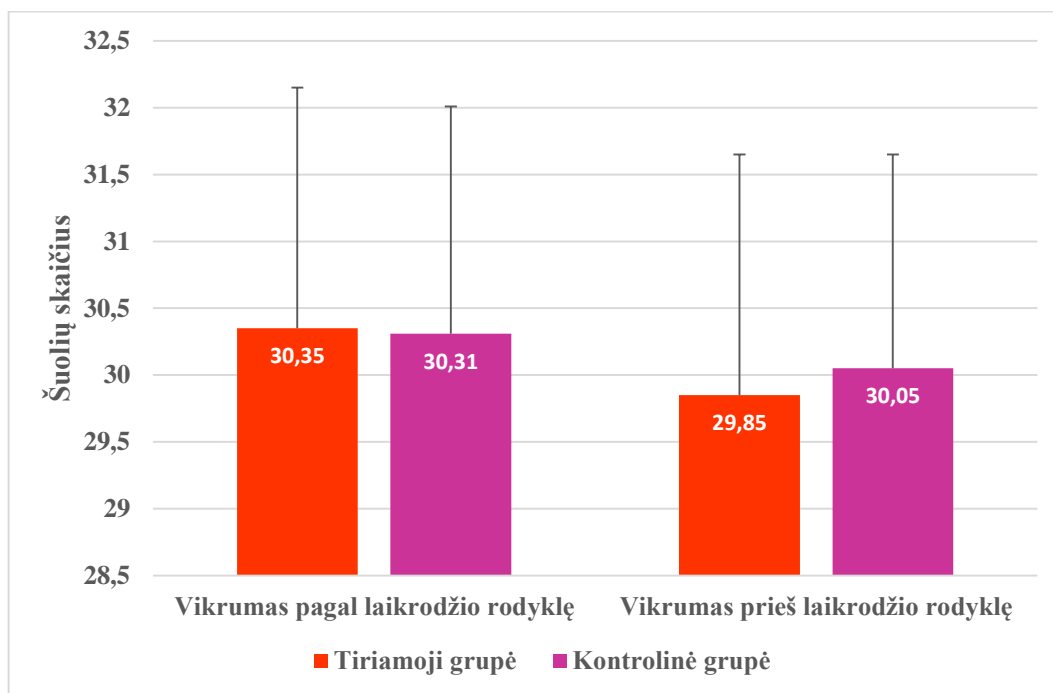
Įvertinus kontrolinės grupės išorinį nuokrypį, dominuojančios ir nedomnuojančios kojos vidurkių skirtumas buvo lygus $0,95 \pm 0,83$. Toliausias išorinio nuokrypio judesio ilgis su dominuojančia koja siekė – 140 cm, o su nedomnuojančia – 138 cm. Arčiausias atstumas su dominuojančia koja – 106 cm, o su nedomnuojančia – 105 cm. Nustačius dominuojančios ir nedomnuojančios kojos vidurkius nerastas joks statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$). Palyginus abiejų tiriamųjų grupių išorinio nuokrypio rezultatus nerastas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$).



16 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės vidinio ir išorinio nuokrypio rezultatai

4.4. Vikrumo rezultatų analizė

Įvertinus tiriamosios grupės vikrumo rezultatus, nerastas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp šuolių skaičiaus pagal laikrodžio rodyklę ir prieš laikrodžio rodyklę ($p>0,05$). Atliekant testą pagal laikrodžio rodyklę didžiausias šuolių skaičius buvo 33, mažiausias – 26. Atliekant prieš laikrodžio rodyklę didžiausias šuolių skaičius – 32, mažiausias – 25. Kontrolinėje grupėje taip pat nerastas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp šuolių skaičiaus pagal ir prieš laikrodžio rodyklę ($p>0,05$). Šokinėjant pagal laikrodžio rodyklę didžiausias šuoliukų skaičius buvo 34, mažiausias – 27. Atliekant testą prieš laikrodžio rodyklę didžiausias skaičius buvo 34, mažiausias – 26. Palyginus abi grupes tiek atliekant testą pagal laikrodžio rodyklę, tiek atliekant prieš laikrodžio rodyklę, nerastas joks statistiškai reikšmingas skirtumas ($p>0,05$) (17 pav.).



17 pav. Tiriamosios ir kontrolinės grupės vikrumo rezultatai

5. REZULTATŲ APTARIMAS

Tyrimo metu buvo siekiama įvertinti, ar praėjus 6 – 8 mėnesiams po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, išlieka operuotosios kojos funkcinės būklės pakitimai, lyginant su jų sveikąja koja ir su asmenimis, nepatyrusiais apatinių galūnių traumų.

