

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
MEDICINOS AKADEMIJA

Saulė Salatkaitė

**JAUNO AMŽIAUS FIZIŠKAI AKTYVIŲ
ASMENŲ, KURIEMS ATLIKTA
PRIEKINIO KRYŽMINIO RAIŠČIO
REKONSTRUKCIJA, TOLIMŲJŲ
GYDYMO REZULTATŲ ĮVERTINIMAS**

Daktaro disertacija
Medicinos ir sveikatos mokslai,
slauga (M 005)

Kaunas, 2021

Disertacija rengta 2016–2020 m. Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Slaugos fakulteto Sporto medicinos klinikoje.

Mokslinis vadovas

Prof. dr. Rimtautas Gudas (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Konsultantas:

Prof. dr. Laimonas Šiupšinskas (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, slauga – M 005).

Disertacija ginama Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Slaugos mokslo krypties Taryboje:

Pirmininkas:

Prof. habil. dr. Vaiva Lesauskaitė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Nariai:

Doc. dr. Narseta Mickuvienė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, slauga – M 005);

Doc. dr. Kęstutis Stašaitis (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001);

Prof. dr. Vidmantas Alekna (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, slauga – M 005);

Prof. dr. Guy G. Simoneau (Marquette universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Disertacija ginama viešajame Slaugos mokslo krypties tarybos posėdyje 2021 m. rugsėjo 2 d. 14 val. Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Slaugos fakulteto Sporto medicinos klinikos 218 auditorijoje.

Disertacijos gynimo vietos adresas: Tilžės g. 18, LT–47181 Kaunas, Lietuva.

LITHUANIAN UNIVERSITY OF HEALTH SCIENCE
MEDICAL ACADEMY

Saulė Salatkaitė

**LONG-TERM RESULTS OF
YOUNG HEALTHY PHYSICALLY
ACTIVE INDIVIDUALS AFTER
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT
RECONSTRUCTION**

Doctoral Dissertation
Medicine and Health Sciences,
Nursing (M 005)

Kaunas, 2021

The dissertation has been prepared at the Department of Sports Medicine of Faculty of Nursing of Lithuanian University of Health Sciences during the period of 2016–2020.

Scientific Supervisor

Prof. Dr. Rimtautas Gudas (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Consultant

Prof. Dr. Laimonas Šiupšinskas (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Nursing – M 005).

Dissertation is defended at the Nursing Research Council of the Medical Academy of Lithuanian University of Health Sciences:

Chairperson:

Prof. Dr. Habil. Vaiva Lesauskaitė (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Members:

Assoc. Prof. Dr. Narseta Mickuvienė (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Nursing – M 005);

Assoc. Prof. Dr. Kęstutis Stašaitis (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001);

Prof. Dr. Vidmantas Alekna (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Nursing – M 005);

Prof. Dr. Guy G. Simoneau (Marquette University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

The Dissertation will be defended at an open session of the Nursing Research Council of the Lithuanian University of Health Sciences on the 2nd of September, 2021 at 2 p.m. in the Auditorium No. 218 of the Department of Sports Medicine of the Lithuanian University of Health Sciences.

Address: Tilžės 18, LT–47181 Kaunas, Lithuania.

TURINYS

SANTRUMPOS.....	7
SĄVOKOS.....	8
IVADAS.....	9
1. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI	12
2. LITERATŪROS APŽVALGA.....	13
2.1. Kelio sąnario anatomija ir biomechanika	13
2.2. Priekinio kryžminio raiščio traumos rizikos veiksniai	14
2.2.1. Lyties poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.	15
2.2.2. Brendimo poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.	16
2.2.3. Genetinių veiksnių poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.	16
2.2.4. Kelio sąnario laisvumo ir anatomijos poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.	16
2.2.5. Biomechanikos ir neuroraumeninės kontrolės poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.	17
2.2.6. Buvusių traumų poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.	17
2.3. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo mechanizmas	18
2.4. Reabilitacija po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos	20
2.5. Grįžimas į fizinę veiklą po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos	22
3. TYRIMO METODIKA.....	27
3.1. Tyrimo organizavimas ir tyrimo protokolas.....	28
3.2. Tyrimo metodai	30
3.2.1. Medicininė informacija	30
3.2.2. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio automatizuotos dinaminės laksimetrijos vertinimas	30
3.2.3. Subjektyvus tiriamojo savo būklės vertinimas.	31
3.2.4. Funkcinių judesių atlikimo kokybės vertinimas.	31
3.2.5. Dinaminės apatinių galūnių pusiausvyros vertinimas.	32
3.2.6. Apatinių galūnių šuolių biomechaninių parametrų vertinimas.....	33
3.2.7. Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą vertinimas.	36
3.2.8. Matematinė statistika.....	36
4. REZULTATAI.....	37
4.1. Lietuviškos ACL–RSI klausimyno versijos validavimas.....	37

4.2. Tiriamųjų apatinių galūnių biomechanikos rodiklių vertinimas, praėjus 6 arba 12 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos	38
4.3. Skirtingų chirurginio gydymo metodų ryšys su apatinių galūnių biomechanikos parametrais, asmenims, kuriems atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija	49
4.4. Traumos mechanizmo ir psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą sąsajos su tolimesiais gydymo rezultatais praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos	62
5. REZULTATŲ APTARIMAS	69
IŠVADOS	80
REKOMENDACIJOS	82
SUMMARY	82
LITERATŪRA.....	114
STRAIPSNIŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS.....	127
MOKSLINIŲ KONFERENCIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS...	128
KITŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS	131
STRAIPSNIŲ DISERTACIJOS TEMA KOPIJOS.....	133
PRIEDAI.....	148

SANTRUMPOS

ACL–RSI	– klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“ (angl. <i>Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury</i>)
bptb	– girnelės savojo raiščio transplantas (angl. <i>Bone-Patellar Tendon-Bone Graft</i>)
Dk	– dešinė koja
FMS	– funkcinį judesių vertinimo sistema (angl. <i>Function Movement Screen</i>)
IKDC 2000	– subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas (angl. <i>International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form</i>)
YBT	– Y pusiausvyros testas (angl. <i>Y Balance Test</i>)
Kk	– kairė koja
K-SES	– objektyvi kelio sąnario veiksmingumo vertinimo skalė (angl. <i>Knee–Self–Efficacy Scale</i>)
LESS	– nušokimo nuo pakylės klaidų vertinimo sistema (angl. <i>Landing Error Scoring System</i>)
Odk	– operuota dešinė koja
Okk	– operuota kairė koja
PKR	– priekinis kryžminis raištis
PKRr	– PKR rekonstrukcija
Slope P2	– raiščio stabilumo kreivės nuolydis
st/g	– pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas (angl. <i>Semitendinosus and Gracilis Graft</i>)
qtpb	– šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas (angl. <i>Quadriceps Tendon-Patellar Bone Graft</i>)
134 N displ. diff	– vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 134 N jėgai
134 N D_{max} diff	– maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N jėgai
150 N displ. diff	– vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 150 N jėgai
150 N D_{max} diff	– maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 150 N jėgai

SAVOKOS

Čiurnos strategija – kūno judėjimas šuolių metu per čiurnų sąnarius.

Genourob – automatizuotos dinaminės laksimetrijos aparatas.

***Genu valgum* (lot.)** – susdaręs kampas, kai kelio sąnarys pakrypęs į vidų nuo vertikalios kūno ašies; kelio sąnario deformacija.

HOP – šuolių viena koja testų rinkinys (tarptautinis testo pavadinimas).

Laksimetrija – raiščio elastingumo vertinimas.

Ligamentizacija – rekonstruoto priekinio kryžminio raiščio biologinė remodeliacija.

IVADAS

Priekinio kryžminio raiščio (PKR) trauma yra spačiai auganti sveikatos sutrikdymo problema tarp vaikų ir suaugusiųjų. Tai viena dažniausių kelio sąnario traumų, kurios dažnis yra 85 iš 100 000 asmenų nuo 16 iki 39 metų amžiaus [1]. Priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos (PKRr) esmė – atgauti kelio sąnario funkciją ir stabilumą. Rekonstrukcijos tikslas – asmens grįžimas į prieš traumą buvusį fizinio aktyvumo lygį. Prieš PKRr 91 proc. asmenų tikisi, jog jie galės grįžti į prieš traumą buvusį aktyvumo lygį [2], tačiau po rekonstrukcijos tik 65 proc. pasiekia savo tikslą [3]. Lietuvoje per vienerius metus įvyksta apie 980 PKR traumų bei atliekama apie 810 PKRr (Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninės Kauno klinikų informacija). Amerikoje per metus atliekama daugiau nei 120 000 PKR rekonstrukcijų [4]. Europoje PKR traumos dažnis svyruoja nuo 0,03 proc. nesportuojančių asmenų tarpe iki 3,7 proc. aukšto meistriškumo sportininkų tarpe [5]. Asmenys, kurie patyrė PKR plyšimą, vėliau gali susidurti su sveikatos pasekmėmis, kurios susijusios su trauma (pvz.; osteoartritas, antra trauma) ir psichologinės būklės sutrikdymu, kuri gali būti susijusi su socialine sąveika su bendraamžiais, pažymiais universitete [6]. Siekiant sumažinti PKR traumos dažnį ir palengvinti grįžimą į fizinę veiklą po PKRr, kuriame įvairūs reabilitacijos protokolai bei testai, kurių pagalba lengviau sekamas reabilitacijos progresas arba įvertinama traumos patyrimo galimybė.

Grįžimas į fizinę veiklą po PKRr yra labai ilgas procesas, dažniausiai trunkantis apie 12 mėn. Tačiau nėra jokios garantijos, jog asmuo grįš į prieš traumą buvusį fizinio aktyvumo lygį. Atlikti moksliniai tyrimai rodo, jog grįžti į fizinę veiklą, praėjus 6 mėn. po PKRr, jau nėra tikėtina norma [7, 8]. Todėl PKRr reabilitacijos procesas turi būti paremtas ne laiku po rekonstrukcijos, bet objektyviais kriterijais, tokiais kaip viso kūno biomechanikos rodiklių vertinimas bei psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą vertinimas [9]. Nors labai dažnai, priimant sprendimą dėl grįžimo į fizinę veiklą, vis dar pasitelkiamas laikas po rekonstrukcijos, visgi reikia atsižvelgti į individualų asmens sveikimą ir kelio sąnario minkštųjų audinių gijimą po rekonstrukcijos [10]. Moksliniuose tyrimuose pateikiami įvairūs kriterijai ir testai, kuriuos reikėtų naudoti, siekiant įvertinti asmens galimybes grįžti į fizinę veiklą [11]. Didžioji dalis chirurgijos ir reabilitacijos specialistų naudoja įvairias asmens sveikatos vertinimo formas (subjektyvios vertinimo formos, kelio sąnario mobilumo, izokinetiniai, funkciniai šuolių, pusiausvyros testai ir kokybiniai judesių vertinimai), kurių tikslas – nustatyti asmens galimybę grįžti į fizinę veiklą [9]. Visgi nereikia pamiršti, jog itin svarbus yra ir individualus asmens poreikių nustatymas, bendras asmens ir

gydytojo reabilitacijos planavimas, progreso vertinimas. Tai gali pagerinti asmens galimybes grįžti į prieš traumą buvusį fizinį aktyvumą [12].

Vis daugiau mokslininkų domisi ir tyrinėja asmenų po PKR rekonstrukcijos grįžimą į fizinę veiklą. Vienas dažniausiai šiuo metu literatūroje aptariamų objektų – vertinti ne tik fizinius ir psichologinius parametrus, bet į asmenį žiūrėti biopsichologiniu požiūriu. Nors literatūroje pateikiama daug funkcinių testų, tačiau vis dar trūksta įrodymų, koks testų derinys leistų puikiai prognozuoti reabilitacijos progresą ir laiką, kada būtų galima grįžti į fizinę veiklą [13]. 2016 m. Berne vykusiame pirmajame pasaulio sporto kineziterapijos kongrese buvo priimtas bendras susitarimas, [14] kuriame pateikiamos tokios grįžimo į sportą rekomendacijos, pasirenkant testus: 1) naudoti ne vieną, bet kelis testus; 2) kai tik yra galimybė, pasirinkti mažiau kontroliuojamas užduotis; 3) įtraukti testus, kurie reikalauja greito tiriamojo apsisprendimo; 4) įvertinti paciento psichologinį pasiruošimą grįžti į fizinę veiklą; 5) įvertinti paciento vidinį ir išorinį darbo krūvius. Visgi didžiojoje dalyje tokio pobūdžio tyrimų vertinti aukšto meistriškumo sportininkų rezultatai. Svarbu pabrėžti, kad Lietuvoje stebimas mokslinių tyrimų, kuriuose būtų tirti jauno amžiaus fiziškai aktyvūs asmenys po PKR rekonstrukcijos ir būtų stebėtas jų grįžimas į fizinę veiklą, stygius.

Šiame tyrime siekiame ištirti jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems atlikta PKR rekonstrukcija, psichologinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą bei apatinių galūnių biomechaninius rodiklius. Mūsų spėjami rezultatai, jog praėjus 6 bei 12 mėn. po rekonstrukcijos, asmenų funkciniai rodikliai nėra pakankamai atsistatę, jog būtų galima grįžti į fizinę veiklą. Tikimės įrodyti, jog poveikį funkcijų atsistatymui turi ne tik laikas po rekonstrukcijos, bet ir PKR transplanto tipas, storis, traumos mechanizmas. Taip pat siekiame įrodyti, jog psichologinis pasitikėjimas grįžti į fizinę veiklą yra toks pat svarbus reabilitacijos vertinimo rodiklis kaip ir fiziniai parametrai. Šiai hipotezei įrodyti siekėme išversti į lietuvių kalbą ir paruošti naudojimui užsienyje sukurta „*Anterior Cruciate Ligament – Return to Play After Injury*“ (trump. ACL–RSI) klausimyną [15], kuris yra plačiai naudojamas kitų šalių mokslininkų praktikoje.

Mokslinis naujumas. Objektivus jauno amžiaus fiziškai aktyvių žmonių atsigavimas po PKR rekonstrukcijos ir antros traumos rizikos laipsnio įvertinimas. Tokio pobūdžio tyrimai dažniausiai atliekami tik su aukšto meistriškumo sportininkais, todėl mūsų tyrimo naujumas – tyrimo rezultatų pritaikymas jauniems fiziškai aktyviems asmenims. Taip pat disertacinio darbo rengimo laikotarpiu buvo išverstas į lietuvių kalbą „ACL–RSI“ psichologinio pasitikėjimo klausimynas, kuris gali būti oficialiai naudojamas, siekiant įvertinti asmens psichologinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą po PKRr.

Praktinė reikšmė. ACL–RSI klausimyno lietuviškos versijos validavimas sudarė galimybes lengvai ir greitai įvertinti asmenų, kuriems atlikta PKR rekonstrukcija, psichologinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą po PKR rekonstrukcijos. Taip pat šio klausimyno rezultatų ryšys su funkcinį testų rezultatais leido geriau įvertinti asmens pasiruošimą grįžti į fizinę veiklą.

Autorės indėlis. Autorė buvo atsakinga už visą tyrimą: klausimyno ACL–RSI validaciją, tiriamųjų ištyrimą, duomenų surinkimą iš tiriamojo operacinio išrašo. Minėti etapai reikalavo klausimyno vertimo ir viso proceso organizavimo tinkamai validacijai, duomenų statistinės analizės, publikacijų rankraščių paruošimo, rezultatų pristatymo mokslinėse konferencijose.

1. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Tikslas

Įvertinti jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija, tolimuosius gydymo rezultatus.

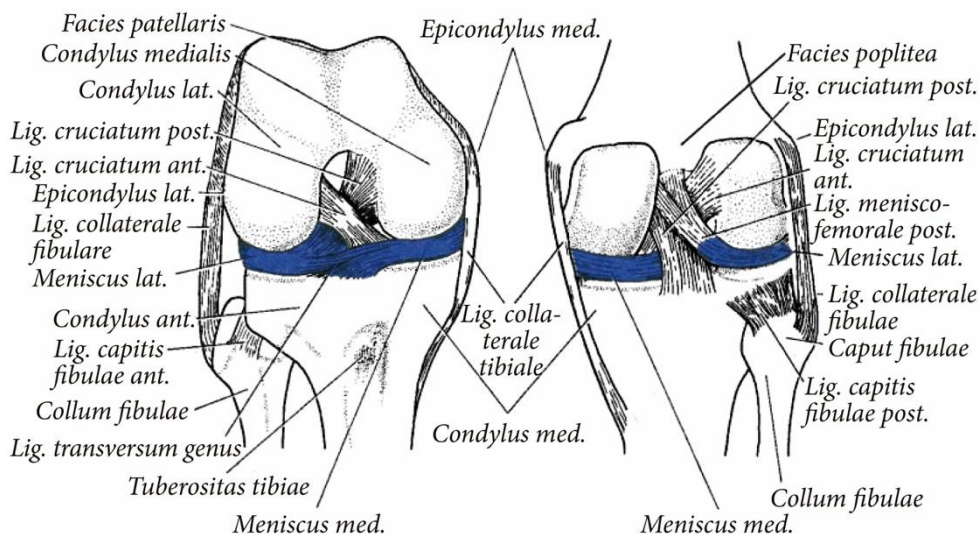
Darbo uždaviniai:

1. Parinkti, pritaikyti ir išversti į lietuvių kalbą psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos klausimyną.
2. Įvertinti jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija, apatinių galūnių biomechaninius rodiklius, praėjus 6 arba 12 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos.
3. Nustatyti priekinio kryžminio raiščio tranpslanto tipo ir diametro ryšį su apatinių galūnių biomechaniniais rodikliais, jauno amžiaus fiziškai aktyviems asmenims, po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos.
4. Įvertinti traumos mechanizmo ir psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą sąsajas su tolimaisiais gydymo rezultatais, jauno amžiaus fiziškai aktyviems asmenims, praėjus 6 arba 12 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Kelio sąnario anatomija ir biomechanika

Kelis yra didžiausias bei kompleksiškiausias sąnarys, esantis žmogaus kūne. Didžiąją dienos dalį kelio sąnarys yra veikiamas žmogaus kūno svorio bei atlieka didelės amplitudės fleksijos–ekstenzijos, vidinės–išorinės rotacijos judesius [16]. Kelio sąnarį sudaro du sąnariai – šlaunikaulio–blauzdikaulio ir šlaunikaulio–girnėlės. Blauzdikaulių krumpliai yra gana lėkštoki, tačiau vidinis ir išorinis meniskai juos paverčia sąnario įdubomis. Patį sąnarį viduryje tvirtina priekinis kryžminis raištis (PKR) (pradžia – šlaunikaulio šoninio krumpio vidinis paviršius, pabaiga – prieš tarpkrumplinę pakylą) ir užpakalinis kryžminis raištis (pradžia – vidinio krumplio šoninis paviršius; pabaiga – už tarpkrumplinės pakilos) (2.1.1 pav.). Priekinis kryžminis raištis yra pagrindinė struktūra, kuri kontroliuoja ir stabilizuoja fleksijos bei rotacijos judesius per kelio sąnarį [17]. Kelio sąnario stabilumas labiausiai priklauso nuo PKR, kai kampas kelio sąnaryje yra nuo 15° iki 45°. Tinkamiausias kampas kliniškai įvertinti PKR stabilumą – 30°. Raištis stipriai įsitempia veikiamas 15 proc. tempimo jėgos, o viršijus 15–30 proc. tempimą arba esant kelio sąnarių paviršių pasisilinkimui apie 1 cm, galima tikėtis PKR pažeidimo [17]. Iš abiejų šonų kelio sąnarį stabilizuoja vidinis ir šoninis šalutiniai raiščiai.



2.1.1 pav. Kelio sąnario anatomija (Stropus ir kt.)