Mūsų atliktame tyrime, norint įvertinti raumenų atrofiją buvo matuojama šlaunies apimtis centimetrine juoste. Pasak Laupattarakasem ir kt. (2012) tai patogus ir patikimas būdas, kuris dažnai naudojamas klinikinėje praktikoje. Mūsų tyrimo duomenys parodė, kad asmenų, po PKR operacijos pažeistos kojos šlaunies apimtis vidutiniškai lygi $51,90 \pm 4,19$ cm, o sveikos kojos - $52,05 \pm 4,24$ cm. ($p > 0,05$). Laupattarakasem su bendraautorais (2012) įvertino šlaunies apimtis asmenims, praėjus $21,80 \pm 26,97$ mėn. po PKR operacijos. Pažeistos kojos šlaunies apimtis buvo $47,85 \pm 3,28$ cm, o sveikos kojos - $50,54 \pm 3,9$ cm. Autoriai nustatė statistiškai reikšmingą skirtumą tarp operuotosios ir sveikos kojos ($p < 0,05$) [73]. Taip pat Kılınc ir kt. (2015) tyrimo metu įvertino asmenis praėjus vidutiniškai $23,09 \pm 9,08$ mėn. nustatė statistiškai reikšmingą skirtumą tarp pažeistos ir nepažeistos kojos, skirtumas tarp kojų buvo $1,6 \pm 1,08$ cm [27]. Mūsų atliktame tyrime skirtumas tarp pažeistos ir sveikos kojos buvo $0,15 \pm 0,49$ cm. Rezultatų skirtumas tarp mūsų atlikto tyrimo ir kitų autorių galėjo būti dėl skirtingo tiriamųjų skaičiaus. Mūsų atliktame tyrime buvo įvertinta 20 asmenų, o Laupattarakasem ir kt. - 30 asmenų, o Kılınc ir kt. - 55 asmenys po PKR operacijos. Taip pat mūsų tyrimo duomenys su Kılınc ir kt. autorių duomenimis galėjo nesutapti dėl to, kad autoriai tik nuo 6 – 12 sav. po operacijos pradeda taikyti uždaro kinetinės grandinės pratimus.

Mūsų atliktame tyrime maksimalios šlaunies raumenų jėgos vertinimui buvo naudojamas izokinetinis dinamometras. Gauti statistiškai reikšmingi rezultatai parodė, kad asmenų, po PKR operacijos operuotosios kojos BTR jėgos momentas, esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui buvo $187,96 \pm 46,82$ Nm, sveikos kojos – $208,73 \pm 46,26$ Nm. BLR jėgos momentas pažeistoje kojoje buvo $101,71 \pm 18,38$ Nm, nepažeistoje – $112,24 \pm 19,54$ Nm ($p < 0,05$). Taip pat statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas palyginus pacientų pažeistos kojos šlaunies raumenų jėgos rodiklius su asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, tais pačiais rodikliais ($p < 0,05$). Palyginus asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančios ir nedominuojančios kojos rezultatus nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ($p > 0,05$). Panašius rezultatus gavo Thomas ir kt. (2013) - jų atliktame tyrime buvo įvertinti asmenys, praėjus 6 mėn ir daugiau po PKR operacijos ir asmenys, neturėję traumų. Gauti rezultatai parodė, kad esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui asmenų, po priekinių kryžminių raiščių operacijos, pažeistos kojos BTR jėga buvo statistiškai reikšmingai silpnesnė nei sveikos kojos ($p < 0,05$). Tačiau

autoriai nerado statistiškai reikšmingo skirtumo vertinant BLR jėgą tarp tiriamosios grupės pažeistos ir nepažeistos kojos ($p > 0,05$). Įvertinus kontrolinės grupės BTR ir BLR jėgą, nerastas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp abiejų kojų ($p > 0,05$) [50]. Tokie pat rezultatai, vertinant kontrolinę grupę, buvo gauti ir mūsų atliktame tyrime. Taip pat panašūs tyrimo rezultatai buvo ir Andrade su bendraautoriais atliktame tyrime. Įvertinus asmenis po PKR operacijos jie nustatė statistiškai reikšmingą skirtumą tarp operuotos ir neoperuotos kojos BTR ir BLR jėgos momento ($p < 0,05$) [74].