Kelio sąnarys yra dvikrumplis, per jį galimi judesiai: blauzdos fleksija, ekstenzija, nedidelė blauzdos rotacija kartu su pėda [18]. Šlaunikaulio–girnėlės sąnarys atlieka kelio sąnarį tiesiamojo mechanizmo vaidmenį. Funkciškai ekstenzijos judesį atlieka keturgalvis šlaunies raumuo, susitraukdamas ekscentriškai ėjimo, bėgimo arba šuoliavimo judesiuose. Blauzdikaulio–šlaunikaulio sąnario stabilumą užtikrina ir statiniai, ir dinaminiai elementai. Dinaminį stabilumą sudaro raumenų, esančių ant ir aplink sąnarį, veikla. Keturgalviai šlaunies raumenys yra antagonistai sveikiems priekiniams kryžminiems raiščiams ir sumažina užpakalinę subliuksaciją esant užpakalinio raiščio pažeidimui. Dvigalviai šlaunies raumenys yra antagonistai sveikiems užpakaliniams kryžminiams raiščiams ir mažina priekinę subliuksaciją esant priekinio kryžminio raiščio pažeidimui. Statinis stabilumas kyla iš blauzdikaulio–šlaunikaulio sąnario raiščių, meniskų, sąvarnių paviršių topografijos ir jėgos pasiskirstymo sąvarniuose paviršiuose, derinio [19].

Apibendrinus, galima teigti, jog kelio sąnarys yra vienas sudėtingiausių ir kompleksiškiausių sąnarių visame žmogaus kūne. Atliekant bet kokią fizinę veiklą, daugiausiai judesių vyksta apatinėse galūnėse. Lyginant, kaip klubo sąnarys yra prisitaikęs atlikti visų krypčių judesius, kelio sąnarys yra veikiamas žymiai daugiau jėgų, nes nėra toks mobilus ir prisitaikęs. Kelio sąnario stabilumas priklauso nuo raumenų, raiščių ir kitų minėtųjų audinių, esančių aplink sąnarį, sinergijos.

2.2. Priekinio kryžminio raiščio traumos rizikos veiksniai

Mokslininkai savo tyrime pateikia nemodifikuojamus ir modifikuojamus rizikos veiksnius [20].

Nemodifikuojami rizikos veiksniai:

1. Lytis.
2. Bendras sąnarių laisvumas.
3. Kelio sąnario hiperekstenzija.
4. Padidėjęs lateralinis blauzdikaulio poslinkis.
5. Sumažėjęs krumplinės arkos dydis.
6. Struktūrinė apatinių galūnių *valgus* padėtis.
7. Šlaunikaulio pasvirimas į priekį.
8. Apatinių galūnių ilgio skirtumas.
9. Šeimos sveikatos istorija.
10. Priešingos kojos kelio sąnario PKR plyšimas.

Modifikuojami rizikos veiksniai:

1. Neuroraumeninės kontrolės modelis.

2. Bendrieji biomechanikos judesių modeliai.
3. Aplinkos veiksniai (treniruotėse naudojama įranga, danga, oras).
4. Dvigalvių šlaunies raumenų jėga, dvigalvių šlaunies – keturgalvių šlaunies raumenų jėgos santykis.
5. Liemens jėga ir propiocepsija.
6. Kelio sąnario fleksijos kampas šuolio/nusileidimo metu.
7. Dinaminė apatinių galūnių *valgus* padėtis.
8. Sporto šaka.

2.2.1. Lyties poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.

Anatominiai, hormoniniai, neuroraumeninės kontrolės skirtumai biomechanikoje turi poveikį PKR pažeidimų dažnio skirtumams tarp lyčių. Sportuojant nekontaktinės PKR traumos gali įvykti per 30–100 ms nuo pradinio pėdos kontakto su žeme. Nusileidimo jėgų paskirstymas ir veiksminga neuroraumeninė kontrolė (už atramą atsakingų raumenų, sugrupavimas, siekiant kontroliuoti pavojingas išorines apkrovas apatinėms galūnėms) yra būtini, siekiant išvengti traumos sporto metu. Moterys, pasibaigus brendimo laikotarpiui, pasižymi didesnėmis nusileidimo jėgomis ir apkrovos jėgų greičiu, mažesniu dvigalvio šlaunies raumens ir keturgalvio šlaunies raumens sukimo momento santykiu esant didesniai kampiniam greičiui bei pakitusia keturgalvių šlaunies raumenų/dvigalvių šlaunies raumenų aktyvacijos strategija [21]. Didėjant pritūpimo intensyvumui, moterų keturgalvių šlaunies raumenų aktyvumas, lyginant su dvigalvių raumenų aktyvumu, būna didesnis. Šie moterų neuroraumeniniai skirtumai gali padidinti judesių amplitudes ir apkrovas priekinėje plokštumoje. Subrendusios moterys pasižymi pakitusia klubo sąnario įsijungimo į judesį strategija, kuri yra svarbi nusileidimo kontrolėje. Tada judesiai per klubo sąnarį yra didesni, didesnis kelių ir klubų sąnarių momentų santykis, sumažėjęs didžiojo sėdmens raumens aktyvumas, padidėjęs tiesiojo šlaunies raumens aktyvumas, didesnis klubo sąnario addukcijos kampas ir momentas [22]. Taip pat skirtumai tarp lyčių yra nustatyti juosmens ir klubo neuroraumeninėje kontrolėje bei biomechanikoje visose judesių plokštumose (frontalinėje, horizontalinėje, sagitalinėje). Moterys turi geresnį šoninį liemens poslinkį, pakitusius liemens ir klubo sąnario fleksijos kampus ir didesnę liemens judesių amplitudę. Dėl lyčių skirtumo nusileidimo judesių metu, sumažėjusio liemens stabilumo, padidėjusio sąnarių laisvumo, moterys turi didesnę riziką patirti PKR traumą [23].

2.2.2. Brendimo poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.

Greiti anatominiai, hormoniniai, neuroraumeniniai ir biomechaniniai pokyčiai, kurie įvyksta brendimo laikotarpiu, stipriai skiriasi tarp lyčių ir iš dalies paaiškina PKR traumų dažnio skirtumus po brendimo. Tiek tarp vyrų, tiek tarp moterų, greitai didėjant ūgiui bei kūno masei, pakinta masės centras ir ilgėja apatinės galūnės (šlaunikaulis ir blauzdikaulis) [24]. Nustatyta, jog neuroraumeninė funkcija dinamiškai kinta visu paauglystės laikotarpiu, o kai kuriems asmenims ši funkcija vėluoja arba regresuoja [25]. Literatūroje teigiama, jog dvigalvių šlaunies raumenų ir keturgalvių šlaunies raumenų sinerginė sąveika yra susijusi su amžiumi ir įgūdžių lavinimu. Taip pat adekvatus dinaminis kelio sąnario stabilumas ir efektyvūs judesio modeliai paauglystėje yra svarbus komponentas visiems funkciniais judesiams ir padeda išvengti per didelių jėgos apkrovų kelio sąnariui [26]. Funkciniai neuro-raumeninės kontrolės trūkumai yra susiję su padidėjusia PKR traumos rizika. Abi lytys turi padidėjusį aktyvų standumą kelio sąnaryje. Visgi vyrai turi didesnę kelio, čiurnos ir klubo sąnarių sąstingį dėl spartesnio augimo [24]. Priešingai nei moterims vyrams padidėja jėga ir koordinacija (neuroraumeninis spurtas), kuris sutampa su antropomorfinais ir hormoniniais pokyčiais lytinio brendimo laikotarpiu. Todėl jie geba padidinti neuroraumeninius matmenis, tokius kaip, vertikalaus šuolio aukštis ir nusileidimo metu kylančių jėgų kontrolė [27]. Taigi, neuroraumeniniai ir biomechaniniai PKR traumos rizikos veiksniai, tokie kaip, prasta nusileidimo technika, nepakankamai išlavinti jėgų kontrolės gebėjimai gali būti modifikuojami.

2.2.3. Genetinių veiksnių poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.

Mokslinėje literatūroje vis dažniau diskutuojama, jog genetika turi poveikį patirti PKR traumą. Sąnarių hipermobilumas dažniausiai yra paveldėtas, pavyzdžiui, tokie kolageno sutrikimai kaip Ehlers Danlos arba Marfano sindromas [28]. Tačiau, tikslūs genetiniai požymiai, kurie gali didinti riziką patirti PKR traumą, kol kas nėra aiškiai apibrėžti [23]. Atliktoje tyrimų metaanalizėje teigiama, jog viena dažniausių PKR traumą lemiančių veiksnių yra kolageno genų variacijos nepriklausomai nuo lyties [29].

2.2.4. Kelio sąnario laisvumo ir anatomijos poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.

Tyrimai rodo, jog ryšys yra tarp PKR traumos ir kelio sąnario laisvumo, bendro sąnarių laisvumo. Teigiama, jog ovuliacijos fazė yra susijusi su padidėjusiu kelio sąnario laisvumu, o moterims prieš ovuliaciją gali būti didžiausias, rizikos patirti PKR traumą, lygis [30]. Taip pat tyrimuose

teigiama, jog po brendimo pradžios moterys turi žymiai didesnę bendrą sąnarių laisvumą [23]. Tyrimų metaanalizė parodė, jog asmenys, kurie patyrė PKR traumą, turėjo tarpkrumplinės arkos stenozę arba per siaurą tarpkrumplinę arką. Galima teigti, jog esant per siaurai arkai, yra 70 proc. tikimybė įvykti PKR traumai [29]. Taip pat mažėjant tarpkrumplinės arkos dydžiui kas milimetrą, traumos tikimybė moterims didėja 1,5 karto daugiau nei vyrams [6].

2.2.5. Biomechanikos ir neuroraumeninės kontrolės poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.

Neuroraumeniniai arba biomechanikos trūkumai, kitaip nei anatomiciniai veiksniai, gali būti reguliuojami. Sumažėjęs gebėjimas kontroliuoti juosmenį po staigių, greitų sutrikdymų yra stipriai susijęs su padidėjusia kelio sąnario raiščių traumos rizika [31]. Vienos kojos kontrolės trūkumas po PKR rekonstrukcijos (PKRr) taip pat didina tikimybę patirti antrą PKR traumą. Raumenų jėga, aktyvacija ir raumenų sinergistų koordinacija yra svarbūs visai neuroraumeninei funkcijai. Šie veiksniai, atliekantys didelį vaidmenį PKR traumų prevencijoje, gali būti modifikuojami [32]. Taip pat nustatyta, jog kelių abdukcija, klubo išorinė rotacija ir asimetrijos apatinėse galūnėse yra PKR traumą prognozuojantys veiksniai [23]. Kelių sąnarių *valgus* padėtis nusileidus po šuolio didina kontakto su žeme jėgas. Taip pat net normalaus nusileidimo metu įvairūs blauzdikaulio judesiai (pvz., priekinis pasislinkimas su abdukcija, priekinis pasisilinkimas su išorine rotacija) sukelia papildomą įtampą PKR. Asmenys, kurie turi padidėjusią klubo sąnario vidinę arba išorinę rotaciją, vertinant sąsajas su asmens kūno svoriu, rečiau patiria PKR traumą [29]. Sagitalinėje plokštumoje vykstantys judesiai per klubo sąnarį padidina kelio sąnario abdukciją ir PKR traumos riziką [23].

2.2.6. Buvusių traumų poveikis priekinio kryžminio raiščio plyšimui.

Buvusios PKR traumos stipriai padidina tikimybę patirti kitą PKR traumą. Sveikų aukšto meistriškumo sportininkų tikimybė susižaloti PKR svyruoja nuo 1:30 iki 1:100 [33]. Grįžus į aukšto aktyvumo veiklą po PKR traumos, tikimybė patirti kitos kojos PKR plyšimą padidėja 15–25 kartus. Laikysenos kontrolės trūkumai ir suprastėjusi kelio bei klubo sąnarių neuroraumeninė kontrolė turi didelį poveikį antrai PKR traumai [34]. Asmenims po PKRr, grįžus į fizinę veiklą, dažnai aptinkami apatinių galūnių asimetrijai krūviai. Tokie asmenys dar ilgą laikotarpį judesius atlieka kompensuodami sveikąją kontralateralia galūne. Tai gali tęstis net iki dviejų metų po rekonstrukcijos. Laiku pastebėtos kompensacijos padeda išvengti antros

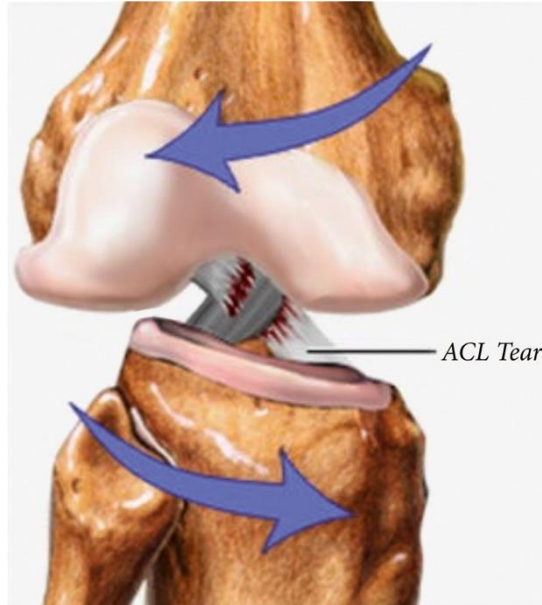
traumos [35]. Vienas geriausių testavimo būdų, siekiant nustatyti asimetrijas apatinėse galūnėse, yra šuoliai viena koja, kurių metu galima palyginti abiejų kojų jėgą, nusileidimo ir judesio technikas.

Taigi, siekiant kiek įmanoma tiksliau įvertinti asmens riziką patirti PKR traumą, būtina atsižvelgti į daug veiksnių, tokių kaip lytis, biomechanika bei neuroraumeninė kontrolė, brendimas, genetika arba buvusios traumos ir atsigavimas po jų. Taip pat būtina išsiaiškinti, kurie veiksniai, turintys poveikį PKR plyšimui, gali būti modifikuojami. Kuo daugiau dėmesio bus skiriama pastariesiems veiksniams, tuo lengviau bus koreguoti silpnąsias kūno vietas. Tai padės mažinti PKR plyšimų dažnį bei pagerins pooperacinės reabilitacijos rezultatus.

2.3. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo mechanizmas

Kelio sąnarys juda ir rotuoja visose trijose plokštumose (frontalinėje, horizontalioje, sagitalinėje). Didžiausia dalis judesių vyksta sagitalioje plokštumoje (blauzdos fleksija/ekstenzija). Bet koks judesys, kuris vyksta virš fiziologinių ribų, gali turėti poveikį raiščių traumai [36]. PKR traumos dažniausiai įvyksta daugiaplokštuminių judesių metu. Raiščių plyšimo vaizdo analizė rodo, jog traumos metu būna padidėjęs šoninis liemens judesys, didesnė kelio sąnario abdukcija, plokščios pėdos padėtis kontakto su žeme metu, padidėjusi klubo fleksija [37]. Moterims taip pat kaip ir vyrams stebimas toks pats kelių *valgus* mechanizmas, kurio metu įvyksta PKR plyšimas. Tačiau, analizuojant traumos vaizdo medžiagą, moterų dažniausiai atlieka žymiai didesnę kelių ir klubų sąnarių fleksiją [38]. Taip pat PKR traumos įvyksta esant padidėjusiai kelių *valgus* padėčiai kartu su daugiaplokštuminėmis blauzdikaulio abdukcijos perkrovomis blauzdikaulio judesiu į priekį arba vidinę, išorinę blauzdikaulio rotaciją. Dauguma PKR traumos mechanizmų įvyksta dėl sutrikusios apatinių galūnių biomechanikos. To galima išvengti su neuroraumeninių treniruočių programomis. Nusileidimo technikos modifikacija ir edukacija apie pavojingas kelio sąnario padėtis yra svarbios traumų prevencijos strategijos [39].

Atlikti tyrimai rodo, jog nekontaktinė trauma įvyksta daug kartų dažniau nei kontaktinė tiek vyrams tiek moterims [40]. Nektaktinės PKR traumos dažniausiai įvyksta, kai klubo sąnarys būna sulenktas ir atitrauktas, kelio sąnarys ankstyvojoje fleksijos fazėje, pėda pritraukta ir rotuota į išorę. Šios apatinių galūnių sąnarių padėtys sukelia *valgus* kelio sąnario padėtį, o to pasekmė – PKR trauma (2.3.1 pav.) [41].



2.3.1 pav. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio plyšimas
(<https://www.knee-pain-explained.com/ACL-knee-injury.html>)

Fizinė veikla, kuri yra susijusi su PKR traumomis, gali būti įvairi, tačiau dažniausiai įtraukiami greičio pokyčiai arba daugiaašinių jėgų kaita, veikianti kelio sąnarį. Ypač – greiti lėtėjimo momentai, tokie kaip, traumotos kojos perstatymas, siekiant nukirsti arba greitai pakeisti judesio kryptį. Nusileidimas po šuolio, posūkio arba krypties keitimas yra su PKR trauma susiję veiksniai [41]. Visgi Michael J. Anderson [42] atliktoje tyrimų metaanalizėje teigiama, jog nušokimo, tūpimo, nužengimo, krypties keitimo ir šokinėjimo judesiai turi būti vertinami kiekvienam asmeniui individualiai, atsižvelgiant į jo galimybes ir judesių atlikimo kokybę.

Nekontaktines PKR traumas dažniausiai sukelia dauginiai jėgų vektoriai, veikiantys kelio sąnarį arba daugiaašinės apkrovos. Ypač, sagitalinės ir frontalinės apkrovos, atliekamos su nevienodomis raumenų susitraukimo jėgomis keturgalvio šlaunies ir dvigalvio šlaunies raumenų grupėse. Tyrimai parodė, jog *valgus* kelių padėties ir rotacijos momento derinys yra itin dažnas PKR traumos mechanizmas. Taip pat nustatyta, jog sukimosi arba sagitalių jėgų pridėjimas prie frontaliųjų jėgų, esant kelio sąnario hiperekstenzijai, taip pat didina PKR įtempimą [43]. Kiti tyrėjai teigia, jog blauzdos fleksija ir ašinė apkrova kartu su blauzdikaulio rotacija ir kelių *valgus* padėties jėgomis yra pagrindinis PKR traumos mechanizmas [44].

PKR pirmiausia riboja blauzdikaulio priekinį poslinkį per kelio sąnarį. Proksimalinės blauzdikaulio dalies priekinis tempimas veikia PKR. Tada

didėja tempimo jėga, kurią didina šlaunies keturgalvio ir dvilypio raumenų jėga aplink kelio sąnarį, kai priešinasi dvigalvis šlaunies raumuo. Geras dvigalvių ir keturgalvių šlaunies raumenų susitraukimas sumažina PKR įtempimo jėgą, tačiau šis apsauginis poveikis išnyksta esant blauzdos ekstenzijai. Taip pat klubo sąnariui esant fleksijos padėtyje, dvigalvis šlaunies raumuo sutrumpėja ir sumažėja jo apsauginės savybės leidžiantis po šuolio [45]. Apibendrinus galima teigti, kad, esant blauzdos ekstenzijai, padidėja priekinis blauzdikaulio šlytis ir sumažėja apsauginis dvigalvio šlaunies raumens susitraukimas. Tai lemia padidėjusią PKR įtampą ir galimą traumą.

Sagitali traumotos kojos padėtis traumos metu dažnai keičiasi nuo minimalios fleksijos į hiperekstenziją. Taip pat minimalios fleksijos metu šlaunies keturgalvio raumens susitraukimas sukelia didesnę PKR tempimą didelės fleksijos metu. Tai didina tikimybę patirti traumą esant dideliu susitraukimui šio judesio amplitudėje. Šlaunies keturgalvio jėga, kuri skirta sustabdyti sportininką, padidėja ir raumens susitraukimai stiprina PKR įtempimą [46]. Vaizdo analizė parodė, jog sagitalioje plokštumoje klubo ir čiurnos sąnarių nusileidimo padėtis yra svarbiausi veiksniai: ypač nusileidimas pilna pėda ir klubo fleksija [41].

Apibendrinus galima teigti, kad, dažniausiai PKR trauma įvyksta dėl kelio sąnario hiperekstenzijos, per didelės kelių *valgus* jėgos, kai pėda plantarinėje fleksijoje, stipraus šlaunikaulio išorinio sukimo, kai pėda yra fiksuotoje padėtyje, esant bet kokiam staigiam judesio krypties keitimui ir staigiam stabdymui. Labai didelį poveikį traumos mechanizmui turi užsiimama fizinė veikla. Visa veikla, kuri reikalauja staigaus krypties keitimo ar yra kontaktinė, turi didesnę poveikį PKR plyšimui, nei ta, kuri yra cikliška, individuali ir neprovokuoja perkrovų kelio sąnaryje.

2.4. Reabilitacija po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

Autoriai, atlikę straipsnių metaanalizę, parengė pagrindinių reabilitacijos principų gaires [13]:

- 1 lygis. Praėjus trimis savaitėms po PKRr yra saugu pradėti ekscentrinis pratimus šlaunies keturgalvių raumenims. Tai skatina geresnę ir didesnę šlaunies keturgalvių raumenų jėgos didėjimą nei koncentrinę treniruotę.
- 2 lygis. Neuroraumeninė treniruotė turi būti pradėta kartu su jėgos treniruotėmis, siekiant geresnių asmens savęs vertinimo rezultatų.
- 3 lygis. Izometriniai šlaunies keturgalvių raumenų pratimai yra saugūs po pirmos pooperacinės savaitės.

- 4 lygis. Treniruočių metu naudojami svareliai, svoriai nepaveikia kelio sąnario stabilumo rezultatų ir sumažina priekinės kelio sąnario dalies skausmo tikimybę.

Kiti mokslininkai pateikia 12 žingsnių programą, kuri skirta sėkmingai PKR reabilitacijai [47]:

1. Paciento ir jo kelio sąnario paruošimas operacijai.
2. Pilnas pasyvios ekstenzijos atkūrimas.
3. Pooperacinio tinimo sumažinimas.
4. Palaipsnis (tolygus) blauzdos fleksijos atkūrimas.
5. Pilnas girnelės mobilumo atkūrimas.
6. Individuali ir pritaikyta reabilitacijos programa, paremta kelio sąnario būkle.
7. Šlaunies keturgalvio raumens aktyvacijos atkūrimas.
8. Kelio sąnario komplekso dinaminio funkcinio stabilumo atkūrimas.
9. Kelio sąnario stabilumas ir dinaminė kontrolė turi būti stiprinama tiek nuo apačios, tiek nuo viršaus.
10. Kelio sąnario saugojimas dabar ir vėliau.
11. Objektyvus pradėjimas bėgioti.
12. Objektyvus progresas nuo bėgimo iki grįžimo į fizinę veiklą.

Didelė dalis mokslinių straipsnių pateikia panašius, tačiau skirtingus reabilitacijos programų principus. Dar vienas mokslinis darbas [48] išskiria keturias reabilitacijos fazes.

1. Pirmoji fazė – priešoperacinė reabilitacija. Jos metu išskiriami pagrindiniai tikslai: pilna blauzdos ekstenzija, 120° arba daugiau blauzdos fleksija, tiesios kojos kėlimas įjungiant keturgalvį šlaunies raumenį be vėlavimo požymių, pilnas svorio pernešimas ant traumuotos kojos, pacientų supratimas apie priešoperacinės ir ankstyvosios pooperacinės reabilitacijos svarbą, minimalus arba visiškai kelio sąnario tinimo nebuvimas.
2. Antroji fazė – ankstyvoji pooperacinė reabilitacija. Jos metu keliami tokie tikslai: simetriška, lyginant su sveika koja, blauzdos ekstenzija, fleksija nuo 90° iki 120° ir daugiau, nuo izoliuoto keturgalvio šlaunies raumens susitraukimo iki tiesios kojos pakėlimo be raumens susitraukimo vėlavimo požymių, nuo toleruotino svorio perkėlimo su ramentais iki pilno perkėlimo atsisakant ramentų, įtvaro kampo didinimas, minimalus girnelės judesių suvaržymas, pjūviai švarūs, sausi, minimalus kelio sąnario tinimas.
3. Trečioji fazė – jėgos fazė. Pradžioje atliekami pratimai ant abiejų galūnių, didinant iki pratimų ant vienos kojos, palaipsniui didinant jėgą ir judesių amplitudę, įtraukiami daugiakryptiniai judesiai,

siekiant imituoti funkcinę veiklą. Pradedama vaikščioti ilgus atstumus, gerinama pusiausvyra nuo stovėjimo viena koja ant žemės iki įvairių judesių ant nestabilių plokštumų.

4. Ketvirtoji fazė – grįžimas į funkcionalų aktyvumo lygį. Pradžioje daugiausiai dėmesio skiriama mažo poveikio aktyvumui, kuriame skatinama abiejų apatinių galūnių vienoda atremtis. Vidurinėje dalyje pradedama įtraukti greito ėjimo, lėto bėgimo intervalai, vienos kojos pašokimų progresija, sudėtingesni dviejų kojų šuoliai su apsisūkimais ore 90° – 180° kampu, užduočių atlikimas su komanda, kurios nereikalauja staiga susostojimo, krypties keitimo. Vėlyvojoje dalyje atliekami staiga susostojimo, krypties keitimo judesiai, grįžtama į fizinę veiklą be kontakto, siekiamas 100 proc. greitis. Prieš grįžtant į fizinę veiklą, turi būti atliekami funkciniai testai, kurių apatinių galūnių simetrijos indeksas turi siekti 90 proc.

Taigi, siekiant geriausių rezultatų reabilitacijoje, svarbu atsižvelgti į individualius žmogaus trūkumus ir gebėjimus. Literatūroje pateikiamas labai didelis kiekis informacijos, koks turėtų būti reabilitacijos procesas. Vieni siūlo daugiau dėmesio skirti jėgai ir amplitudei, kiti – atsižvelgti į laiką po rekonstrukcijos. Tačiau, kiekvienam asmeniui reabilitacija turi būti skirtinga, pritaikyta jam individualiai ir dažniausiai ji netiks kitam žmogui, kuris yra patyręs PKR traumą. Didžiausias dėmesys prieš leidžiant asmeniui grįžti į fizinę veiklą – pilnai atkurti funkciniai viso kūno biomechaniniai rodikliai.

2.5. Grįžimas į fizinę veiklą po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

PKR plyšimas yra dažna kelio sąnario trauma, kuri sukelia didelę riziką patirti fizinę negalią atetyje. Tai vyksta dėl padidėjusios antros PKR traumos tikimybės ir ilgalaikių sąnario problemomų, tokių kaip, kelio sąnario kremzlės degeneracija. Grįžimo į sportą dažnis yra gana mažas: 63 proc. grįžta į prieš traumą buvusį aktyvumo lygį ir tik 44 proc. – į profesionalų sportą [49]. Taip pat apibrėžiamos dvi pagrindinės negįžimo į sportą priežastys – baimė dar kartą susižeisti (19 proc.) ir funkcinės problemos rekonstruoto raiščio kelio sąnaryje (13 proc.) [42].

Dažniausia problema, su kuria susiduriama nusprendžiant, kada galima grįžti į fizinę veiklą, yra ta, jog sunku tiksliai parinkti, kuris testas gali geriausiai nustatyti arba parodyti rizikos, patirti pakartotinę PKR traumą, laipsnį [13]. Nors funkcinį testų atlikimas sumažina riziką patirti transplanto plyšimą, tyrimai rodo, jog patirti priešingo kelio PKR plyšimą rizika padidėja net 23,5 proc. [50]. Visgi, psichologiniai veiksniai taip pat yra stipriai susiję

su negrįžimu į fizinę veiklą po PKRr. Tai gali būti susiję su asmens kompetensija, autonomija ir pan. (pvz., maža vidinė motyvacija, prastas pasitikėjimas, didelė baimė dar kartą susižeisti). Žinoma, psichologinis atsakas gerėja reabilitacijos laikotarpiu, tačiau baimė gali padidėti ir išlikti svarbiausia emocija grįžtant į fizinę veiklą [51].

PKR rekonstrukcija yra standartinis metodas, tačiau vis dar nesutariama dėl tinkamo transplanto tipo ar diametro parinkimo. Nors vis dar išlieka prieštaravimų dėl konkrečių transplanto tipo privalumų ir trūkumų, akivaizdu, jog svarbiausias neigiamas rezultatas – pakartotinis PKR plyšimas ir revizinė PKRr [52]. Dažniausiai naudojami transplanto tipai yra girnelės savojo raiščio transplantas (angl. *Bone-Patellar Tendon-Bone Graft*; trump. bptb), pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas (angl. *Semitendinosus and Gracilis Graft*; trump. st/g), šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas (angl. *Quadriceps Tendon-Patellar Bone Graft*; trump. qtpb) transplantai. Tipo parinkimas dažniausiai paremtas daugeliu veiksnių, įskaitant chirurgo pasirinkimą, paciento veiksnius, transplanto charakteristikas [100]. Vienas pastaruoju metu nagrinėjamų veiksnių yra transplanto diametras, ypač dėmesį skiriant biomechaniniams veiksniams. Moksliniuose tyrimuose teigiama jog ≥ 8 mm transplanto diametras sumažina pakartotinio raiščio plyšimo tikimybę [53]. Tačiau informacijos apie transplanto diametro ir tipo įtaką apatinių galūnių biomechanikos rodikliams nėra analizuota.

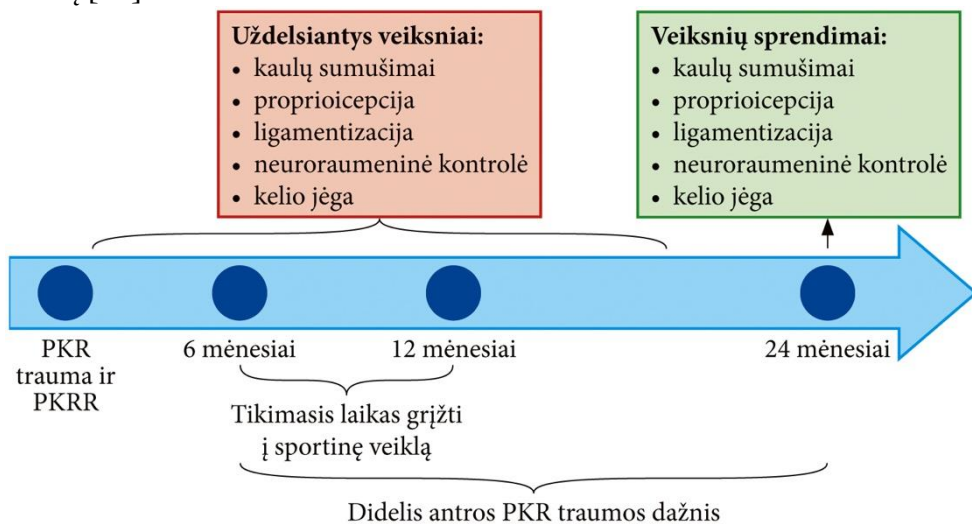
Prieš grįžtant į fizinę veiklą po PKR traumos, turi būti atlikti funkciniai testai, kurie padeda įvertinti asmens fizinę būklę ir pasiruošimą. Daugelis testų komplektų sudaryti iš užduočių, kurios yra skirtos imituoti su fizine veikla susijusius judesius ir neuroraumeninę kontrolę [54].

Prieš pasirenkant testus, kurie skirti įvertinti grįžimo į fizinę veiklą galimybes, būtina išsiaiškinti: asmens lytį bei amžių, apsauginių priemonių naudojimą (įtvarai, teipai), buvusios fizinės veiklos iki traumos intensyvumą, trukmę bei dažnį (kontaktinė, nekontaktinė, su pasisukimais ar be, fizinė veikla), asmens aktyvumo lygį (aukšto meistriškumo sportininkas ar fiziškai aktyvus asmuo) bei laiką ir trukmę, praleistą sportuojant prieš PKRr [55]. Siekiant ištirti asmenis po PKRr, naudojama daugybė įvairių testų. Visgi dažniausiai naudojami vertinimo metodai yra šlaunies keturgalvių raumenų jėgos testavimas bei šuolių testai, kurie skirti funkcijai vertinti. Dažniausiai naudojamas kojų simetrijos indeksas ≥ 90 [50].

Grįžimo į fizinę veiklą laikas yra dar vienas svarbus veiksnys, į kurį būtina atsižvelgti. Nustatyta, kad maždaug pusė visų transplanto plyšimų pirmaisiais pooperaciniais metais įvyksta jauniems aukšto meistriškumo sportininkams. Toks aukštas pakartotinių traumų dažnis tarp jaunų aukšto meistriškumo sportininkų gali būti dėl per greito grįžimo į sportą arba grįžimo

į fizinę veiklą, kuri reikalauja daug šuolių, staigių posūkių, greitų krypties keitimų [56].

Kelio sąnario funkcijos ir biologinės sveikatos trūkumai dažnai matomi praėjus net vieneriems metams po PKRr. Ryškus sąnario sveikatos bei funkcijos pagerėjimas ir simptomų išnykimas labiausiai pastebimi praėjus dvejiems metams nuo rekonstrukcijos dienos. Dvejų metų laikotarpis po PKRr nėra sutartinis, tačiau naujausi tyrimai rodo, jog šis terminas yra tinkamiausias grįžimui į fizinę veiklą (2.5.1 pav.). Sporto medicina yra padariusi didelę pažangą operacijos technikoje, pooperacinėje reabilitacijoje, rizikos veiksnių patirti pakartotinę PKR traumą nustatyme, tačiau tai nereiškia, jog sumažėjo tikimybė patirti antrą PKR traumą. Pradinės kelio sąnario sveikatos bei funkcijos atkūrimas turėtų būti pagrindinis reikalavimas prieš grįžtant į fizinę veiklą [57].



2.5.1 pav. Atsigavimo laikas po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos [57]

Tyrimai rodo, kad net 75 proc. asmenų po PKRr nepaiso, jog neatitinka grįžimo į fiziškai aktyvią veiklą kriterijų ir tik 14 proc. jaunų atletų atitinka kompleksinių šuolių, jėgos ir simptomų kriterijus, nors buvo praėję grįžimo į sportą testus [56]. Autoriai teigia, jog pagrindiniai komponentai, lemiantys grįžimą į prieš traumą buvusį fizinio aktyvumo lygį yra jaunesnis amžius, vyriškoji lytis, teigiamas psichologinis nusiteikimas bei simetrija tarp kojų, atliekant vienos kojos HOP testus [42]. Dėl funkcinio testų gausos ir vis dar esamų trūkumų mokslininkai siūlo punktus, kuriuos asmenys turi atitikti ir didelį kiekį tyrimų, kuriuos reikia pasirinkti ir tinkamai derinti pagal norimus įvertinti parametrus reabilitacijos metu arba pabaigoje [55]:

- Laikas po PKR rekonstrukcijos >9 mėn.;
- Tiriamojo savęs vertinimo formos:
 - IKDC 2000.
 - Tegner aktyvumo skalė.
- Psichologinis vertinimas:
 - ACL–RSI.
 - K–SES.
- Objektivus vertinimas:
 - Klinikinis kelio sąnario sutrikimo įvertinimas (pilna judesio amplitudė, skausmo, tinimo nebuvimas).
- Kiekybinis vertinimas:
 - Raumenų jėga.
 - HOP testai.
- Judesio kokybė:
 - Daugiasegmentinio judesio kokybės vertinimas atliekant vienos ir abiejų kojų dinامينius judesius.
 - Su sportu susijusio nuovargio vertinimas.
- Sporto reintegravimas:
 - Laipsniškai realių žaidimų situacijų treniravimas.
 - Laipsniškas krūvio didinimas.
 - Su sportu susijusios treniruotės tolerancijos vertinimas (skausmo, tinimo, sustingimo nebuvimas).
- Medicinos ir sporto rizikos vertinimas.
- Sprendimas dėl modifikuojamųjų veiksmų koregavimo.
- Bendras sprendimų priėmimas.

Jauni, fiziškai aktyvūs asmenys, kurie yra patyrę PKR traumą, tikisi pilnai atgauti prieš traumą buvusią funkciją ir grįžti į buvusį fizinio aktyvumo lygį. Remiantis atliktu tyrimu, tiek fizinis, tiek psichologinis pasiruošimas yra svarbūs sėkmingui grįžimui į fizinę veiklą. Tačiau dažnai pastebima, jog neigiamas psichologinis atsakas sumažina sėkmingo grįžimo tikimybę [58]. Vienas iš naujai sukurtų psichologinio pasitikėjimo vertinimo metodų – ACL–RSI klausimynas [59] yra specifiskai sukurtas būtent pacientams po PKR traumos. Jis yra plačiai naudojamas užsienyje ir yra įtraukiamas į grįžimo į fizinę veiklą vertinimo sistemas [60]. Taip pat kitų mokslininkų atliktuose tyrimuose gauti rezultatai teigia, jog ACL–RSI klausimyno rezultatai turi ryšį su asmens charakteristika, fizine veikla, funkcinio šuolių rezultatais, subjektyviai vertinama fizine veikla bei pooperaciniu laikotarpiu [61].

Priekinio kryžminio raiščio anatomija ir biomechanika turi poveikį bet kokiam judesiui. Asmuo, kuris neužsiima jokia fizine veikla, gali puikiai

gyventi be PKR rekonstrukcijos. Tačiau, jei asmuo yra fiziškai aktyvus, traumuotas kelio sąnarys gali tinti, strigti. Šios kelio sąnario problemos turi būti gydomos. Pagrindinis sprendimas – PKR rekonstrukcija. Kaip bet kuri operacija, PKRr veikia ne tik kelio sąnario funkciją, bet ir viso kūno biomechaniką. Reabilitacija po PKRr trunka labai ilgai, nuo 6 mėn. iki 2 m. Kaip teigiama mokslinėje literatūroje, norint pilnai atstatyti visas kūno funkcijas po rekonstrukcijos, gali prireikti net 9 mėn. Tačiau ir tada nėra visiškai aišku, jog asmuo yra pilnai grįžęs į prieš traumą buvusią funkcinę būklę. Dėl to labai svarbu parinkti tinkamus testus, norint gauti tiksliausią asmens įvertinimą. Jų kiekis literatūroje yra labai didelis. Tačiau testų, klausimų tinkamumas vis labiau kritikuojamas moksliniuose straipsniuose.

Per greitas asmens nukreipimas į prieš traumą buvusią fizinę veiklą gali turėti poveikį pakartotinei traumai. Dėl šių priežasčių nusprendėme įvertinti jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos, tolimuosius gydymo rezultatus praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos.

3. TYRIMO METODIKA

Metodikos parengimas ir tyrimai atlikti LSMU MA SF Sporto medicinos klinikoje 2016–09 – 2020–06. Tyrimams atlikti gautas Kauno regioninio biomedicininio tyrimų Etikos komiteto leidimas (Nr. BE-2-24) (1 priedas). Tyrimų duomenys buvo nuasmeninami ir visi vertinimai buvo atlikti laikantis gauto Valstybinės duomenų apsaugos inspekcijos leidimo (Nr. 2R–5100(2.6–1.)) reikalavimų (2 priedas).

Tyrimo imties pasikliautinis lygmuo 95 proc., o imties paklaida 10 proc. nustatyta remiantis Panioto formule:

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + \frac{1}{N}},$$

kur:

n – imties dydis,

N = 10064,25 (generalinės visumos dydis),

$\Delta = 0,1$ (klaidos tikimybė).

Apskaičiuota tiriamųjų imtis – 99 asmenys. Tyrime sutikusių dalyvauti tiriamųjų imtis – 102 asmenys.

Visi asmenys buvo operuoti to paties ortopedo – traumatologo. Taip pat visi tiriamieji po rekonstrukcijos praėjo valstybinės ligonių kasos finansuojamą 14 dienų reabilitaciją skirtinguose miestuose. Po to visiems tiriamiesiems buvo siūloma tęsti reabilitaciją savarankiškai, konsultuojantis su kineziterapeutu. Tiriamųjų charakteristikos pateikiamos 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Tyrimo imties charakteristika

Vyrai	62 (60,8 proc.)
Moterys	40 (39,2 proc.)
Amžius (metai)	24,6 (95 proc. PI: 23,3–25,8)
Ūgis (cm)	180,9 (95 proc. PI: 178,7–183,2)
Svoris (kg)	78,8 (95 proc. PI: 75,8–81,8)
KMI	23,9 (95 proc. PI: 23,3–24,5)

Pastaba: KMI – kūno masės indeksas; duomenys pateikiami kaip aritmetinis vidurkis ir 95 proc. pasikliautinis intervalas $\bar{x}$ (PI).