Vertinant pažeistos kojos funkcinę būklę asmenims po PKR operacijos svarbu atsižvelgti ir į blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų skirtumą tarp pažeistos ir nepažeistos kojos. Tiriamųjų, po priekinio kryžminio raiščio operacijos, esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui nustatytas 10,25 proc. skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų. Tarp blauzdos lenkiamųjų raumenų nustatytas 9,31 proc. skirtumas. Tiriamųjų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, BTR skirtumas buvo 1,57 proc., o BLR – 3,24 proc. Tiek vertinant BTR, tiek BLR dominuojanti koja buvo stipresnė nei nedominuojanti. Lyginant abi grupes nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp BTR ir BLR jėgos momentų skirtumų ($p < 0,05$). Vasconcelos ir kitų autorių (2009) atliktas tyrimas taip pat parodė statistiškai reikšmingą skirtumą tarp asmenų, praėjus vidutiniškai $8,5 \pm 4,0$ mėn. po PKR operacijos ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų BTR ir BLR jėgos momentų skirtumų ($p < 0,05$) [75]. Czaplicki su bendraautoriais (2015) atliko tyrimą, kuriame vertino tik asmenis, po priekinių kryžminių raiščių operacijos. Praėjus 3 mėn. nuo atliktos operacijos BTR jėgos momento skirtumas buvo 22 proc., tačiau praėjus 6 mėn. šis skirtumas sumažėjo iki 15 proc. Vertinant BLR jėgos momento skirtumą po 3 mėn. gauti rezultatai parodė 8 proc. skirtumą, o po 6 mėn. - 4 proc. [6]. Laudner ir kt. (2015) įvertinęs asmenis praėjus $7,8 \pm 1,9$ mėn. po PKR operacijos ir asmenis, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, taip pat rado statistiškai reikšmingą skirtumą tarp abiejų grupių BTR jėgos momentų skirtumų ($p < 0,05$). Tačiau autoriai įvertinę BLR jėgos momentų skirtumus tarp grupių statistiškai reikšmingo skirtumo nerado ($p > 0,05$) [76]. Tiek mūsų atlikto tyrimo rezultatai, tiek kitų autorių atliktų tyrimų rezultatai parodo, jog praėjus 6 ir daugiau mėnesių po PKR operacijos esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui išlieka jėgos momento skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos.

Vertinant kojos funkcinę būklę taip pat labai svarbu atkreipti dėmesį į blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos momento santykį. Pasak Dedinsky ir kt. (2017) jei šis santykis yra mažesnis kaip 60 proc. tai rodo raumenų disbalansą ir gali padidinti riziką pakartotinai PKR traumai [77]. Czaplicki su bendraautoriais (2015) nurodo, kad dažniausiai norma laikoma tada, kai santykis yra 61 proc. esant kampiniam greičiui $60^\circ/\text{sek}$ ir 72 proc. esant $180^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui [6]. Mūsų atlikto tyrimo rezultatai parodė, jog esant $60^\circ/\text{sek}$ kampiniam greičiui asmenų, po PKR operacijos, pažeistos kojos BLR

ir BTR jėgos momento santykis buvo 55,23 proc., nepažeistos kojos – 54,53 proc. Atitinkamai, esant 180°/sek kampiniam greičiui šlaunies raumenų jėgos santykis buvo 62,25 proc. ir 61,41 proc. Šie rezultatai statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo rekomenduojamų normų ($p < 0,05$). Asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, BLR ir BTR jėgos momento santykis taip pat statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo rekomenduojamų normų ($p < 0,05$). Rezultatai tarp abiejų grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$). Mūsų tyrimo rezultatai labai panašūs į Lee ir kt. (2015) atlikto tyrimo rezultatus: asmenų, po PKR operacijos, BLR ir BTR jėgos momento santykis jų tyrime buvo 56 proc. \pm 17 proc. (kampinis greitis - 60°/sek.). Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, autoriai nenustatė ($p > 0,05$) [66]. Czaplicki ir kt. (2015) taip pat gavo panašius rezultatus: santykis tarp blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų, praėjus 6 - 12 mėn. po PKR rekonstrukcinės operacijos, buvo 58 \pm 13 proc. operuotoje ir 52 \pm 12 proc. sveikoje galūnėje, esant 60°/sek kampiniam greičiui, bei atitinkamai 68 \pm 14 proc. ir 63 \pm 13 proc., esant 180°/sek kampiniam greičiui [6]. Mūsų atliktame tyrime tiek esant 60°/sek, tiek 180°/sek kampiniam greičiui, asmenų, po PKR operacijos, pažeistos kojos BLR ir BTR jėgos momento santykis yra didesnis nei sveikos. Kiti autoriai taip pat nurodo, jog po PKR operacijos pažeistos kojos šis santykis yra didesnis lyginant su nepažeistąja [51,78].

Mūsų atliktame tyrime taip pat buvo įvertintas bendras raumenų darbas esant 180°/sek. kampiniam greičiui. Šis rodiklis atspindi raumenų ištvermę. Gauti rezultatai parodė, kad tik asmenų, po PKR operacijos, pažeistos kojos BTR ir BLR bendras darbas statistiškai reikšmingai skiriasi nuo nepažeistos kojos ($p < 0,05$). Taip pat Andrade ir kt. (2014) nustatė, kad asmenų, po priekinių kryžminių raiščių operacijos, blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų bendras darbas reikšmingai mažesnis operuotoje kojoje ($p < 0,05$) [74].