3.1. Tyrimo organizavimas ir tyrimo protokolas

Tyrimė dalyvavo asmenys, kurie buvo patyrę kelio sąnario PKR traumą ir kuriems buvo atlikta raiščio rekonstrukcija. Tiriamieji, praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos, atvykę pas operavusį chirurgą, buvo siunčiami funkciniais testais. Asmenys, kurie atitiko mūsų keltus reikalavimus, buvo įtraukti į tyrimą. Tiriamieji jau buvo praėję ambulatorinę kineziterapiją, atlikę chirurgo rekomenduotus reabilitacijos pratimus, konsultuojantis su kineziterapeutu.

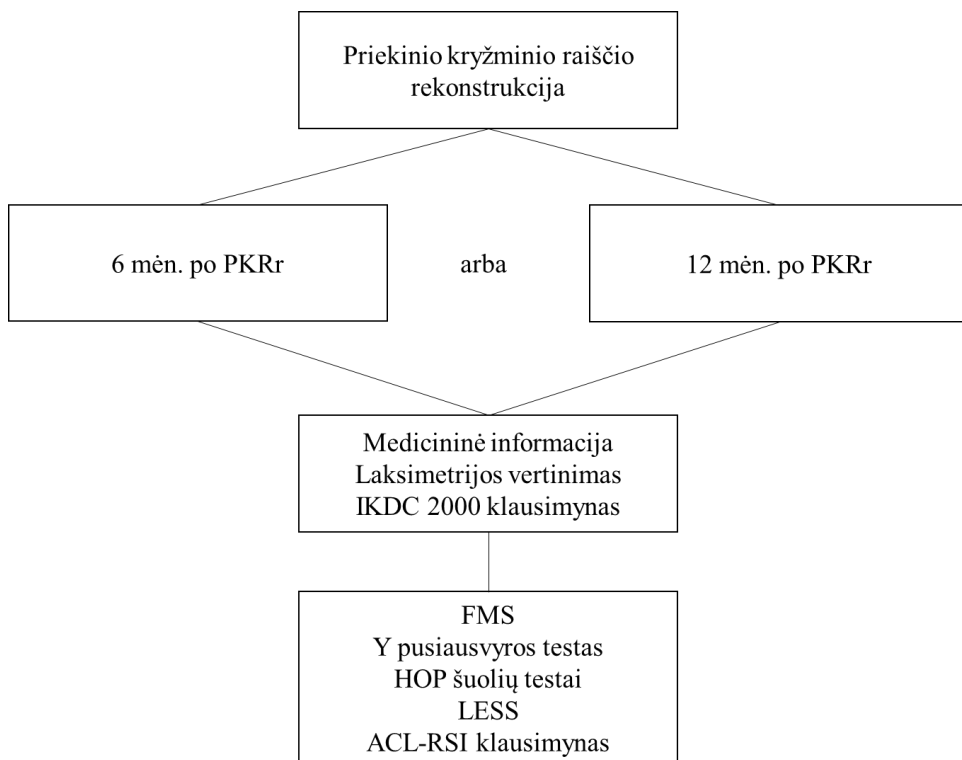
Įtraukimo į tyrimą kriterijai:

- Priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija.
- 6 arba 12 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos.
- Jaunas amžius (nuo 18 iki 44 metų pagal PSO).
- Fiziškai aktyvūs asmenys. Fizinis aktyvumas buvo įvertintas ortopedo–traumatologo, naudojant Tegner fizinio aktyvumo klausimyną. Mūsų pasirinktas mažiausias Tegner fizinio aktyvumo klausimyno balas – 4, didžiausias – 8 [62].
- Savanoriškai sutikę dalyvauti tyrime.

Neįtraukimo kriterijai:

- Nesutikimas dalyvauti tyrime.
- Kita griaučių-raumenų sistemos problema toje pačioje arba kitoje kojoje.
- Kitos sveikatos problemos, kurios trukdo atlikti funkcinis testus (pvz., širdies kraujagyslių sistemos, kvėpavimo sistemų sutrikimai).

Prieš operaciją tiriamasis turėjo konsultaciją su ortopedu–traumatologu. Įvertinus asmens būklę, nutartu metu buvo atlikta PKR rekonstrukcija. Toliau sekė 14 dienų ambulatorinė reabilitacija. Po jos asmuo atvyko antrai ortopedo–traumatologo konsultacijai, kurios metu buvo nukreiptas reabilitacijai namuose su kineziterapeuto konsultacija. Praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos, tiriamasis vėl atvyko ortopedo–traumatologo konsultacijai. Sutikus dalyvauti tyrime, asmuo nusiųstas atlikti funkcinis testus. Tyrimo organizavimas pavaizduotas 3.1.1 pav.



3.1.1 pav. Tyrimo organizavimas

3.2. Tyrimo metodai

3.2.1. Medicininė informacija

Iš operacijos aprašo buvo surinkta ši informacija:

- Ūgis ir svoris.
- Raiščio transplanto tipas.
- Raiščio transplanto diametras.
- Fizinio aktyvumo lygis (Tegner fizinio aktyvumo klausimyno vertinimas).

3.2.2. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio automatizuotos dinaminės laksimetrojios vertinimas

Genourob prietaiso pagalba buvo atliekama automatizuota dinaminė laksimetrija. Tai objektyvus ir paprastas būdas atlikti Lachmano testą, kurio metu tiksliai bei automatiškai įvertinama kelio sąnario raiščių būklė [63]. Genourob artrometras yra kompiuterizuota sistema, kuri turi spaudimo ir judesio jutiklius tiksliai priekiniam kelio sąnario laisvumui įvertinti [64]. Vertinimas atliekamas tiriamajam gulint ant nugaros. Viena koja įstatoma į Genourob prietaisą, stabiliai pritvirtinama. Jutiklis, kuris fiksuoja rezultatus, dedamas po girnele. Tuomet aparato pagalba blauzdikaulis stumiamas į priekį nuo 0 iki 300 N jėga (jėga parenkama tyrėjo). Fiksuojamas priekinio blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu. Pirma testuojama sveika koja, lyginami abiejų kojų rezultatai [63]. Mūsų tyrime buvo naudojama 134 N ir 150 N jėga. 134 N jėga yra naudojama įvairių gamintojų prietaisuose siekiant įvertinti PKR savybes (pvz., KT-1000 artrometras). Ši veikimo jėga laikoma „auksiniu standartu“, lyginant duomenis su kitų autorių duomenimis ir moksliniais tyrimais. Mūsų naudotas aparatas leidžia įvertinti PKR savybes ir prie didesnės poslinkio jėgos, todėl tai tampa aktualu vėlesniuose gydymo etapuose, pvz., praėjus 6 arba 12 mėn. Šiuo laikotarpiu vyksta transplanto ligamentizacija ir didesnės poslinkio jėgos suteikia galimybę spręsti, kokios PKR transplanto mechaninės savybės bus esant didesnėms kelio sąnario biomechaninėms apkrovoms. Pagal autorius visiškas raiščio plyšimas (jautrumas 70 proc., specifiškumas 90 proc.) nustatomas kai yra >3 mm skirtumas tarp kojų, dalinis raiščio plyšimas (jautrumas 80 proc., specifiškumas 87 proc.) nustatomas kai yra 1,5 mm skirtumas tarp kojų. Funkcinis nestabilumas vertinamas stebint raiščio stabilumo kreivės nuolydį (P_2): didelė funkcinio nestabilumo rizika $P_2 > 10$, vidutinė funkcinio nestabilumo rizika $5 < P_2 < 10$, maža funkcinio nestabilumo rizika $P_2 < 5$ [63]. Nestabilumo riziką apibūdinantis rodiklis P_2 neturi matavimo vieneto, tai yra išvestinis prognostinis rodiklis.

3.2.3. Subjektyvus tiriamojo savo būklės vertinimas.

Subjektyviam tiriamojo vertinimui naudotas IKDC 2000 klausimynas (3 priedas). Jis sudarytas iš 18 klausimų, kurie apima tris sritis: 1–7 klausimai apibūdina simptomus; 8–9 klausimai apibūdina aktyvumo lygį; 10–12 klausimai apibūdina kelio sąnario funkciją. Jomis vertinamas skausmas, sąstingis, tinimas, laisvumo bei užstrigimo jausmas, fizinė bei kasdienė veikla, kelio sąnario funkcionalumas prieš bei po operacijos arba traumos. Testo rezultatai vertinami nuo 0 iki 100 balų. Nustatyta norma sveikiems žmonėms – 87,65 balų [65].

3.2.4. Funkcinių judesių atlikimo kokybės vertinimas.

Funkcinis judesių vertinimas atliktas pasitelkiant FMS metodiką. FMS susideda iš septynių fundamentalių judesių modelių (4 priedas), kurie reikalauja pusiausvyros tarp mobilumo ir stabilumo. Atliekant judesius, išprovokuojamos silpnosios kūno vietos, jei tokios yra. Atliekami septyni pagrindiniai judesiai:

- Gilus pritūpimas.
- Žengimas per kliūtį.
- Įtūpstas.
- Peties mobilumas.
- Aktyvus tiesios kojos kėlimas.
- Liemens stabilumas pasikeliant.
- Liemens stabilumas pasisukime.

Taip pat yra trys provokaciniai judesiai, kurių tikslas – sukelti skausmą tam tikroje kūno vietoje, jei yra problema:

- Peties ankštumo provokacinis testas.
- Atsilenkimo atgal provokacija.
- Lenkimosi į priekį provokacija.

Vertinimas:

- 0 balų – jei, atliekant judesį, jaučiamas bet koks skausmas.
- 1 balas – jei tiriamasis negali atlikti judesio arba atsistoti ir išlaikyti pradinės padėties.
- 2 balai – jei tiriamasis gali atlikti judesį, bet yra kompensacijos.
- 3 balai – kai tiriamasis judesį atlieka teisingai, be kompensacijų.

Maksimalus vertinimas – 21 balas [16, 17]. Nustatyta riba, kuri rodo padidėjusią riziką patirti traumą – 14 balų [68].

3.2.5. Dinaminės apatinių galūnių pusiausvyros vertinimas.

Dinaminė pusiausvyra buvo vertinta naudojant modifikuotą Žvaigždės nuokrypio testą arba kitaip vadinamą Y pusiausvyros testą (5 priedas). Prieš tyrimą išmatuojamas tiriamojos dešinės kojos ilgis, kuris reikalingas rezultatų apskaičiavimui. Tiriamasis atsistoja ant centre esančios platformos ties raudona linija. Kita koja stumia kaladėlę maksimaliai kiek įmanoma toliau trimis kryptimis: priekine, vidine ir šonine (3.5.5.1 pav). Visomis kryptimis atliekami trys bandymai kiekviena koja, rezultatui apskaičiuoti imamas geriausias nustumtas atstumas (cm). Rezultatas neužskaitomas, jeigu:

- neišlaikoma pusiausvyra ant platformos (paliečiamos grindys ar nukrentama);
- neišlaikomas tinkamas kontaktas su stumiama kaladėle judesio metu (kaladėlė nuspiriama);
- kaladėlė naudojama išlaikyti pusiausvyrą (pėda remiamasi į kaladėlę);
- nustūmus kaladėlę nepavyksta grįžti į pradinę padėtį.

Norint apskaičiuoti kobinuotą rezultatą naudojama formulė:

$$\text{Kobinuotas rezultatas} = \frac{\text{Priekinė kryptis (cm)} + \text{Šoninė kryptis (cm)} + \text{Vidinė kryptis (cm)}}{3 \times \text{dešinės kojos ilgis}} \times 100$$



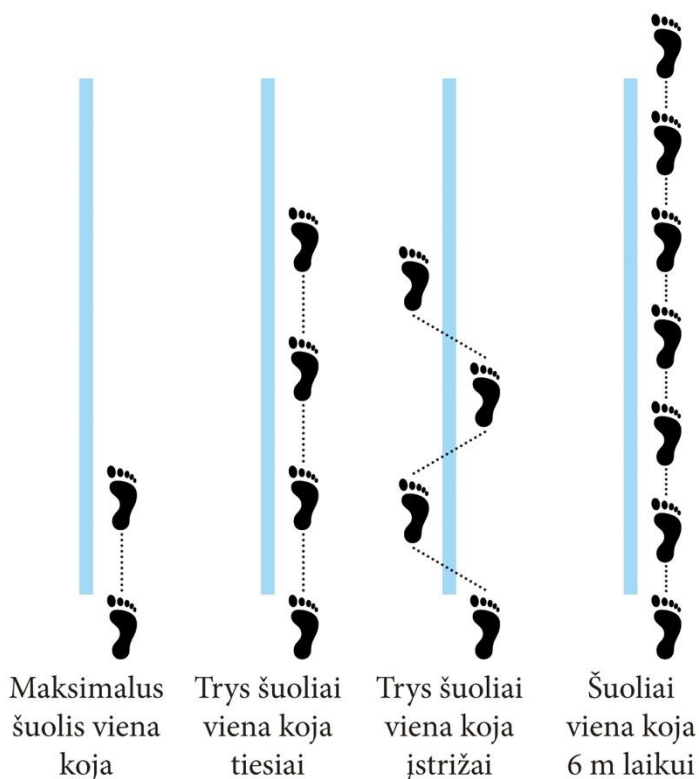
3.2.5.1 pav. Y pusiausvyros testo (a) priekinė, (b) vidinė, (c) šoninė kryptys

Taip pat lyginami abiejų kojų visų trijų krypčių rezultatai. Pagal atliktus tyrimus, priekinė kryptis tarp kojų gali skirtis 4 cm, šoninė bei vidinė kryptys – 6 cm [62, 63]. Literatūroje pateikiama, jog Y pusiausvyros kairės ir dešinės kojų kobinuotas rezultatas, kad būtų galima teigti, jog nėra rizikos patirti traumą, yra ≤ 94 balai. [69].

3.2.6. Apatinių galūnių šuolių biomechaninių parametru vertinimas.

Horizontalūs apatinių galūnių biomechaniniai parametrai matuoti naudojant vienos kojos HOP testus (6 priedas). HOP testų rinkinys naudojamas siekiant įvertinti dinaminį kelio stabilumą, kojos jėgą bei neuroraumeninę koordinaciją. Taip pat tai yra puikus metodas siekiant įvertinti tiriamojo progresą reabilitacijos metu ir palyginti kojų rezultatus tarpusavyje, ypač po PKRr [71].

Šiam testui atlikti naudojama 6 metrų sugraduota linija, kurios pagalba matuojamas nušoktas atstumas. HOP testų rinkinį sudaro keturi skirtingi šuoliai: maksimalus šuolis viena koja (stengiamasi nušokti kiek įmanoma toliau); maksimalūs trys šuoliai viena koja įstrižai (zigzagu); maksimalūs trys šuoliai tiesia linija viena koja; šuoliai 6 metrus viena koja laikui (3.2.6.1 pav.). Kiekvienas šuolis atliekamas stovint ant vienos kojos nuo starto linijos. Trys pirmi šuoliai vertinami nušoktu atstumu (cm), paskutinis – laiku (s).



3.2.6.1 pav. HOP testo šuolių schemas

(https://www.researchgate.net/figure/Performance-of-the-single-leg-hop-tests-top-including-the-single-hop-for-distance_fig1_229425704)

Simetrijos indeksas apskaičiuojamas pagal sveikos kojos rezultatą. Norma, kuomet rezultatas tarp abiejų kojų nesiskiria daugiau kaip 10 proc. (kai simetrijos indeksas siekia >90 proc.) [72]. Taip pat pateikiamos šuolių normos sveikoms moterims ir vyrams [73]:

- Maksimalus šuolis viena koja – vyrai (192 ± 20 cm), moterys (149 ± 17 cm).
- Trys šuoliai viena koja įstrižai (zigzagu) – vyrai (570 ± 75 cm), moterys (406 ± 54 cm).
- Trys šuoliai viena koja tiesia linija – vyrai (632 ± 72 cm), moterys (470 ± 53 cm).
- Šuoliai 6 metrus viena koja laikui – vyrai ($1,74 \pm 0,21$ s), moterys ($2,13 \pm 0,20$ s).

Kadangi pateikiamos skirtingos vertinimo normos vyrams ir moterims, duomenų analizę taip pat pateikėme pagal lytį.

Apatinių galūnių biomechaniniai parametrai vertikalių šuolių metu vertinti filmuojant nužengimą nuo pakilos ir vertikalų šuolį į viršų. Filmuota medžiaga analizuota pasitelkiant LESS metodiką. LESS yra nebrangus klininis vertinimo įrankis. Tyrimo metu naudojamos dvi kameros: viena filmuoja frontalią vaizdą, kita – sagitalų. Jų pagalba fiksuojami aukštos rizikos patirti traumą judesio modeliai („klaidos“), atliekant pašokimo – nusileidimo judesį. Tiriamasis atsistoja ant 30 cm aukščio pakilos ir turi nušokti dviem kojomis 50 proc. savo ūgio atstumą. Tada iš karto atliekamas maksimalus vertikalus šuolis. Tyrimo metu atliekami trys šuoliai, iš kurių pasirenkamas geriausias variantas vertinimui. LESS sistemą sudaro 17 vertinimo punktų (7 priedas), kuriuos galima suskirstyti į keturias dalis. Pirmoji dalis vertina apatinių galūnių ir juosmens padėtį pirmo kontakto su žeme metu:

- Kampas kelio sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai kelio sąnarys sulenkiamas mažiau nei 30° .
- Kampas klubo sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai šlaunis yra vienoje linijoje su liemeniu.
- Liemens fleksijos kampas sagitalioje plokštumoje pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai liemuo yra vertikalus arba tiesus klubų atžvilgiu.
- *Genu valgum* laipsnis pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai girtelės centras yra pasislinkęs medialiau nuo pėdos centro.
- Šoninė liemens fleksija pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai liemens vidurio linija yra pasislinkusi į kairę arba dešinę pusę.

Antroji dalis vertina pėdų padėties „klaidas“ tiek pirmo kontakto su žeme metu, tiek kai tiriamasis kontaktuoja su žeme pilna pėda:

- Čiurnos plantarinė fleksija pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai pėda pastatoma nuo kulno ant pirštų arba pilna pėda.
- Kojų padėtis – plati. Klaida žymima, kai pėdų padėtis yra platesnė nei pečių plotis.
- Kojų padėtis – siaura. Klaida žymima, kai pėdų padėtis siauresnė nei pečių plotis.
- Pėdos padėtis – išorinė rotacija. Klaida žymima, kai tarp kontakto su žeme ir maksimalaus pritūpimo pėda pasisuka į išorę daugiau kaip 30°;
- Pėdos padėtis – vidinė rotacija. Klaida žymima, kai tarp kontakto su žeme ir maksimalaus pritūpimo pėda pasisuka į vidų daugiau kaip 30°.
- Pėdų simetriškumas pirmo kontakto su žeme metu. Klaida žymima, kai viena pėda žemę paliečia anksčiau nei kita arba viena pėda nusileidžia nuo kulno ant pirštų, o kita – nuo pirštų ant kulno.

Trečioji dalis vertina apatinių galūnių ir liemens judesius gilaus pritūpimo metu prieš maksimalų vertikalų šuolį:

- Kampo kelio sąnaryje pokytis. Klaida žymima, kai tarp pirmo kontakto su žeme ir gilaus pritūpimo kampas kelio sąnaryje yra mažesnis nei 45°.
- Kampo klubo sąnaryje pokytis. Klaida žymima, kai tarp pirmo kontakto su žeme ir gilaus pritūpimo šlaunis nesilenkia daugiau nei liemuo.
- Liemens fleksijos pokytis. Klaida žymima, kai tarp pirmo kontakto su žeme ir gilaus pritūpimo liemens kampas nesikeičia.
- *Genu valgum* pokytis. Klaida žymima, kai maksimalaus pritūpimo metu girnelės centras yra pasislinkęs medialiai pėdos centro atžvilgiu.