Vertinant statinę pusiausvyrą buvo naudojamas klinikinis pusiausvyros tyrimo metodas – klaidų skaičiavimo sistema (angl. Balance Error Scoring System). Lyginant asmenis, po PKR operacijos ir asmenis, nepatyrusius apatinių galūnių traumų, nenustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas nei vienoje testo dalyje, tačiau prastesni testo vertinimai buvo asmenų, po PKR operacijos, grupėje ($p > 0,05$). Zult su bendraautoriais (2017) atliko tyrimą, kuriame taip pat gavo statistiškai nereikšmingą statinės pusiausvyros skirtumą tarp asmenų, po PKR operacijos, ir asmenų, neturėjusių apatinių galūnių traumų ($p > 0,05$) [79]. Parus ir kt. (2015) atliko panašų tyrimą, statinę pusiausvyrą vertino po 2 mėnesių nuo atliktos operacijos. Tyrimo rezultatai parodė, jog yra statistiškai reikšmingas skirtumas tarp asmenų, po PKR operacijos ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų ($p < 0,05$) [80]. Lee su bendraautoriais (2015) atliko tyrimą, kuriame vertino asmenis, po priekinių kryžminių raiščių operacijos. Vieną grupę sudarė asmenys praėjus ≤ 3 mėn., kitą grupę > 3 mėn. po rekonstrukcinės operacijos. Lyginant abiejų

grupių statinę ir dinaminę pusiausvyrą statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta, nors žemesni vertinimai buvo toje grupėje, kurioje praėjo daugiau nei 3 mėn. laikotarpis nuo atliktos operacijos ($p > 0,05$) [57]. Mūsų ir kitų autorių tyrimų rezultatai parodo, jog nors ir praėjus daugiau nei 6 mėn. po PKR rekonstrukcinės operacijos, statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta vertinant statinę pusiausvyrą, tačiau šių asmenų vertinimai išlieka prastesni nei asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų.

Mūsų atliktame tyrime dinaminė pusiausvyra buvo vertinama modifikuotu žvaigždės nuokrypio testu. Buvo vertinamos 3 kryptys: priekinė, vidinė ir išorinė. Tyrimo rezultatai parodė, jog tik vienoje priekinėje kryptyje yra statistiškai reikšmingas skirtumas tarp tiriamųjų, po PKR operacijos, ir tiriamųjų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų ($p < 0,05$). Tiek vidinėje, tiek išorinėje kryptyje jokių statistiškai reikšmingų pokyčių nepastebėta ($p > 0,05$). Panašius į mūsų tyrimo rezultatus gavo Clagg ir kt. (2015) atliktas tyrimas, kuriame buvo įvertinti 66 asmenys, po PKR operacijos, ir 47 sveiki asmenys. Rezultatai parodė, jog statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių yra tik priekinėje kryptyje. Autoriai nustatė, jog tiek pažeista, tiek nepažeista koja priekinio nuokrypio rezultatai statistiškai reikšmingai skiriasi nuo asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančios ir nedominuojančios kojos ($p < 0,05$). Mūsų atliktame tyrime statistiškai reikšmingas skirtumas pastebimas tik priekinėje kryptyje tarp pažeistos ir nepažeistos kojos ir tarp pažeistos ir dominuojančios kojos ($p < 0,05$). Asmenų, po PKR operacijos, sveikos kojos priekinio nuokrypio rezultatai statistiškai reikšmingai nesiskiria nuo asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, dominuojančios ir nedominuojančios kojos ($p > 0,05$) [81]. Hoch su bendraautoriais (2017) įvertinęs 20 asmenų po PKR operacijos ir 40 asmenų, neturėjusių apatinių galūnių traumų, dinaminę pusiausvyrą modifikuotu žvaigždės nuokrypio testu, nerado statistiškai reikšmingo skirtumo nei vienoje kryptyje ($p > 0,05$) [82]. Tokius pat rezultatus gavo ir Rambaud ir kt. (2016): atliktas tyrimas, kuriame autoriai įvertinęs asmenis, po 6, 9 ir 12 mėn. po PKR operacijos, ir asmenis, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, nerado statistiškai reikšmingo skirtumo atliekant modifikuotą žvaigždės nuokrypio testą nei vienoje judesio kryptyje ($p > 0,05$) [83].

Vertinant vikrumą mūsų tyrime buvo atliekamas šuolių kvadratuose testas. Tyrimo rezultatai parodė, jog tiek asmenų, po PKR operacijos, tiek asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, vikrumo rodikliai statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p > 0,05$). Mehran su bendraautoriais (2016) įvertino krepšininkus, kuriems buvo atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija ir krepšininkus, kurie neturėjo apatinių galūnių pažeidimų. Rezultatai parodė, jog tiek vienos, tiek kitos grupės asmenų, atliekant vikrumo testą, rezultatai statistiškai reikšmingai nesiskiria ($p > 0,05$) [84].