Ketvirtoji dalis vertina bendrą šuolio vaizdą ir judesių kokybę:

- Sąnarių paslankumas, mobilumas. Klaida žymima, kai tiriamojo liemens, klubo, kelio sąnarių mobilumas, paslankumas yra prastas.
- Bendras įspūdis. Klaida žymima, kai nusileidimas yra su papildomais nereikalingais judesiais sagitalioje ir frontaliajoje plokštumose arba atlieka „kietą“ nusileidimą.

Autoriai pateikia tokias vertinimo normas: ≤4 – puiki šuolio technika; 5 – gera šuolio technika; 6 – vidutinė šuolio technika; >6 – bloga šuolio technika [74].

3.2.7. Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą vertinimas.

Psichologiniam pasitikėjimui vertinti naudotas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“ (angl. *Anterior Cruciate Ligament – Return to Play After Injury*, trump. ACL–RSI) klausimynas. Klausimyną sudaro 12 klausimų, kurie suskirstyti į tris grupes. Jos yra susijusios su grįžimu į fizinę veiklą: emocijos, pasitikėjimas judesiu ir rizikos vertinimas [59]. Kuo surenkamas įvertis (proc.) aukštesnis, tuo geresnis asmens psichologinis pasitikėjimas grįžti į fizinę veiklą. Mokslininkų atliktame tyrime pateikiama, jog ACL–RSI įvertis (proc.), kuris rodo padidėjusią riziką negrįžti į prieš traumą buvusią fizinę formą – 56 ir mažiau [75]. Visgi pagal McPherson su bendraautoriais [76] atliktus skaičiavimus, ACL–RSI įvertis (proc.), praėjus 12 mėn. po PKRr turėtų siekti 76,7 proc. Šis klausimynas buvo išvertas į lietuvių kalbą ir validuotas (8 priedas) [15]. Klausimynas vertinamas procentais:

$$\text{ACL–RSI (proc.)} = \frac{\text{Surinktų balų suma}}{120} \times 100$$

3.2.8. Matematinė statistika.

Statistinė duomenų analizė buvo atlikta SPSS 23.0 *for Windows* kompiuterine programa. Vidinis klausimyno suderinamumas vertintas naudojant Kronbacho alfa (α) koeficientą. Jis laikytas geru, kai rezultatas buvo nuo 0,7 iki 0,9, daugiau kaip 0,9 – laikytas puikiu. Turinio patikimumas vertintas analizuojant koreliacijos koeficientus tarp ACL–RSI, IKDC 2000 klausimų ir IKDC–subskalių. Dviem priklausomoms imtims palyginti, kai duomenys tenkino normalumo prielaidą (duomenys pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, $p > 0,05$), taikytas porinis Stjudento t kriterijus, kai netenkino – Vilkoksono kriterijus. Dviem nepriklausomoms imtims palyginti, kai duomenys tenkino normalumo prielaidą, taikytas Stjudento t testas, kai netenkino – Mano–Vitnio–Vilkoksono kriterijus. Trims nepriklausomoms imtims palyginti, kai duomenys netenkino normalumo prielaidos, taikytas Kruskalo–Voliso kriterijus, kai duomenys buvo ranginiai – Chi kvadrato (χ^2) nepriklausomumo kriterijus. Vertinant dviejų kintamųjų priklausomybę, kai duomenys tenkino normalumo prielaidą, taikyta Pirsono koreliacija, kai netenkino – Spirmeno koreliacija. Rezultatai pateikti kaip ir aritmetinis vidurkis ir 95 proc. pasikliautinis intervalas $\bar{x}$ (PI) arba mediana (min; max). Skirtumas statistiškai reikšmingas, kai $p < 0,05$.

4. REZULTATAI

4.1. Lietuviškos ACL–RSI klausimyno versijos validavimas

Pirminė lietuviška ACL–RSI klausimyno versija buvo išversta pagal reikalavimus. Klausimynas dviejų profesionalių vertėjų išvertas iš anglų kalbos į lietuvių kalbą. Tuomet atliktas vertimas iš lietuvių kalbos į anglų kalbą ir pateiktas klausimyno autorių peržiūrai. Jie pastabų neišsakė. Lietuviška klausimyno versija pavadinta „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į sportą po traumos“, trumpinys ACL–RSI–Lt. Siekdami palengvinti duomenų suvedimą, išlaikėme originalią 11 langelių skalę, kurių vertinimas yra nuo 0 iki 10 balų. Po pirminio tyrimo nebuvo atlikti jokie pakeitimai, nes visi asmenys, dalyvavę validacijos procese, teigė, jog klausimai buvo aiškūs ir lengvai suprantami. Į validacijos procesą buvo įtraukti 65 asmenys (39 vyrai; 26 moterys): vidutinis amžius 25,5 metai, vidutinis ūgis 180,9 cm, vidutinis svoris 79,1 kg, vidutinis KMI 24,0. Minimalus laikas po PKRr buvo 6 mėn. (43 asmenys), maksimalus laikas – 12 mėn. (22 asmenys). Visiems tiriamiesiems buvo atlikta vienos kojos PKRr. Tiriamųjų charakteristika pateikiama 4.1.1 lentelėje.

4.1.1 lentelė. Tyrimo grupių charakteristikos priklausomai nuo laiko po rekonstrukcijos

	6 mėn. (n=43)	12 mėn. (n=22)	p
Amžius (m)	25,3 (18,0; 39,0)	26,0 (18,0; 42,0)	0,781
Ūgis (cm)	180,7 (154,0; 208,0)	181,2 (157,0; 208,0)	0,713
Svoris (kg)	79,6 (65,3; 93,9)	78,2 (61,0; 100,5)	0,744
KMI	24,2 (20,5; 32,9)	23,6 (19,2; 33,6)	0,332
Vyrai	59,3 proc.	55,9 proc.	0,652
Moterys	40,7 proc.	44,1 proc.	

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}) arba kaip dažnio procentinis pasiskirstymas. KMI – kūno masės indeksas.

Vidinis nuoseklumas buvo įvertintas pagal Kronbacho alfa koeficientą, kuris buvo laikomas puikiu, jei $\alpha > 0,9$. Išverstas ACL–RSI klausimynas, remiantis nagrinėtų dvylikos klausimų koreliacijos stiprumu, laikytas puikiu ($\alpha = 0,94$). Dalijimo pusiau patikimumas abiem pusėms buvo 0,89 ir 0,92. Koreliacija tarp pirmos ir antros klausimyno pusių buvo įvertinta 0,79. Gatmano koeficientas buvo 0,88, Spirmeno ir Brauno koeficientas – 0,89.

4.1.2 lentelė. Klausimynų ir subskalių funkcinį rodiklių koreliaciniai ryšiai

	ACL–RSI	
	r_s	p
IKDC 2000	0,648	<0,001
IKDC–simptomai	0,579	<0,001
IKDC–funkcija	0,574	<0,001
IKDC–sportas	0,488	<0,001

Pastaba: ACL–RSI – klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“; IKDC – subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas; r_s – Spirmano ranginės koreliacijos koeficientas.

Vidutinė teigiama koreliacija buvo tarp ACL–RSI klausimyno ir IKDC 2000 klausimyno, IKDC–simptomai, IKDC–funkcija ir IKDC–sportas subskalių (4.1.2 lentelė).

Taigi, galima teigti, jog ACL–RSI klausimyno vertimas į lietuvių kalbą ir validavimas yra atliktas pagal reikalavimus. Tai naujas, lengvas įrankis siekiant įvertinti asmens, kuris patyrė PKR traumą, psichologinį pasiruošimą grįžti į fizinę veiklą.

4.2. Tiriamųjų apatinių galūnių biomechanikos rodiklių vertinimas, praėjus 6 arba 12 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

Tyrime dalyvavo 102 asmenys, kurie sutiko dalyvauti tyrime ir atitiko atrankos kriterijus. 6 mėn. po PKRr grupėje buvo 67 asmenys, 12 mėnesių po PKRr – 35 asmenys. Grupių charakteristikos pateikiamos 4.2.1 lentelėje.

4.2.1 lentelė. Tyrimo grupių charakteristikos priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos

	6 mėn. (n = 67)	12 mėn. (n = 35)	p
Amžius (m)	24,0 (18,0; 42,0)	22,0 (18,0; 39,0)	0,248
Ūgis (cm)	180,0 (152,0; 208,0)	180,0 (152,0; 208,0)	0,830
Svoris (kg)	80,0 (47,4; 115,0)	78,0 (53,0; 108,0)	0,357
KMI	23,6 (19,2; 33,6)	23,2 (19,5; 28,4)	0,390
Vyrai	62,7 proc.	57,1 proc.	0,509
Moterys	37,3 proc.	42,9 proc.	

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}) arba kaip dažnio procentinis pasiskirstymas. KMI – kūno masės indeksas.

Palyginus grupių laksimetro testų rezultatus (4.2.2 lentelė), statistiškai reikšmingų skirtumų negavome. 6 mėn. grupėje nustatyta, jog raištis dar nėra pakankamai sutvirtėjęs – visi rezultatai viršija 1,5 mm, tačiau nesiekia 3 mm. Praėjus 12 mėn. po rekonstrukcijos, raiščių elastingumo skirtumai yra labai minimalūs visose kategorijose. Abejose grupėse funkcinio nestabilumo rizika buvo maža – $P2 < 5$.

4.2.2 lentelė. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio stabilumo vertinimas priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos

	6 mėn. (n = 67)	12 mėn. (n = 35)	Kriterijaus reikšmė U	p
Slope P2	4,7 (0,0; 28,2)	4,7 (0,1; 16,5)	1204,5	0,821
134 N displ. diff (mm)	1,7 (-2,2; 5,2)	0,4 (-2,8; 3,0)	973,5	0,160
134 N D _{max} diff (mm)	1,7 (-2,2; 5,6)	0,4 (-2,8; 3,0)	941,5	0,103
150 N displ. diff (mm)	1,8 (-3,7; 5,1)	0,4 (-2,9; 2,9)	1004	0,234
150 N D _{max} diff (mm)	1,8 (-2,4; 5,1)	0,5 (-2,9; 3,0)	992	0,203

Pastaba: Slope P2 – raiščio stabilumo kreivės nuolydis; 134 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 134 N jėgai; 134 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N jėgai; 150 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 150 N jėgai; 150 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 150 N jėgai; duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}).

Atlikę HOP testų rezultatų palyginimus, gauta, jog 12 mėn. grupės, „HOP 3 šuoliai įstrižai“ rezultatai buvo geresni 4,5 proc., nei 6 mėn. grupės. ($p < 0,05$). Visų kitų subtestų rezultatai statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Taip pat visi subtestai siekė literatūroje nustatytas simetrinio indekso normas (> 90 proc.), išskyrus 6 mėn. grupės „HOP 1 šuolis“ ir „HOP 3 šuoliai įstrižai“. HOP subtestų simetrinių indeksų rezultatai pateikiami 4.2.3 lentelėje.

4.2.3 lentelė. *Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos*

	6 mėn. (n = 67)	12 mėn. (n = 35)	Kriterijaus reikšmė U	p
HOP 1 šuolis (proc.)	89,9 (95 proc. PI: 87,8–92,2)	93,5 (95 proc. PI: 91,1–95,9)	1261,5	0,860
HOP 3 šuoliai įstrižai (proc.)	89,2 (95 proc. PI: 86,9–91,5)	93,7 (95 proc. PI: 91,3–96,2)	1292	0,025
HOP 3 šuoliai tiesiai (proc.)	90,7 (95 proc. PI: 88,7–92,8)	94,1 (95 proc. PI: 91,7–96,5)	1251,5	0,102
HOP 6 m laikui (proc.)	93,9 (95 proc. PI: 93,9–95,5)	96,2 (95 proc. PI: 93,8–98,6)	1209,5	0,190

Pastaba: duomenys pateikiami kaip aritmetinis vidurkis ir 95 proc. pasikliautinis intervalas $\bar{x}$ (PI). HOP – šuolių viena koja rinkinys.

Taip pat palyginome HOP subtestų rezultatus tarp operuotos ir sveikos kojos praėjus 6 arba 12 mėn. po PKRr. Rezultatus turėjome išskirti pagal lytis, nes literatūroje pateikiamos normos skirstomos atskirai vyrams ir moterims. Nagrinėjant 4.2.4 ir 4.2.5 lenteles, aišku, jog, lyginant abiejų lyčių operuotos kojos ir sveikos kojos subtestų rezultatus, praėjus 6 mėn. po PKR rekonstrukcijos, statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) prastesni operuotos kojos rezultatai. Vyrų grupė pagal literatūroje pateikiamas subtestų normas, tiek su sveika, tiek su operuota koja nenušoko reikiamo atstumo, laiko. Moterų grupės abiejų kojų rezultatai buvo normos ribose, tačiau, kaip minėjome anksčiau, nustatytas didelis skirtumas tarp sveikos ir operuotos kojos.

4.2.4 lentelė. Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu praėjus 6 mėnesiams po kairės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

	Moterys				Vyrų			
	Okk	Dk	Kriterijaus reikšmė t	p	Okk	Dk	Kriterijaus reikšmė t	p
HOP 1 šuolis (cm)	145,0 (90,0; 200,0)	152,5 (113,0; 210,0)	2,810	0,005	160,0 (115,0; 200,0)	170,0 (125,0; 205,0)	2,421	0,015
HOP 3 šuoliai įstrižai (cm)	402,5 (285,0; 590,0)	447,5 (355,0; 600,0)	3,049	0,002	505,0 (205,0; 620,0)	550,0 (270,0; 655,0)	3,249	0,001
HOP 3 šuoliai tiesiai (cm)	468,5 (356,0; 650,0)	499,5 (425,0; 670,0)	3,298	0,001	510,0 (340,0; 650,0)	560,0 (380,0; 695,0)	3,253	0,001
HOP 6 m laikui (s)	2,2 (1,6; 2,7)	2,0 (1,6; 2,4)	2,554	0,011	2,0 (1,6; 2,6)	2,2 (1,6; 2,5)	3,022	0,003

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). HOP – šuolių viena koja testų rinkinys; Okk – operuota kairė koja; Dk – dešinė koja.

4.2.5 lentelė. Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu praėjus 6 mėnesiams po dešinės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

	Moterys				Vyrų			
	Kk	Odk	Kriterijaus reikšmė t	p	Kk	Odk	Kriterijaus reikšmė t	p
HOP 1 šuolis (cm)	150,0 (110,0; 227,0)	135,0 (100,0; 209,0)	2,710	0,007	165,5 (105,0; 210,0)	145,0 (80,0; 210,0)	3,926	<0,001
HOP 3 šuoliai įstrižai (cm)	435,0 (275,0; 718,0)	400,0 (225,0; 623,0)	2,549	0,011	460,0 (240,0; 620,0)	423,5 (210,0; 625,0)	3,878	<0,001
HOP 3 šuoliai tiesiai (cm)	475,0 (365,0; 768,0)	425,0 (305,0; 645,0)	2,501	0,012	517,5 (320,0; 649,0)	466,5 (280,0; 656,0)	3,734	<0,001
HOP 6 m laikui (s)	2,6 (1,9; 2,6)	2,3 (1,9; 3,3)	2,703	0,007	2,1 (1,7; 2,9)	2,3 (1,8; 3,1)	3,201	0,001

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). HOP – šuolių viena koja testų rinkinys; Kk – kairė koja; Odk – operuota dešinė koja.

Lyginant HOP testų rezultatus, praėjus 12 mėn. po rekonstrukcijos, kai rekonstruotas kairės kojos PKR (4.2.6 lentelė) statistiškai reikšmingi skirtumai gauti tiek vyrų, tiek moterų grupėse „HOP 3 šuoliai įstrižai” ir „HOP 3 šuoliai tiesiai” subtestuose ($p < 0,05$). Tiek vyrai, tiek moterys siekė literatūroje nustatytas vidutines normų ribas.

Apskaičiavus rezultatus, kai buvo operuotas dešinės kojos PKR (4.2.7 lentelė), statistiškai reikšmingus skirtumus gavome vyrų grupėje ($p < 0,05$). Taip pat rezultatai nesiekė vidutinių normos ribų. Moterų grupėje statistiškai reikšmingų skirtumų nerasta.

4.2.6 lentelė. *Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu praėjus 12 mėnesių po kairės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos*

	Moterys				Vyrai			
	Okk	Dk	Kriterijaus reikšmė t	p	Okk	Dk	Kriterijaus reikšmė t	p
HOP 1 šuolis (cm)	145,0 (105,0; 205,0)	165,0 (113,0; 210,0)	2,555	0,011	165,0 (155,0; 185,0)	175,0 (170,0; 205,0)	1,841	0,066
HOP 3 šuoliai įstrižai (cm)	482,5 (285,0; 570,0)	507,5 (355,0; 610,0)	2,533	0,011	545,0 (430,0; 580,0)	570,0 (520,0; 655,0)	2,023	0,043
HOP 3 šuoliai tiesiai (cm)	505,0 (385,0; 660,0)	540,0 (465,0; 660,0)	1,992	0,046	560,0 (480,0; 625,0)	590,0 (525,0; 675,0)	2,023	0,043
HOP 6 m laikui (s)	2,1 (1,9; 2,5)	2,1 (1,8; 2,4)	0,848	0,396	1,9 (1,8; 2,3)	1,8 (1,7; 2,0)	1,625	0,104

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). HOP – šuolių viena koja testų rinkinys; Okk – operuota kairė koja; Dk – dešinė koja.

4.2.7 lentelė. *Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu praėjus 12 mėnesių po dešinės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos*

	Moterys				Vyrai			
	Kk	Odk	Kriterijaus reikšmė t	p	Kk	Odk	Kriterijaus reikšmė t	p
HOP 1 šuolis (cm)	155,0 (135,0; 192,0)	140,0 (140,0; 206,0)	0,368	0,713	167,5 (95,0; 210,0)	152,0 (85,0; 200,0)	3,194	0,001
HOP 3 šuoliai įstrižai (cm)	415,0 (410,0; 605,0)	420,0 (400,0; 642,0)	0,677	0,498	495,0 (335,0; 620,0)	451,5 (305,0; 645,0)	2,451	0,014

4.2.7 lentelės tęsinys

	Moterys				Vyrų			
	Kk	Odk	Kriterijaus reikšmė t	p	Kk	Odk	Kriterijaus reikšmė t	p
HOP 3 šuoliai tiesiai (cm)	475,0 (460,0; 675,0)	480,0 (450,0; 713,0)	1,219	0,223	556,5 (380,0; 670,0)	505,0 (320,0; 650,0)	3,296	0,001
HOP 6 m laikui (s)	2,1 (1,8; 2,3)	2,2 (1,8; 2,4)	1,219	0,223	2,0 (1,8; 2,6)	2,3 (1,8; 2,9)	2,189	0,029

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). HOP – šuolių viena koja testų rinkinys; Kk – kairė koja; Odk – operuota dešinė koja.

Palyginus Y pusiausvyros testo kryptių skirtumų ir suminių balų rezultatus tarp grupių, statistiškai reikšmingas skirtumas gautas tik tarp priekinės krypties skirtumo rezultatų ($p < 0,05$). Atsižvelgiant į literatūroje pateikiamą informaciją, visi rezultatai buvo virš normos ribų, išskyrus dešinės kojos suminio balo rezultatus (norma > 97 balai). Y pusiausvyros testų rezultatai pateikiami 4.2.8 lentelėje.

4.2.8 lentelė. Dinaminės pusiausvyros vertinimas priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos

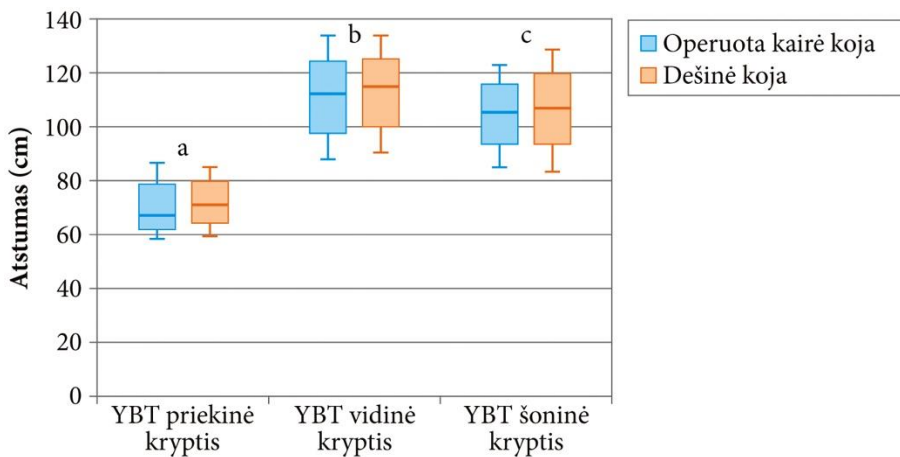
		6 mėn. (n = 67)	12 mėn. (n = 35)	Kriterijaus reikšmė U	p
YBT priekinės krypties skirtumas	Okk	-2,5 (-15,0; 4,5)	-0,5 (-12,5; 4,5)	302,5	0,044
	Odk	-4,0 (-19,5; 2,5)	-1,0 (-18,0; 8,0)	439,5	0,039
YBT vidinės krypties skirtumas	Okk	-2,5 (-13,0; 7,0)	-1,0 (-9,0; 7,0)	280,5	0,176
	Odk	-3,5 (-14,5; 4,0)	-3,5 (18,0; 8,0)	435	0,253
YBT šoninės krypties skirtumas	Okk	-2,3 (-9,0; 11,5)	-2,0 (-6,0; 11,5)	258,5	0,410
	Odk	-0,5 (-9,5; 7,5)	0,0 (-20,0; 8,5)	449	0,167

4.2.8 lentelės tęsinys

		6 mėn. (n = 67)	12 mėn. (n = 35)	Kriterijaus reikšmė U	p
YBT kairės kojos suminis balas	Okk	97,3 (85,7; 110,5)	97,5 (83,3; 118,8)	266,0	0,316
	Odk	100,5 (85,9; 111,4)	100,2 (88,9; 108,9)	391	0,691
YBT dešinės kojos suminis balas	Okk	100,9 (87,9; 111,3)	100,7 (87,3; 115,2)	222,0	0,962
	Odk	95,7 (82,6; 107,5)	100,9 (91,5; 107,7)	441	0,213

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}); YBT – Y pusiausvyros testas; Okk – operuota kairė koja; Odk – operuota dešinė koja.

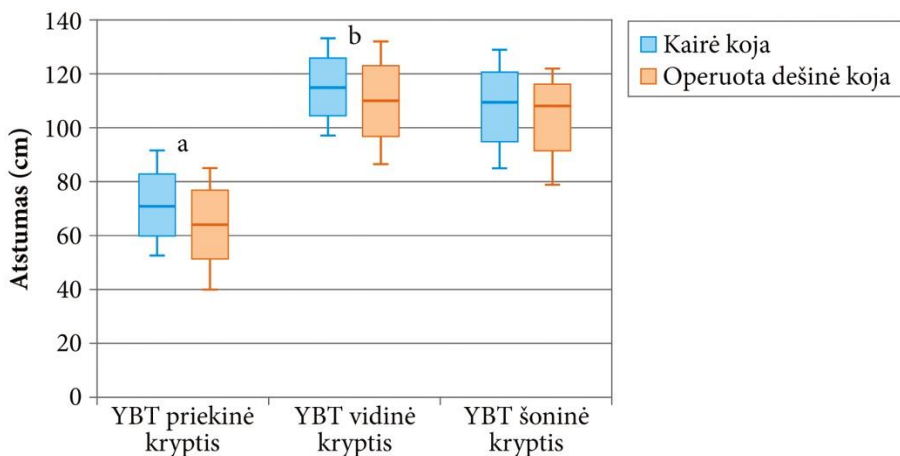
Y pusiausvyros testo rezultatus, kai buvo vertinos priekinė, vidinė ir šoninė kryptys, palyginimome pagal laiką po rekonstrukcijos ir operuotą koją. Statistiškai reikšmingi skirtumai ($p < 0,05$) gauti praėjus 6 mėn. po rekonstrukcijos, kai rekonstruotas kairės kojos PKR (YBT priekinė kryptis: kairė koja – 68 cm, dešinė koja – 71 cm; YBT vidinė kryptis: kairė koja – 111,4 cm, dešinė koja – 115,2 cm; YBT šoninė kryptis: kairė koja – 105,5 cm, dešinė koja – 107,5 cm) (4.2.1 pav.). Taip pat statistiškai reikšmingi skirtumai ($p < 0,05$) gauti ir kai rekonstruotas dešinės kojos PKR (YBT priekinė kryptis – kairė koja 70,3 cm, dešinė koja 65,2 cm; YBT vidinė kryptis – kairė koja 114,9 cm, dešinė koja 110,4 cm) (4.2.2 pav.).



4.2.1 pav. Dinaminės pusiausvyros vertinimas

praėjus 6 mėn. po kairės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). (a) $p < 0,001$; (b) $p = 0,018$; (c) $p = 0,012$. YBT – Y pusiausvyros testas.

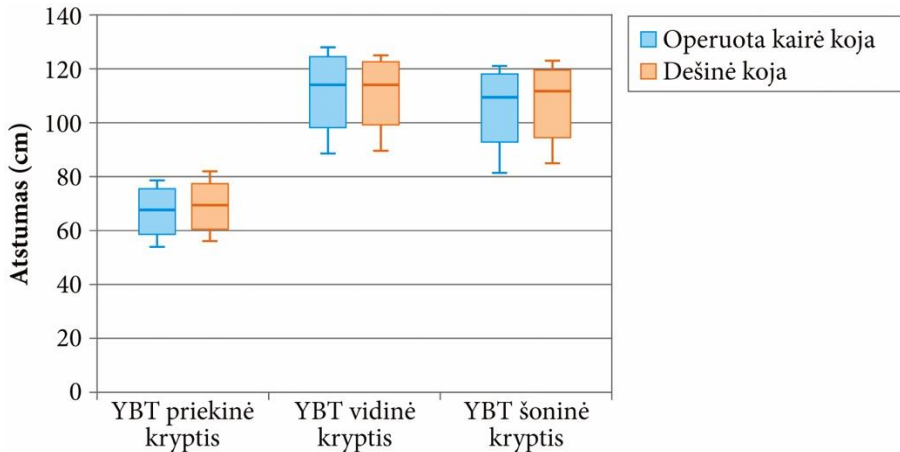


4.2.2 pav. Dinaminės pusiausvyros vertinimas

praėjus 6 mėn. po dešinės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). (a) $p < 0,001$; (b) $p = 0,001$. YBT – Y pusiausvyros testas.

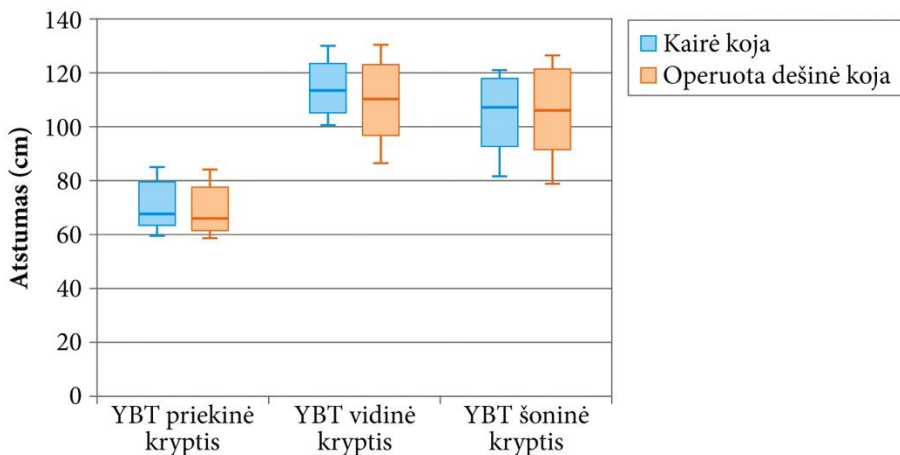
Palyginus Y pusiausvyros testo visų trijų krypčių rezultatus tarp operuotos ir sveikos kojos, praėjus 12 mėnesių po rekonstrukcijos, statistiškai reikšmingų skirtumų nerasta (4.2.3 ir 4.2.4 pav.).



4.2.3 pav. Dinaminės pusiausvyros vertinimas

praėjus 12 mėn. po kairės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). YBT – Y pusiausvyros testas.



4.2.4 pav. Dinaminės pusiausvyros vertinimas praėjus 12 mėn. po dešinės kojos priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). YBT – Y pusiausvyros testas.

Lyginant IKDC, ACL-RSI klausimynų, FMS ir LESS testų rezultatus tarp grupių, reikšmingų skirtumų nerasta ($p > 0,05$) (4.2.9 lentelė). FMS rezultatai abeiose grupėse viršija literatūroje nustatytas pakartotinės traumos rizikos normą (> 14 balų). Taip pat, įvertinus LESS testo rezultatus, klaidų skaičius lygus 6, tai rodo blogą vertikalaus šuolio biomechaniką. Vertinant IKDC klausimyno rezultatus, nustatyta, jog nei po 6, nei po 12 mėn. tiriamojo savo būklės vertinimas nesiekė nustatytos 87,6 balų rizikos ribos.

4.2.9 lentelė. *Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą ir subjektyvaus kelio sąnario vertinimų, funkcinio judesių ir vertikalaus šuolio biomechanikos vertinimų palyginimas priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos*

	6 mėn. (n = 67)	12 mėn. (n = 35)	Kriterijaus reikšmė U	p
IKDC (proc.)	78,5 (46,0; 98,9)	77,0 (43,7; 98,9)	1022	0,288
FMS balas	16,0 (9,0; 20,0)	15,0 (9,0; 19,0)	1027,5	0,302
ACL-RSI (proc.)	73,3 (15,0; 100,0)	75,0 (16,7; 95,8)	1260	0,537
LESS balas	6,0 (3,0; 10,0)	6,0 (3,0; 10,0)	993	0,717

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). IKDC – subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas; FMS – funkcinio judesių vertinimo sistema; ACL-RSI – klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“, LESS – nušokimo nuo pakylės klaidų vertinimo sistema.

Atlikus FMS subtestų rezultatų palyginimus tarp grupių, nustatėme statistiškai reikšmingų skirtumų (4.2.10 lentelė). Atliekant judesį „žingsnis per kliūtį“ 6 mėn. grupėje 9,5 proc. daugiau tiriamųjų buvo įvertinti 1 balu. Tai reiškia, jog buvo didelis pusiausvyros sutrikimas, nesugebėjimas atlikti vientiso ir nuoseklaus judesio, nesugebėjimas atlikti kojos fleksijos nepaliekiant arba nenuverčiant barjero. 12 mėn. grupėje tame pačiame judesyje, 26,5 proc. daugiau gauti 2 balai. Tai reiškia, jog judesio metu buvo atliekamas pasukimas arba pakreipimas kojoje, kuri atliko fleksiją, ar nugaros palinkimas, atsilošimas. 17 proc. daugiau tiriamųjų gavo 3 balus atliekant judesį „žingsnis per kliūtį“ 6 mėn. grupėje. Tai reiškia, jog aktyvios kojos klubo, kelio bei čiurnos sąnariai judesio metu išliko sagitalinėje plokštumoje, juosmeninė nugaros dalis viso judesio metu išliko stabili, nepastebėta jokių papildomų stabilizacinių – kompensacinių judesių.

Taip pat rezultatai statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) skyrėsi tarp grupių atliekant „liemens stabilumas pasikeliant“ judesį. 6 mėn. grupėje – 16,4 proc., 12 mėn. grupėje – net 34,3 proc. asmenų buvo įvertinti 0 balu, nes, atlikus provokacinį judesį, jautė skausmą apatinėje nugaros dalyje. 55,2 proc. (6 mėn. grupė) ir 54,3 proc. (12 mėn. grupė) tiriamųjų atliekant šį judesį buvo įvertinti

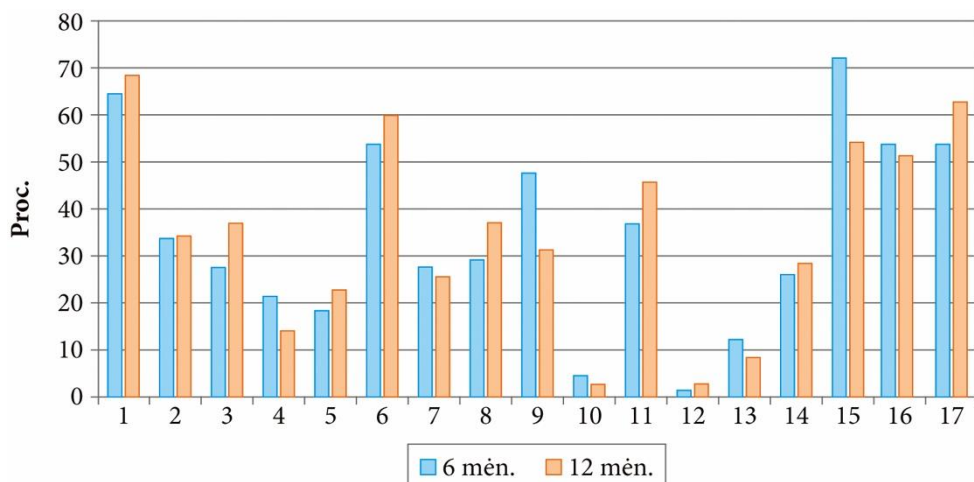
3 balais. Tai reiškia, jog nykščiai išliko pradinėje padėtyje, kūnas buvo pakeičiamas nuo grindų kaip vientisa struktūra, nebuvo jokio nugaros arba dubens kampo pasikeitimo.

4.2.10 lentelė. Funkcinių judesių vertinimo palyginimas priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos

Judėsys	Grupė	Tiriamieji (proc.)				χ^2	p
		0 balų	1 balas	2 balai	3 balai		
Gilus pritūpimas	6 mėn. (n = 67)	–	16,4	43,3	40,3	2,070	0,558
	12 mėn. (n = 35)	2,9	14,3	45,7	37,1		
Žingsnis per kliūtį	6 mėn. (n = 67)	–	20,9	47,8^a	31,3	6,636	0,036
	12 mėn. (n = 35)	–	11,4	74,3^a	14,3		
Įtūpstas	6 mėn. (n = 67)	–	9,0	50,7	40,3	3,350	0,187
	12 mėn. (n = 35)	–	–	54,3	45,7		
Peties mobilumas	6 mėn. (n = 67)	7,5	1,5	34,3	56,7	0,830	0,842
	12 mėn. (n = 35)	5,7	–	31,4	62,9		
Aktyvus tiesios kojos kėlimas	6 mėn. (n = 67)	–	6,0	34,3	59,7	2,011	0,366
	12 mėn. (n = 35)	–	5,7	48,6	45,7		
Liemens stabilumas pasikeliant	6 mėn. (n = 67)	16,4	3,0	25,4^b	55,2	6,570	0,047
	12 mėn. (n = 35)	34,3	2,9	8,6^b	54,3		
Liemens rotacinis stabilumas	6 mėn. (n = 67)	–	19,4	73,1	7,5	4,962	0,175
	12 mėn. (n = 35)	2,9	31,4	54,3	11,4		

Pastaba: (a) p = 0,012; (b) p = 0,032.

4.2.5 pav. pateikiama LESS klaidų pasiskirstymas pagal mėnesius. Diagramoje matyti, kad rečiausiai daromos klaidos abejose grupėse yra per didelė išorinė pėdų rotacija pirmo kontakto su žeme metu (6 mėn. – 4,8 proc., 12 mėn. – 3,0 proc.), kampo kelio sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu (6 mėn. – 1,6 proc., 12 mėn. – 3,0 proc.). Dažniausiai pasitaikančios klaidos yra per mažas kampas kelio sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu (6 mėn. – 63,5 proc., 12 mėn. – 66,7 proc.) bei per didelė šoninė liemens fleksija pirmo kontakto su žeme metu (6 mėn. – 54,0 proc., 12 mėn. 57,6 proc.).



4.2.5 pav. Tiriamųjų procentinis pasiskirstymas pagal daromas klaidas vertikalaus šuolio metu priklausomai nuo praėjusio laiko po rekonstrukcijos

Pastaba: 1 – kampas kelio sąnaryje, pirmo kontakto su žeme metu; 2 – kampas klubo sąnaryje, pirmo kontakto su žeme metu; 3 – liemens fleksijos kampas sagitalioje plokštumoje, pirmo kontakto su žeme metu; 4 – čiurnos plantarinė fleksija, pirmo kontakto su žeme metu; 5 – *genu valgum* laipsnis kelio sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu; 6 – šoninė liemens fleksija pirmo kontakto su žeme metu; 7 – kojų padėtis kontakto su žeme metu plati; 8 – kojų padėtis kontakto su žeme metu siaura; 9 – pėdos išorinė rotacija kontakto su žeme metu; 10 – pėdos vidinė rotacija kontakto su žeme metu; 11 – pėdų simetriškumas kontakto su žeme metu; 12 – kampo kelio sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 13 – kampo klubo sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 14 – liemens fleksijos pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 15 – *genu valgum* pokytis kelio sąnaryje gilaus pritūpimo metu; 16 – sąnarių paslankumas, mobilumas; 17 – bendras įspūdis.

Kita labai dažnai atliekama klaida vertikalaus šuolio metu – *genu valgum* pokytis kelio sąnaryje gilaus pritūpimo metu (6 mėn. – 73 proc., 12 mėn. – 54,5 proc.). Apžvelgus LESS rezultatus, galima daryti išvadą, jog dažniausios kompensacijos judesio metu įvyksta kelio sąnaryje ir liemens srityje.

Apibendrinant, praėjus 6 mėn. po PKRr transplantas dar nėra prisitaikęs atlikti kelio sąnario stabilizavimo funkcijos, šoninis kelio sąnario stabilumas nepakankamas, dinaminės pusiausvyros priekinės krypties rezultatai blogesni, lyginant su 12 mėn. grupe, vertikalaus šuolio kokybė vertinta vidutiniškai, psichologinis pasitikėjimas grįžti į fizinę veiklą ir kelio sąnario būkle nesiekia nustatytų normos ribų.

4.3. Skirtingų chirurginio gydymo metodų ryšys su apatinių galūnių biomechanikos parametrais, asmenims, kuriems atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija

Šis uždavinys sudarytas iš dviejų dalių. Pirmoje dalyje asmenys buvo suskirstyti pagal kryžminio raiščio transplantų tipą. 1 grupė – pusgyslinio-grakščiojo raumenų sausgyslių transplantas (st/g); 2 grupė – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas (qtpb); 3 grupė – girmelės savojo raiščio transplantas (bptb). Pirmą grupę sudarė 65 asmenys, antrą – 21 asmenų, trečią – 16 tiriamieji (4.3.1 lentelė).

4.3.1 lentelė. Tyrimo grupių charakteristikos priklausomai nuo transplantų tipo

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	P
Amžius (m)	24,0 (18,0; 42,0)	22,5 (18,0; 32,0)	20,0 (18,0; 34,0)	0,307
Ūgis (cm)	180,0 (152,0; 208,0)	181,5 (178,0; 195,0)	185,0 (152,0; 200,0)	0,232
Svoris (kg)	78,0 (53,0; 115,0)	80,0 (47,4; 114,0)	84,0 (47,4; 115,0)	0,690
KMI	22,5 (19,2; 33,6)	23,9 (20,2; 33,6)	24,1 (19,5; 33,6)	0,423
Vyrai	61,3 proc.	64,3 proc.	50,0 proc.	0,791
Moterys	38,7 proc.	35,7 proc.	50,0 proc.	