6. IŠVADOS

1. A) Asmenų, po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcinės operacijos, pažeistos kojos šlaunies apimtis nesiskyrė nuo sveikosios kojos bei nuo asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų ($p>0,05$).
B) Tiriamosios grupės asmenų pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėga buvo mažesnė lyginant su sveika koja bei su kontrolinės grupės asmenų dominuojančia ir nedominuojančia koja ($p<0,05$). Abiejų tyrime dalyvavusių grupių blauzdos lenkiamųjų ir tiesiamųjų raumenų jėgos santykis nesiekė normos ribos ($p<0,05$).
2. Tiriamosios grupės pažeistos kojos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ištvėmė buvo mažesnė nei sveikosios kojos ($p<0,05$). Skirtumo tarp abiejų tyrimo grupių nebuvo ($p>0,05$).
3. Priekinių kryžminių raiščių traumą patyrusių asmenų dinaminė pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos buvo prastesnė lyginant su sveikąja koja ir su asmenimis, nepatyrusiais apatinių galūnių traumų ($p<0,05$). Abiejų tyrimo grupių statinės pusiausvyros rezultatai nesiskyrė ($p>0,05$).
4. Asmenų, po priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos, ir asmenų, nepatyrusių apatinių galūnių traumų, vikrumo rodikliai reikšmingai nesiskyrė ($p>0,05$).

7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Kineziterapeutai, sudarydami pacientams pratimų kompleksą namuose, turėtų atsižvelgti į individualius paciento ištyrimo, atlikto ambulatorinės reabilitacijos pabaigoje, rezultatus. Kineziterapeutas į pratimų kompleksą turėtų įtraukti daugiau raumenų jėgos, ištvermės ir pusiausvyros lavinimo pratimų, nes net ir po 6 - 8 mėn išlieka šių rodiklių skirtumas tarp pažeistos ir sveikos kojos.
2. Siekiant reabilitacijos efektyvumo svarbu palaikyti ryšį su pacientu, tai motyvuotų jį dirbti savarankiškai namuose. Taip pat kineziterapeutas turėtų skatinti pacientą atvykti pakartotiniam ištyrimui.
3. Rekomenduojamas pakartotinis paciento ištyrimas po 6 mėn. nuo atliktos priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcinės operacijos ir namų programos korekcija atsižvelgiant į rezultatus.

8. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Alex Ng WH, Griffith JF, Law BKY, Paunipagar B, Yee Hung EH, Yung PS. Imaging of the anterior cruciate ligament. *World J Orthop.*2011;2(8):75-84.
2. Colvinn AC, Meislin RJ. Posterior cruciate ligament injuries in the athlete diagnosis and treatment. *Bull NYU Hosp Jt Dis.*2009;67(1):45-51.
3. Brower AM, Wojtys ED. Anterior cruciate ligament injuries in the prepubescent and adolescent athlete: clinical and research considerations. *J Athl Train.*2010;45(5):509-512.
4. Temponi EF, Carvalho LH, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop.*2015;50(1):9–15.
5. Kim DK, Park WH. Sex differences in knee strength deficit 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci.*2015;27(12):3847–3849.
6. Czaplicki A, Jarocka M, Walawski J. Isokinetic identification of knee joint torques before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *PLoS One.*2015;10(12):e0144283.
7. Juodžbalienė V, Šimkuvienė A, Brazaitis M, Darbutas T. Skirtingų kineziterapijos programų poveikis pusiausvyrai, kelio sąnario propriocepcijai ir šlaunies raumenų jėgai po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos. Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija.2011;2(5):9-14.
8. Godinho P, Nicoliche E, Cossich V, Branco de Sousa E, Velasques B, Salles JI. Proprioceptive deficit in patients with complete tearing of the anterior cruciate ligament. *Rev Bras Ortop.*2014;49(6):613–618.
9. Chvatal SA, Ting LH. Common muscle synergies for balance and walking. *Front Comput Neurosci.*2013;7:48.
10. Garrison JC, Bothwell J, Cohen K, Conway J. Effects of hip strengthening on early outcomes following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.*2014;9(2):157–167.
11. Liu-Ambrose T. The anterior cruciate ligament and functional stability of the knee joint. *BCMJ.*2003;45(10):495-499.
12. Woo SL, Wu C, Dede O, Vercillo F, Noorani S. Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg.*2006;1:2.
13. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop.*2016;7(2):82–93.

14. Andernord D, Desai N, Björnsson H, Ylander M, Karlsson J, Samuelsson K. Patient predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 16,930 patients with 2-year follow-up. *Am J Sports Med.*2015;43(1):121-7.
15. Yabroudi MA, Björnsson H, Lynch AD, Muller B, Samuelsson K, Tarabichi M, Karlsson J, Fu FH, Harner CD, Irrgang JJ. Predictors of revision surgery after primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med.*2016;4(9).
16. D.F. Murphy, D.A.J.Connolly, B.D.Beynon. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine.*2003;37:13-29.
17. Belanger L, Burt D, Callaghan J, Clifton S, Gleberzon BJ. Anterior cruciate ligament laxity related to the menstrual cycle: an updated systematic review of the literature. *J Can Chiropr Assoc.*2013;57(1):76-86.
18. Briggs K, Dewing C, Philippon M, Steadman JR. Decreased femoral head–neck offset: a possible risk factor for ACL injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*2012;20(12):2585-2589.
19. Andrews JR, Cain EL, Dugas JR, Macrina LC, Wilk KE. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sports Phys Ther.*2012;42(3):153-171.
20. Hertel J, Medina JMM. Sex differences and representative values for 6 lower extremity alignment measures. *J Athl Train.*2009;44(3):249-55.
21. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slaughterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, Beynon BD. Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Review of the Literature—Part 2: Hormonal, Genetic, Cognitive Function, Previous Injury, and Extrinsic Risk Factors. *Sports Health.*2012;4(2):155–161.
22. Streckis V, Skurvydas A, Zachovajevas P, Gudas R, Lukšaitė J, Trumpickas V. Intensyviosios ir įprastinės reabilitacijos poveikis blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai atlikus priekinio kryžminio raiščio rekonstruojamąją operaciją. *Medicina. Kaunas.*2007;43(1);51-59.
23. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.*2011;27(12):1697-705.
24. Petersen W, Zantop T. Return to play following ACL reconstruction: survey among experienced arthroscopic surgeons (AGA instructors). *Arch Orthop Trauma Surg.*2013;133(7):969-77.
25. Michael P. Hall, Ronald S. Paik, Anthony J. Ware, Karen J. Mohr, Orr Limpisvasti. Neuromuscular evaluation with single-leg squat test at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med.*2015;3(3):2325967115575900.

26. Tran AA, Gatewood C, Harris AHS, Thompson JA, Drago JL. The effect of foot landing position on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *J Exp Orthop*.2016;3:13.
27. Kılınc BE, Kara A, Camur S, Oc Y, Celik H. Isokinetic dynamometer evaluation of the effects of early thigh diameter difference on thigh muscle strength in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft. *J Exerc Rehabil*.2015;11(2):95–100.
28. Mills M, Frank B, Goto S, Blackburn T, Cates S, Clark M, Aguilar A, Fava N, Padua D. Effect of restricted hip flexor muscle length on hip extensor muscle activity and lower extremity biomechanics in college-aged female soccer players. *Int J Sports Phys Ther*.2015;10(7):946–954.
29. Della Villa S, Boldrini L, Ricci M, Danelon F, Snyder-Mackler L, Nanni G, Roi GS. Clinical outcomes and return-to-sports participation of 50 soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction through a sport-specific rehabilitation protocol. *Sports Health*.2012;4(1):17-24.
30. Sonnery-Cottet B, Panisset JC, Colombet P, Cucurulo T, Graveleau N, Hulet C, Potel JF, Servien E, Trojani C, Djian P, Pujol N. Partial ACL reconstruction with preservation of the posterolateral bundle. *Orthop Traumatol Surg Res*.2012;98(8):165-70.
31. Ramski DE, Kanj WW, Franklin CC, Baldwin KD, Ganley TJ. Anterior cruciate ligament tears in children and adolescents: a meta-analysis of nonoperative versus operative treatment. *Am J Sports Med*.2014;42(11):2769-76.
32. Relph N, Herrington L. The effect of conservatively treated Acl injury on knee joint position sense. *Int J Sports Phys Ther*.2016;11(4):536–543.
33. Harris K, Driban JB, Sitler MR, Cattano NM, Hootman JM. Five-year clinical outcomes of a randomized trial of anterior cruciate ligament treatment strategies: an evidence-based practice paper. *J Athl Train*.2015;50(1):110–112.
34. Magnussen RA, Duthon V, Servien E, Neyret P. Anterior cruciate ligament reconstruction and osteoarthritis. *Cartilage*.2013;4(3):22–26.
35. Grassi A, Bailey JR, Signorelli C, Carbone G, Wakam AT, Lucidi GA, Zaffagnini S. Magnetic resonance imaging after anterior cruciate ligament reconstruction: A practical guide. *World J Orthop*.2016;7(10):638–649.
36. Shaerf DA, Pastides PS, Sarraf KM, Willis-Owen CA. Anterior cruciate ligament reconstruction best practice: A review of graft choice. *World journal of orthopedics*.2014;5(1):23-29.
37. Frobell RB, Lohmander LS, Ranstam J, Roemer FW, Roos EM, Roos HP. Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of randomised trial. *BMJ*.2013;346:232.