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}) arba kaip dažnio procentinis pasiskirstymas. KMI – kūno masės indeksas; st/g – pusgyslinio-grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas; bptb – girmelės savojo raiščio transplantas.

Palyginus grupių laksimetrijos testo rezultatus (4.3.2 lentelė), statistiškai reikšmingą skirtumą ($p < 0,05$, skirtumas 4,1 balo) nustatėme tarp st/g ir qtpb grupių, vertinant raiščio stabilumo kreivės nuolydį. Taip pat qtpb grupėje buvo nustatyta vidutinė funkcinio nestabilumo rizika (Slope P2 > 5). Visgi, stebint maksimalius ir vidutinius blauzdikaulio poslinkius šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N ir 150 N jėgoms, matome, jog raiščio būklė pakankamai gera (skirtumai < 1,5 mm).

4.3.2 lentelė. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio stabilumo vertinimas priklausomai nuo transplantų tipo

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	Kriterijaus reikšmė U	P
Slope P2	4,7 (0,0; 28,2) ^a	8,0 (0,0; 28,2) ^a	5,9 (0,0; 28,2)	4,241	0,120
134 N displ. diff (mm)	0,5 (-2,8; 5,2)	0,4 (-2,8; 5,2)	0,5 (-1,7; 3,6)	2,322	0,313

4.3.2 lentelės tęsinys

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	Kriterijaus reikšmė U	P
134 N D _{max} diff (mm)	0,5 (–2,8; 5,6)	0,4 (–2,8; 5,6)	0,5 (–1,7; 3,6)	2,526	0,283
150 N displ. diff (mm)	0,5 (–3,7; 5,1)	0,5 (–3,7; 5,1)	0,5 (–1,5; 3,8)	1,037	0,595
150 N D _{max} diff (mm)	0,6 (–2,9; 5,1)	0,6 (–2,9; 5,1)	0,6 (–1,2; 4,1)	1,326	0,515

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). (a) $p = 0,035$. Slope P2 – raiščio stabilumo kreivės nuolydis; 134 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 134 N jėgai; 134 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134N jėgai; 150N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 150N jėgai; 150 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 150 N jėgai; st/g – pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas; bptb – girnelės savojo raiščio transplantas.

Palyginus HOP subtestų rezultatus tarp trijų grupių (4.3.3 lentelė) gauti statistiškai reikšmingi skirtumai ($p < 0,05$) tarp qtpb ir bptb grupės „HOP 1 šuolis“, „HOP 3 šuoliai įstrižai“ ir „HOP 3 šuoliai tiesiai“ subtestų. Taip pat st/g grupės rezultatai buvo statistiškai reikšmingai mažesni ($p < 0,05$) atlikus „HOP 3 šuoliai tiesiai“ ir „HOP 6 m laikui“, lyginant su bptb grupe. Pagal literatūroje teikiamą informaciją, qtpb grupė visuose subtestuose, išskyrus „HOP 6 m laikui“ subtestą, nesiekė normos ribų (> 90 proc.).

4.3.3 lentelė. Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu priklausomai nuo transplanto tipo

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	Kriterijaus reikšmė t	P
HOP 1 šuolis (proc.)	91,2 (95 proc. PI: 89,3 – 93,1)	87,7 (95 proc. PI: 82,9–92,4) ^a	97,2 (95 proc. PI: 92,0–102,3) ^a	7,344	0,025
HOP 3 įstri- žai (proc.)	90,9 (95 proc. PI: 88,9 – 93,0)	86,7 (95 proc. PI: 81,8–91,6) ^b	95,5 (95 proc. PI: 91,3–99,9) ^b	6,056	0,058
HOP 3 tiesiai (proc.)	91,1 (95 proc. PI: 90,2 – 93,7) ^c	88,5 (95 proc. PI: 83,4–93,5) ^d	97,1 (95 proc. PI: 94,7–99,6) ^{c,d}	5,931	0,052
HOP 6 m laikui (proc.)	94,2 (95 proc. PI: 92,6–95,8) ^e	94,9 (95 proc. PI: 91,5–98,4)	98,6 (95 proc. PI: 95,4–101,8) ^e	3,638	0,162

Pastaba: duomenys pateikiami kaip aritmetinis vidurkis ir 95 proc. pasikliautinis intervalas $\bar{x}$ (PI); (a) $p = 0,019$; (b) $p = 0,019$; (c) $p = 0,002$; (d) $p = 0,011$; (e) $p = 0,043$. st/g – pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio

raumens sausgyslės transplantas; bptb – girtelės savojo raiščio transplantas; HOP – šuolių viena koja testų rinkinys.

Apskaičiavus Y pusiausvyros testo rezultatus (4.3.4 lentelė), gauti statistškai reikšmingi skirtumai ($p < 0,05$). Vertinant vidinės krypties skirtumus, kai operuotas dešinės kojos PKR, qtpb grupės rezultatas buvo reikšmingai blogesnis, lyginant su kitomis grupėmis. Geriausias rezultatas (1,8 cm) buvo bptb grupėje. Vertinant šoninės krypties skirtumą, qtpb grupėje rastas didesnis skirtumas tarp kairės operuotos kojos ir dešinės sveikos (4 cm), lyginant su bptb grupe (–1,5 cm). Qtpb grupės dešinės kojos suminis balas buvo blogesnis nei bptb grupės ($p < 0,05$). Taip pat qtpb grupės didžioji dalis rezultatų nesiekė literatūroje nustatytų normos ribų.

4.3.4 lentelė. Dinaminės pusiausvyros vertinimas priklausomai nuo transplanto tipo

		st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	Kriteriaus reikšmė U	P
YBT priekinės krypties skirtumas (cm)	Okk	–1,0 (–15,0; 4,5)	–3,0 (–7,5; –0,5)	–1,8 (–9,0; 1,5)	1,858	0,395
	Odk	–4,0 (–19,5; 8,0)	–9,5 (–17,0; 1,0)	–3,0 (–3,5; 3,5)	3,453	0,178
YBT vidinės krypties skirtumas (cm)	Okk	–1,5 (–13,0; 7,0)	–1,5 (–8,0; 6,0)	–2,5 (–13,0; 7,0)	0,375	0,829
	Odk	–2,5 (–14,5; 4,0)^a	–7,0 (–14,5; –1,0)^{a; b}	1,8 (–0,5; 4,0)^b	6,890	0,032
YBT šoninės krypties skirtumas (cm)	Okk	–3,0 (–9,0; 4,0)^c	4,0 (–1,5; 11,5)^{c; d}	–1,5 (–7,5; 0,5)^d	8,736	0,013
	Odk	0,0 (–2,0; 8,5)	–3,5 (–3,5; 2,5)	–1,0 (–2,0; 1,0)	0,467	0,792
YBT kairės kojos suminis balas	Okk	99,0 (85,7; 110,5)	94,0 (91,7; 105,3)	107,5 (89,8; 110,5)	2,169	0,338
	Odk	98,3 (85,9; 115,2)	104,8 (87,3; 111,4)	107,2 (99,8; 107,4)	4,585	0,101
YBT dešinės kojos suminis balas	Okk	101,6 (87,9; 111,7)	95,4 (90,9; 107,4)^e	106,5 (99,8; 111,7)^e	5,678	0,058
	Odk	96,2 (82,6; 118,8)	95,7 (84,2; 106,4)^f	107,4 (101,4; 109,5)^f	4,470	0,107

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). (a) $p = 0,013$; (b) $p = 0,021$; (c) $p < 0,0001$; (d) $p = 0,002$; (e) $p = 0,016$; (f) $p = 0,048$; Okk – operuota kairė koja; Odk – operuota dešinė koja; st/g – pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas; bptb – girtelės savojo raiščio transplantas, YBT – Y pusiausvyros testas.

Palyginus dviejų kokybinių testų (FMS ir LESS) bei dviejų klausimynų (ACL–RSI ir IKDC) rezultatus, statistškai reikšmingai skyrėsi tik FMS testo st/g ir bptb grupių rezultatai ($p < 0,05$). Kaip teigiama literatūroje, FMS rezultatai buvo virš rizikos patirti traumą ribos (>14 balų), tačiau to negalima pasakyti apie LESS rezultatus. Visų grupių rezultatai viršijo nustatytą traumos rizikos normą, kuri literatūroje nurodoma ≤ 4 balai. ACL–RSI klausimyno balai buvo didesni už normos ribas. Tai reiškia, jog tiriamieji vidutiniškai gerai pasitiki savo galimybėmis grįžti į fizinę veiklą. Vertinant IKDC klausimyno rezultatus, matoma, jog nė vieno transplanto grupė nesiekė nustatytos 87,7 balų ribos (4.3.5 lentelė).

4.3.5 lentelė. *Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą ir subjektyvaus kelio sąnario vertinimų, funkcinį judesių ir vertikalaus šuolio biomechanikos vertinimų palyginimas priklausomai nuo transplanto tipo*

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	Kriterijaus reikšmė U	p
IKDC (proc.)	77,6 (43,7; 98,9)	83,5 (57,5; 97,7)	84,5 (54,0; 97,7)	1,397	0,497
FMS balas	16,0 (9,0; 20,0)	15,5 (11,0; 19,0)	17,5 (15,0; 19,0)	4,547	0,045
ACL–RSI (proc.)	72,1 (15,0; 100,0)	86,7 (32,5; 91,7)	70,4 (50,8; 91,7)	3,268	0,195
LESS balas	6,0 (3,0; 10,0)	6,0 (3,0; 9,0)	4,9 (3,0; 8,0)	1,198	0,549

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}) arba kaip aritmetinis vidurkis ir 95 proc. pasikliautinis intervalas $\bar{x}$ (PI); (a) $p = 0,037$; st/g – pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas; bptb – ginkelės savojo raiščio transplantas; YBT – Y pusiausvyros testas; IKDC – subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas; FMS – funkcinį judesių vertinimo sistema; ACL–RSI – klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“, LESS – nušokimo nuo pakylės klaidų vertinimo sistema.

Atlikus FMS subtestų rezultatų palyginimus (4.3.6 lentelė) tarp grupių, statistškai reikšmingų skirtumų nerasta. Įvertinus visus subtestus, nustatyta, jog tam tikruose judesiuose tiriamieji buvo įvertinti 0 balu. 1,3 proc. asmenų, kuriems buvo transplantuotas st/g transplantas, jautė skausmą kelio sąnaryje atliekant gilų pritūpimą. Net 21,4 proc. tiriamųjų, kuriems buvo transplantuotas qtpb transplantas, jautė skausmą atlikus peties sąnario provokacinį testą.

St/g grupėje 55,0 proc., qtpb – 35,7 proc., bptb grupėje 87,5 proc. tiriamųjų, atliekant aktyvų tiesios kojos kėlimą, buvo įvertinti 3 balais. Tai reiškia, jog yra pakankamas dubenį stabilizuojamųjų raumenų funkcionalumas, pakankamas atraminės kojos priekinės raumenų grupės mobilumas, pakankamas aktyvios kojos užpakalinės šlaunies raumenų grupės mobilumas.

4.3.6 lentelė. Funkcinių judesių vertinimo palyginimas priklausomai nuo transplanto tipo

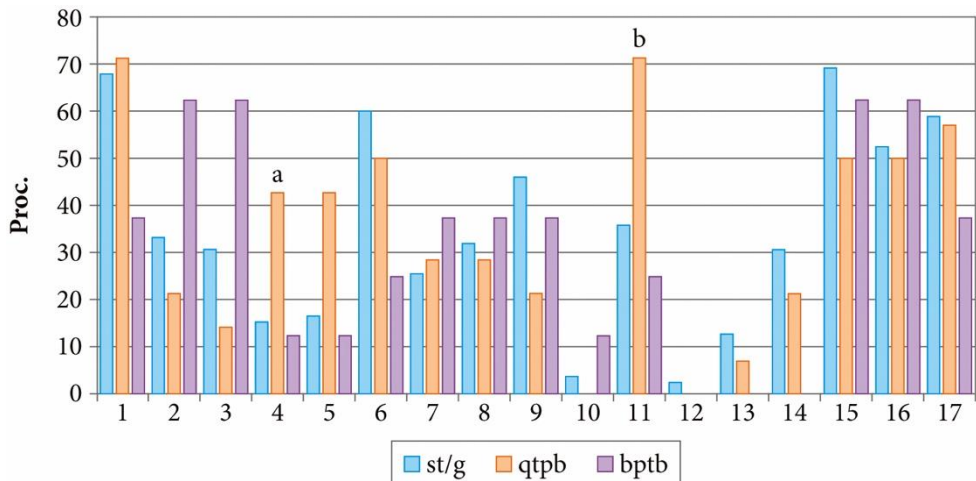
Judesys	Grupė	Tiriamieji (proc.)				χ^2	p
		0 balų	1 balas	2 balai	3 balai		
Gilus pritūpimas	st/g (n = 65)	1,3	17,5	45,0	36,3	3,147	0,790
	qtpb (n = 21)	–	14,2	42,9	42,9		
	bptb (n = 16)	–	–	37,5	62,5		
Žingsnis per kliūtį	st/g (n = 65)	–	21,2	53,8	25,0	3,671	0,452
	qtpb (n = 21)	–	7,1	64,3	28,6		
	bptb (n = 16)	–	–	75,0	25,0		
Įtūpstas	st/g (n = 65)	–	7,4	53,8	53,8	5,160	0,271
	qtpb (n = 21)	–	–	57,1	42,9		
	bptb (n = 16)	–	–	25,0	75,0		
Peties mobilumas	st/g (n = 65)	3,7	1,3	37,5	57,5	8,543	0,201
	qtpb (n = 21)	21,4	–	21,4	57,2		
	bptb (n = 16)	12,5	–	12,5	75,0		
Aktyvus tiesios kojos kėlimas	st/g (n = 65)	–	7,5	37,5	55,0	7,897	0,095
	qtpb (n = 21)	–	–	64,3	35,7		
	bptb (n = 16)	–	–	12,5	87,5		
Liemens stabilumas pasikeliant	st/g (n = 65)	25,0	3,8	15,0	56,2	7,145	0,308
	qtpb (n = 21)	14,2	–	42,9	42,9		
	bptb (n = 16)	12,5	–	25	62,5		
Liemens rotacinis stabilumas	st/g (n = 65)	1,3	25,0	63,7	10,0	2,755	0,839
	qtpb (n = 21)	–	21,4	78,6	–		
	bptb (n = 16)	–	12,5	75	12,5		

Pastaba: st/g – pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas; bptb – girkelės savojo raiščio transplantas.

4.3.1 pav. pateikiamas LESS klaidų pasiskirstymas pagal raiščio transplanto tipą. Diagramoje matyti, kad rečiausiai daromos klaidos visose trijose grupėse yra vidinė rotacija pėdose pirmo kontakto su žeme metu (st/g – 4,1 proc. qtpb – 0 proc., bptb – 12,5 proc.); kampo pokytis kelio sąnaryje maksimalaus pritūpimo metu (st/g – 2,7 proc., qtpb – 0 proc., bptb – 0 proc.); kampo pokytis klubo sąnaryje maksimalaus pritūpimo metu (st/g – 13,5 proc., qtpb – 7,1 proc., bptb – 0 proc.).

Statistiškai reikšmingi skirtumai rasti dvejuose LESS judesių vertinimuose ($p < 0,05$). Qtpb transplanto grupė, vertinant čiurnos plantarinę fleksiją pirmo kontakto su žeme metu, statistiškai reikšmingai dažniau klydo (42,9 proc.) nei kitos grupės. Tos pačios grupės (qtpb – 71,4 proc.) žymiai didesnis klaidų

skaičius nustatytas ir vertinant pėdų simetriškumą pirmo kontakto su žeme metu.



4.3.1 pav. Tiriamųjų procentinis pasiskirstymas pagal daromas klaidas vertikalaus šuolio metu priklausomai nuo transplanto tipo

Pastaba: 1 – kampas kelio sąnaryje, pirmo kontakto su žeme metu; 2 – kampas klubo sąnaryje, pirmo kontakto su žeme metu; 3 – liemens fleksijos kampas sagitalioje plokštumoje pirmo kontakto su žeme metu; 4 – čiurnos plantarinė fleksija pirmo kontakto su žeme metu; 5 – *genu valgum* laipsnis kelio sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu; 6 – šoninė liemens fleksija pirmo kontakto su žeme metu; 7 – kojų padėtis kontakto su žeme metu plati; 8 – kojų padėtis kontakto su žeme metu siaura; 9 – pėdos išorinė rotacija kontakto su žeme metu; 10 – pėdos vidinė rotacija kontakto su žeme metu; 11 – pėdų simetriškumas kontakto su žeme metu; 12 – kampo kelio sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 13 – kampo klubo sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 14 – liemens fleksijos pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 15 – *genu valgum* pokytis kelio sąnaryje gilaus pritūpimo metu; 16 – sąnarių paslankumas, mobilumas; 17 – bendras išpūdis; st/g – pusgyulinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas; qtpb – šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas; bptb – ginkelės savojo raiščio transplantas; (a) $p = 0,048$; (b) $p = 0,029$.

Antroje uždavinio dalyje asmenys buvo suskirstyti pagal kryžminio raiščio transplanto diametrą. 1 grupė – ≤ 9 mm (25 asmenys); 2 grupė – 9,5–10 mm (50 asmenų); 3 grupė – $\geq 10,5$ mm (27 asmenys). 4.3.7 lentelėje palygintos grupių charakteristikos.

4.3.7 lentelė. Tyrimo grupių charakteristikos priklausomai nuo transplanto diametro

	≤9 mm (n = 25)	9,5–10 mm (n = 50)	≥10,5 mm (n = 27)	P
Amžius (m)	24,0 (18,0; 34,0)	22,0 (18,0; 42,0)	24,0 (18,0; 40,0)	0,751
Ūgis (cm)	179,0 (152,0; 205,0)	180,0 (154,0; 208,0)	182,0 (152,0; 208,0)	0,452
Svoris (kg)	77,0 (53,0; 115,0)	80,0 (47,4; 114,0)	84,0 (47,4; 115,0)	0,177
KMI	22,5 (19,2; 33,6)	23,9 (19,2; 32,9)	24,1 (19,5; 33,6)	0,193
Vyrai	52,0 proc.	58,0 proc.	59,3 proc.	0,495
Moterys	48,0 proc.	42,0 proc.	40,7 proc.	

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}) arba kaip dažnio procentinis pasiskirstymas; KMI – kūno masės indeksas.

Palyginus grupių laksimetrijos testo rezultatus (4.3.8 lentelė), statistiškai reikšmingų skirtumų nerasta. Tačiau, ≤9 mm grupėje nustatyta vidutinė funkcinio nestabilumo rizika (Slope P2>5). Visgi, stebint maksimalius ir vidutinius blauzdikaulio poslinkius šlaunikaulio atžvilgiu, veikiant 134 N ir 150 N jėgoms, matome, jog raiščio būklė pakankamai gera (skirtumai <1,5 mm).

4.3.8 lentelė. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio stabilumo vertinimas priklausomai nuo transplanto diametro

	≤9 mm (n = 25)	9,5–10 mm (n = 50)	≥10,5 mm (n = 27)	Kriterijaus reikšmė U	P
Slope P2	5,0 (0,1; 13,0)	4,7 (0,0; 28,2)	3,6 (0,0; 28,2)	1,248	0,536
134 N displ. diff (mm)	0,4 (–1,1; 4,2)	0,4 (–2,8; 5,2)	0,5 (–1,7; 3,6)	0,105	0,949
134 N D _{max} diff (mm)	0,4 (–1,1; 4,2)	0,4 (–2,8; 5,6)	0,5 (–1,7; 3,6)	0,105	0,949
150 N displ. diff (mm)	0,5 (–1,0; 3,9)	0,5 (–3,7; 5,1)	0,5 (–1,5; 3,8)	0,323	0,851
150 N D _{max} diff (mm)	0,6 (–1,1; 4,0)	0,6 (–2,9; 5,1)	0,6 (–1,2; 4,1)	0,606	0,739

Pastaba: Slope P2 – raiščio stabilumo kreivės nuolydis; 134 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 134 N jėgai; 134 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N jėgai; 150 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 150 N jėgai; 150 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 150 N jėgai; duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}).