38. Kim DK, Hwang JH, Park WH. Effects of 4 weeks preoperative exercise on knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci.*2015;27(9):2693–2696.
39. Adams D, Logerstedt D, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: A criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther.*2012;42(7):601–614.
40. Manske RC, Prohaska D, Lucas B. Recent advances following anterior cruciate ligament reconstruction: rehabilitation perspectives. *Curr Rev Musculoskelet Med.*2012;5(1):59–71.
41. Martimbianco AL, Gomes da Silva BN, de Carvalho AP, Silva V, Torloni MR, Peccin MS. Effectiveness and safety of cryotherapy after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A systematic review of the literature. *Phys Ther Sport.*2014;15(4):261-8.
42. Saka T. Principles of postoperative anterior cruciate ligament rehabilitation. *World J Orthop.*2014;5(4):450–459.
43. Stanley CJ, Creighton A, Gross MT, Garrett WE, Yu B. Effects of a knee extension constraint brace on lower extremity movements after ACL reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.*2011;469(6):1774–1780.
44. Kruse LM, Gray B, Wright RW. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *J Bone Joint Surg Am.*2012;94(19):1737-48.
45. Meuffels DE, Poldervaart MT, Diercks RL, Fievez AW, Patt TW, Hart CP, Hammacher ER, Meer Fv, Goedhart EA, Lenssen AF, Muller-Ploeger SB, Pols MA, Saris DB. Guideline on anterior cruciate ligament injury. *Acta Orthop.*2012;83(4):379-86.
46. Uçar M, Koca I, Eroglu M, Eroglu S, Sarp U, Arik HO, Yetisgin A. Evaluation of open and closed kinetic chain exercises in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci.*2014;26(12):1875–1878.
47. Balki S, Göktaş HE, Öztemur Z. Kinesio taping as a treatment method in the acute phase of ACL reconstruction: A double-blind, placebo-controlled study. *Acta Orthop Traumatol Turc.*2016;50:628–634.
48. Akbari A, Ghiasi F, Mir M, Hosseinifar M. The effects of balance training on static and dynamic postural stability indices after acute ACL reconstruction. *Glob J Health Sci.*2016;8(4):68–81.
49. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Wojtys EM. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clin Sports Med.*2008;27(3):405-24.
50. Thomas AC, Villwock M, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *J Athl Train.*2013;48(5):610–620.

51. Kim HJ, Lee JH, Ahn SE, Park MJ, Lee DH. Influence of anterior cruciate ligament tear on thigh muscle strength and hamstring-to-quadriceps ratio: A meta-analysis. *PLoS One*.2016;11(1):e0146234.
52. Lepley LK. Deficits in quadriceps strength and patient-oriented outcomes at return to activity after ACL reconstruction. *Sports Health*.2015;7(3):231–238.
53. Di Stasi SL, Logerstedt D, Gardinier ES, Snyder-Mackler L. Gait patterns differ between ACL-reconstructed athletes who pass return-to-sport criteria and those who fail. *Am J Sports Med*.2013;41(6):1310–1318.
54. Schmitt LC, Paterno MV, Hewett TE. The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*.2012;42(9):750–759.
55. Indriūnienė J, Juocevičius A. Amžiaus įtaka moterų blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų jėgos ir išvermės parametrų. *Gerontologija*.2011;12(3):167–171.
56. Rutkauskienė L, Piščalkienė V, Gintilienė M, Zachovajevienė B, Kavaliauskienė A. Vyresnio amžiaus asmenų pusiausvyros vertinimas naudojant „sigma balance pad“. *Visuomenės sveikata*.2012;22(5):52-56.
57. Lee DH, Lee JH, Ahn SE, Park MJ. Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability. *PLoS One*.2015;10(9):e0139038.
58. Skurvydas A, Masiulis N, Gudas R, Dargevičiūtė G, Parulytė D, Trumpickas V, Kalesinskas JR. Extension and flexion torque variability in ACL deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.2011;19(8):1307-13.
59. Fernandes TL, Felix ECR, Bessa F, Luna NMS, Sugimoto D, D’Andrea Greve JM, HernandezI AJ. Evaluation of static and dynamic balance in athletes with anterior cruciate ligament injury – A controlled study. *Clinics (Sao Paulo)*.2016;71(8):425–429.
60. Furlanetto TS, Peyré-Tartaruga LA, Severo do Pinho A, da Silva Bernardes E, Zaro MA. Proprioception, body balance and functionality in individuals with acl reconstruction. *Acta Ortop Bras*.2016;24(2):67–72.
61. Ma Y, Deie M, Iwaki D, Asaeda M, Fujita N, Adachi N, Ochi M. Balance ability and proprioception after single-bundle, single-bundle augmentation, and double-bundle ACL reconstruction. *ScientificWorld Journal*.2014;2014:342012.

62. Gudas R, Smailys A, Vostrugina K, Tamošiūnas R, Simonaitis D, Kalesinskas RJ. Prospektyvusis dviejų ir vieno pluošto priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos metodų palyginimas. *Medicina Kaunas*.2008;44(2):110-118.
63. Shaffer SW, Teyhen SD, Lorensen CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, Childs JD. Y-balance test: A reliability study involving multiple raters. *Mil Med*.2013;178(11):1264-70.
64. Garrison JC, Bothwell JM, Wolf G, Aryal S, Thigpen CA. Y balance test anterior reach symmetry at three months is related to single leg functional performance at time of return to sports following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther*.2015;10(5):602–611.
65. Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV, Burt A, Cortes N. Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *Int J Sports Phys Ther*.2014;9(5):604–616.
66. Lee DH, Lee JH, Jeong HJ, Lee SJ. Lack of correlation between dynamic balance and hamstring-to-quadriceps ratio in patients with chronic anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Relat Res*.2015;27(2):101–107.
67. Dadelienė R. Kineziologija. Vilnius. Lietuvos sporto informacijos centras 2008.
68. Cvjetkovic DD, Bijeljic S, Palija S, Talic G, Radulovic TN, Kosanovic MG, Manojlovic S. Isokinetic testing in evaluation rehabilitation outcome after ACL reconstruction. *Med Arch*.2015;69(1):21–23.
69. Iverson GL, Koehle MS. Normative data for the balance error scoring system in adults. *Rehabil Res Pract*.2013;2013:846418.
70. Doherty C, Bleakley CM, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Laboratory measures of postural control during the star excursion balance test after acute first-time lateral ankle sprain. *J Athl Train*.2015;50(6):651–664.
71. Jay Dawes, Mark Roozen. *Developing agility and quickness*.2012.
72. Waghmare AR, Surdi AD, Bondade AK. Study of flexibility, agility and reaction time in handball players. *Indian Medical Gazette*.2012.
73. Laupattarakasem W, Paholpak P, Kosuwon W. The relevant level to estimate girth difference between thighs after anterior cruciate ligament deficiency. *J Med Assoc Thai*.2012;95(10):178–83.
74. Andrade MS, Lira CAB, Vancini RL, Nakamoto FP, Cohen M, Silva AC. Differences in muscle strength after ACL reconstruction do not influence cardiorespiratory responses to isometabolic exercise. *Braz J Phys Ther*.2014;18(2):144–151.

75. Vasconcelos RA, Bevilaqua-Grossi D, Shimano AC, Paccola CJ, Salvini TF, Prado CL, Mello Junior WA. Reliability and validity of a modified isometric dynamometer in the assessment of muscular performance in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. *Rev Bras Ortop.*2009;44(3):214–224.
76. Laudner K, Evans D, Wong R, Allen A, Kirsch T, Long B, Meister K. Relationship between isokinetic knee strength and jump characteristics following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.*2015;10(3):272–280.
77. Dedinsky R, Baker L, Imbus S, Bowman M, Murray L. Exercises that facilitate optimal hamstring and quadriceps co-activation to help decrease acl injury risk in healthy females: a systematic review of the literature. *Int J Sports Phys Ther.*2017;12(1):3–15.
78. Sajovic M, Zaloznik SP. Knee Objective Stability and Isokinetic Thigh Muscle Strength after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Six-Month Follow-Up Study. *J Sports Med Doping Stud.*2014;4:4.
79. Zult T, Gokeler A, van Raay JJAM, Brouwer RW, Zijdewind I, Hortobágyi T. An anterior cruciate ligament injury does not affect the neuromuscular function of the non-injured leg except for dynamic balance and voluntary quadriceps activation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*2017;25(1):172–183.
80. Parus K, Lisiński P, Huber J. Body balance control deficiencies following ACL reconstruction combined with medial meniscus suture. A preliminary report. *Orthop Traumatol Surg Res.*2015;101(7):807-10.
81. Clagg S, Paterno MV, Hewett TE, Schmitt LC. Performance on the modified star excursion balance test at the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.*2015;45(6):444-52.
82. Hoch JM, Sinnott CW, Robinson KP, Perkins WO, Hartman JW. The examination of patient-reported outcomes and postural control measures in patients with and without a history of acl reconstruction: a case control study. *J Sport Rehabil.*2017;2:1-23.
83. Rambaud A, Semay B, Morin JB, Phillipot R, Samozino P, Edouard P. Interest of a biomechanical analysis of running on a treadmill coupled with functional testing and isokinetic evaluation during return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Ann Phys Rehabil Med.*2016;59:e18.

84. Mehran N, Williams PN, Keller RA, Khalil LS, Lombardo SJ, Kharrazi FD. Athletic performance at the national basketball association combine after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med.*2016;4(5):2325967116648083.