Palyginus HOP subtestų rezultatus tarp grupių (4.3.9 lentelė), statistiškai reikšmingų skirtumų nerasta. Pagal literatūroje teikiamą informaciją, $\geq 10,5$ mm grupės „HOP 1 šuolis“ subtesto rezultatas nesiekė normos ribų (>90 proc.). Visi kiti grupių rezultatai buvo geri.

4.3.9 lentelė. *Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu priklausomai nuo transplanto diametro*

	≤ 9 mm (n = 25)	9,5–10 mm (n = 50)	$\geq 10,5$ mm (n = 27)	Kriterijaus reikšmė U	p
HOP 1 šuolis (proc.)	90,1 (74,3; 108,6)	92,7 (70,2; 106,3)	88,6 (72,0; 107,3)	4,282	0,118
HOP 3 įstrižai (proc.)	90,8 (70,0; 105,2)	91,8 (65,8; 106,9)	92,0 (69,2; 106,1)	0,077	0,962
HOP 3 tiesiai (proc.)	95,7 (80,5; 102,9)	91,3 (71,9; 105,8)	90,1 (68,6; 105,6)	0,910	0,634
HOP 6 m laikui (proc.)	97,2 (81,3; 105,2)	94,8 (81,4; 106,6)	94,8 (78,4; 108,2)	1,183	0,554

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}); HOP – šuolių viena koja testų rinkinys.

Statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių rasta vertinant: priekinės krypties rezultatus (9,5–10 mm grupės skirtumas geresnis 3 cm, lyginant su ≤ 9 mm grupe, kai operuotas kairės kojos PKR); vidinės krypties rezultatus (9,5–10 mm grupės geresnis skirtumas 1,2 cm, lyginant su ≤ 9 mm grupe, kai operuotas kairės kojos PKR ir $\geq 10,5$ mm grupės skirtumas geresnis 5 cm, lyginant su ≤ 9 mm grupe, kai operuotas dešinės kojos PKR); šoninės krypties rezultatus (9,5–10 mm grupės geresnis skirtumas, lyginant su kitomis dviem grupėmis, kai operuotas kairės kojos PKR); kairės kojos suminius balus (9,5–10 mm grupės geresnis skirtumas, lyginant su kitomis dviem grupėmis, kai operuotas kairės kojos PKR). Taip pat nustatyta didelė dalis suminių balų, kurie nesiekė nustatytos 97 balų ribos (4.3.10 lentelė).

4.3.10 lentelė. Dinaminės pusiausvyros vertinimas priklausomai nuo transplanto diametro

		≤9 mm (n = 25)	9,5–10 mm (n = 50)	≥10,5 mm (n = 27)	Kriterijaus reikšmė U	P
YBT priekinės krypties skirtumas (cm)	Okk	–4,0 (–15,0; 3,0) ^a	–1,0 (–9,5; 4,5) ^a	–3,0 (–15,0; 0,0)	9,09	0,006
	Odk	–4,0 (–11,0; 3,5)	–4,5 (–19,5; 8,0)	–1,0 (–17,0; 3,0)	6,79	0,204
YBT vidinės krypties skirtumas (cm)	Okk	–3,0 (–13,0; 3,0) ^b	–1,8 (–8,0; 7,0) ^b	–1,5 (–9,0; 2,0)	2,41	0,098
	Odk	–5,5 (–14,5; 1,5) ^c	–5,2 (–14,0; 4,0)	–0,5 (–14,5; 5,5) ^c	3,64	0,120
YBT šoninės krypties skirtumas (cm)	Okk	–5,0 (–9,0; 1,5) ^d	0,0 (–5,5; 11,5) ^{d,e}	–1,8 (–8,5; 1,5) ^e	12,23	0,001
	Odk	–2,0 (–20,0; 8,5)	0,0 (–15,5; 7,5)	2,0 (–8,0; 10,5)	2,76	0,282
YBT kairės kojos suminis balas	Okk	92,1 (85,7; 102,1) ^f	101,3 (89,5; 110,5) ^{f,g}	93,8 (87,9; 104,2) ^g	8,24	0,01
	Odk	104,8 (87,3; 115,2)	97,56 (88,8; 122,2)	98,3 (81,8; 111,4)	2,96	0,342
YBT dešinės kojos suminis balas	Okk	99,8 (90,1; 109,0)	103,6 (88,4; 111,7)	97,4 (87,9; 110,3)	1,12	0,617
	Odk	96,0 (84,2; 118,8)	94,5 (82,6; 118,8)	96,6 (84,8; 108,9)	0,98	0,778

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}). (a) $p = 0,002$; (b) $p = 0,033$; (c) $p = 0,041$; (d) $p < 0,01$; (e) $p = 0,031$; (f) $p = 0,005$; (g) $p = 0,043$; Okk – operuota kairė koja; Odk – operuota dešinė koja; YBT – Y pusiausvyros testas.

Lyginant dviejų kokybinių testų (FMS ir LESS) bei dviejų klausimynų (ACL–RSI ir IKDC) rezultatus (4.3.11 lentelė), skirtumų tarp grupių taip pat nerasta. FMS rezultatai visose trijose grupėse buvo geri (>14 balų), tačiau LESS rezultatai buvo vidutiniai (5 balai – gera šuolio technika, 6 balai vidutinė šuolio technika). ACL-RSI klausimyno įverčiai (proc.) buvo didesni už normos ribas, tai reiškia, jog tiriamieji vidutiniškai gerai pasitiki savo galimybe grįžti į fizinę veiklą. Vertinant IKDC klausimyno rezultatus, matoma, jog nė viena grupė nesiekė 87,6 normos ribos.

4.3.11 lentelė. *Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą ir subjektyvaus kelio sąnario vertinimų, funkcinį judesių ir vertikalaus šuolio biomechanikos vertinimų palyginimas priklausomai nuo transplanto diametro*

	≤ 9 mm (n = 25)	9,5–10 mm (n = 50)	$\geq 10,5$ mm (n = 27)	Kriterijaus reikšmė U	P
IKDC (proc.)	73,0 (51,7; 98,9)	83,9 (43,7; 98,9)	79,3 (54,0; 93,1)	1,626	0,444
FMS balas	16,0 (9,0; 19,0)	15,0 (9,0; 20,0)	16,0 (9,0; 19,0)	3,358	0,187
ACL–RSI (proc.)	74,2 (15,0; 95,8)	78,3 (16,7; 99,2)	71,7 (26,7; 100,0)	2,614	0,271
LESS balas	5,0 (3,0; 9,0)	6,0 (3,0; 10,0)	6,0 (3,0; 9,0)	0,408	0,815

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}); IKDC – subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas; FMS – funkcinį judesių vertinimo sistema; ACL–RSI – klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“, LESS – nušokimo nuo pakyls klaidų vertinimo sistema.

Atlikus FMS subtestų rezultatų palyginimus tarp grupių (4.3.12 lentelė), rasta statistiškai reikšmingų skirtumų ($p < 0,05$). Vertinant FMS subtesto „žingsnis per kliūtį“ rezultatus, nustatyta, jog ≤ 9 mm grupėje tik 8 proc. tiriamųjų buvo įvertinti 1 balu. Minėtame judesyje ploniausio transplanto grupės 72 proc. tiriamųjų buvo įvertinti 2 balais. Tai reiškia, jog ≤ 9 mm grupėje, asmenys, atlikdami žengimą per kliūtį, dažniausiai lenkiamoje kojoje atliko pasukimą, pakreipimą, nugaros palenkimą, atlošimą, pakeitė laikomos lazdos padėtį.

Atliekant „liemens stabilumą pasikeliančią“ judesį, grupė, kurioje transplanto dydis buvo $\leq 10,5$ mm, dažniausiai vertinti 0 balu. Tai reiškia, jog, atliekant provokacinę testą, tiriamieji jautė skausmą juosmeninėje nugaros dalyje. Taip pat ta pati grupė, lyginant su kitomis, dažniausiai buvo vertinti 3 balais. Tai reiškia, jog tiriamieji, atlikdami judesį, atkėlė kūną kaip vientisą struktūrą, nebuvo jokio nugaros arba dubens kampo pasikeitimo.

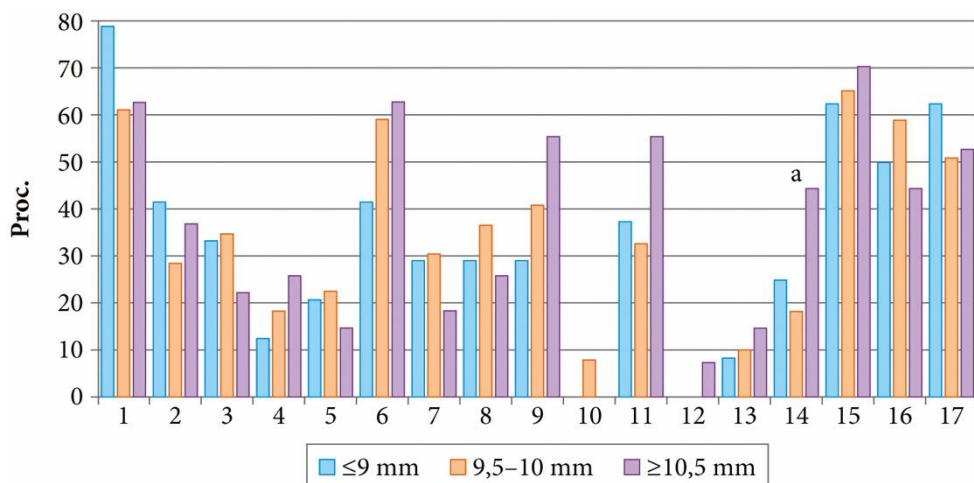
4.3.12 lentelė. Funkcinių judesių vertinimo palyginimas priklausomai nuo transplanto diametro

Judėsys	Grupė	Tiriamieji (proc.)				χ^2	p
		0 balų	1 balas	2 balai	3 balai		
Gilus pritūpimas	≤9 mm (n = 25)	–	12,0	44,0	44,0	3,446	0,751
	9,5–10 mm (n = 50)	1,9	19,2	40,4	38,5		
	≥10,5 mm (n = 27)	–	10,4	55,2	34,5		
Žingsnis per kliūtį	≤9 mm (n = 25)	–	8,0^a	72,0^c	20,0	12,519	0,014
	9,5–10 mm (n = 50)	–	30,8^{a,b}	40,4^c	28,9		
	≥10,5 mm (n = 27)	–	6,9^b	68,9	24,2		
Įtūpstas	≤9 mm (n = 25)	–	–	52,0	48,0	5,185	0,269
	9,5–10 mm (n = 50)	–	5,8	50,0	44,2		
	≥10,5 mm (n = 27)	–	13,8	55,2	31,0		
Peties mobilumas	≤9 mm (n = 25)	8,0	–	32,0	60,0	6,534	0,366
	9,5–10 mm (n = 50)	5,7	–	31,8	62,5		
	≥10,5 mm (n = 27)	3,5	6,9	37,9	51,7		
Aktyvus tiesios kojos kėlimas	≤9 mm (n = 25)	–	4,0	16,0	80,0	8,930	0,063
	9,5–10 mm (n = 50)	–	3,9	46,1	50,0		
	≥10,5 mm (n = 27)	–	10,3	41,4	48,3		
Liemens stabilumas pasikeliant	≤9 mm (n = 25)	16,0	–	40,0^d	44,0	11,581	0,042
	9,5–10 mm (n = 50)	23,1	5,8	15,4	55,7		
	≥10,5 mm (n = 27)	27,6	3,4	6,9^d	62,1		
Liemens rotacinis stabilumas	≤9 mm (n = 25)	–	20,0	72,0	8,0	8,000	0,238
	9,5–10 mm (n = 50)	1,9	32,7	53,9	11,5		
	≥10,5 mm (n = 27)	–	13,8	82,8	3,4		

Pastaba: (a) p = 0,013; (b) p = <0,001; (c) p = 0,021; (d) p = 0,016.

4.3.2 pav. pateikiamas LESS klaidų pasiskirstymas pagal raiščio transplanto diametrą. Rečiausiai daromos klaidos tarp tiriamųjų buvo pėdos vidinė rotacija pirmo kontakto su žeme metu (≤9 mm – 0 proc.; 9,5–10 mm – 8,16 proc.; ≥10,5 mm – 0 proc.) ir kampo kelio sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu (≤9 mm – 0 proc.; 9,5–10 mm – 0 proc.; ≥10,5 mm – 7,4 proc.).

Dažniausiai atliekamos klaidos buvo: kampas kelio sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu (≤9 mm – 79,2 proc.; 9,5–10 mm – 61,2 proc.; ≥10,5 mm – 63 proc.) ir *genu valgum* pokytis kelio sąnaryje gilaus pritūpimo metu (≤9 mm – 62,5 proc.; 9,5–10 mm – 65,3 proc.; ≥10,5 mm – 70,4 proc.).



4.3.2 pav. *Tiriamųjų procentinis pasiskirstymas pagal daromas klaidas vertikalaus šuolio metu priklausomai nuo transplanto tipo priklausomai nuo transplanto diametro*

Pastaba: 1 – kampas kelio sąnaryje, pirmo kontakto su žeme metu; 2 – kampas klubo sąnaryje, pirmo kontakto su žeme metu; 3 – liemens fleksijos kampas sagitalioje plokštumoje, pirmo kontakto su žeme metu; 4 – čiurnos plantarinė fleksija, pirmo kontakto su žeme metu; 5 – genu valgum laipsnis kelio sąnaryje pirmo kontakto su žeme metu; 6 – šoninė liemens fleksija pirmo kontakto su žeme metu; 7 – kojų padėtis kontakto su žeme metu plati; 8 – kojų padėtis kontakto su žeme metu siaura; 9 – pėdos išorinė rotacija kontakto su žeme metu; 10 – pėdos vidinė rotacija kontakto su žeme metu; 11 – pėdų simetriškumas kontakto su žeme metu; 12 – kampo kelio sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 13 – kampo klubo sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 14 – liemens fleksijos pokytis maksimalaus pritūpimo metu; 15 – genu valgum pokytis kelio sąnaryje gilaus pritūpimo metu; 16 – sąnarių paslankumas, mobilumas; 17 – bendras įspūdis. (a) $p = 0,048$.

Statistiškai reikšmingas skirtumas tarp grupių ($p < 0,05$) gautas vertinant liemens fleksijos pokytį maksimalaus pritūpimo metu. Storiausio transplanto grupė dažniausiai darė šią klaidą (44,4 proc.) lyginant su kitomis dviem grupėmis.

Vertinant raiščio transplanto tipo poveikį apatinių galūnių biomechaniniams rodikliams, nustatyta, jog qtpb grupė turi didžiausią funkcinio nestabilumo riziką, HOP šuolių ir dinaminės pusiausvyros rezultatai buvo blogesni, lyginant su kitomis dviem grupėmis. Tačiau qtpb grupės psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą rezultatai buvo geriausi. Ploniausio transplanto grupėje nustatyta vidutinė funkcinio nestabilumo rizika, dinaminės pusiausvyros rezultatai blogesni, lyginant su kitomis grupėmis.

4.4. Traumos mechanizmo ir psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą sąsajos su tolimaisiais gydymo rezultatais praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos

Siekiant įvykdyti šį uždavinį, duomenis suskirstėme į dvi dalis. Pirmoje dalyje tiriamieji buvo suskirstyti pagal patirtos traumos tipą. Kontaktinė trauma – tai, kai tiriamasis traumos metu susiduria su kitu asmeniu arba objektu, o tai turi įtakos PKR plyšimui. Nekontaktinė trauma – tai, kai PKR plyšimas įvyksta bet kokio judesio metu, nesusidūrus su kitu žmogumi arba objektu. Taip pat traumos mechanizmo sąsajos su gydymo rezultatais buvo lyginti praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos. 6 mėn. po PKRr kontaktinės traumos grupėje buvo 22 asmenys, nekontaktinės traumos grupėje – 45 asmenys. 12 mėn. po PKRr kontaktinės traumos grupėje buvo 16 asmenų, nekontaktinės traumos grupėje – 19 asmenų. Grupių charakteristikos pateikiamos 4.4.1 lentelėje.

4.4.1 lentelė. Tyrimo grupių charakteristikos priklausomai nuo traumos mechanizmo ir laiko po rekonstrukcijos

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	p
Amžius (m)	6 mėn.	23,5 (18,0; 42,0)	24,0 (18,0; 39,0)	0,799
	12 mėn.	21,0 (18,0; 39,0)	22,0 (18,0; 36,0)	0,230
Ūgis (cm)	6 mėn.	181,0 (158,0; 208,0)	179,0 (152,0; 208,0)	0,175
	12 mėn.	185,0 (152,0; 208,0)	178,0 (158,0; 195,0)	0,193
Svoris (kg)	6 mėn.	79,5 (58,0; 114,0)	82,0 (47,4; 115,0)	0,500
	12 mėn.	82,3 (53,0; 108,0)	70,0 (55,0; 100,0)	0,009
KMI	6 mėn.	24,1 (19,2; 28,1)	23,1 (19,2; 33,6)	0,557
	12 mėn.	24,8 (20,0; 28,4)	22,1 (19,5; 27,7)	0,014
Vyrai	6 mėn.	59,1 roc.	60,0 proc.	0,354
Moterys		40,9 proc.	40,0 proc.	
Vyrai	12 mėn.	42,1 proc.	56,3 proc.	0,870
Moterys		57,9 proc.	43,7 proc.	

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}) arba kaip dažnio procentinis pasiskirstymas; KMI – kūno masės indeksas.

Statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas lyginant maksimalų blauzdikaulio poslinkį šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N jėgai, praėjus 6 mėn. po PKRr (nekontaktinės traumos grupės rezultatas mažesnis 0,7 mm, lyginant su kontaktinės traumos grupe) ir maksimalų blauzdikaulio poslinkį

šlaunikaulio atžvilgiu, veikiant 150 N jėgai, praėjus 6 mėn. po PKRr (nekontaktinės traumos grupės rezultatas mažesnis 0,7 mm, lyginant su kontaktinės traumos grupe). Nors daugiau statistiškai reikšmingų skirtumų neradome ($p>0,05$), tačiau matome, jog nekontaktinės traumos grupei, praėjus 12 mėn. po PKRr, nustatyta vidutinė funkcinio nestabilumo rizika (Slope P2>5). Raiščio būklė visose grupėse vertinta gerai (skirtumai <1,5 mm). Duomenys pateikiami 4.4.2 lentelėje.

4.4.2 lentelė. Kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio stabilumo vertinimas priklausomai nuo traumos mechanizmo ir laiko po rekonstrukcijos

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	Kriterijaus reikšmė U	P
Slope P2	6 mėn.	4,7 (0,0; 28,2)	4,1 (0,0; 20,0)	454,5	0,420
	12 mėn.	4,4 (0,7; 16,5)	5,8 (0,1; 13,0)	202	0,341
134 N displ. diff (mm)	6 mėn.	0,8 (-2,2; 4,2)	0,4 (-1,7; 5,2)	638,5	0,117
	12 mėn.	0,4 (-1,1; 3,0)	0,2 (-2,8; 2,4)	202	0,341
134 N D _{max} diff (mm)	6 mėn.	1,1 (-2,2; 4,2)	0,4 (-1,7; 5,6)	680	0,036
	12 mėn.	0,4 (-1,1; 3,0)	0,2 (-2,8; 2,4)	202	0,341
150 N displ. diff (mm)	6 mėn.	0,9 (-2,4; 3,9)	0,5 (-3,7; 5,1)	659,5	0,066
	12 mėn.	0,5 (-1,1; 2,9)	0,3 (-2,9; 2,5)	210,5	0,220
150 N D _{max} diff (mm)	6 mėn.	1,2 (-2,4; 4,1)	0,5 (-1,3; 5,1)	701,5	0,017
	12 mėn.	0,6 (-1,3; 3,0)	0,3 (-2,9; 2,6)	217	0,158

Pastaba: Slope P2 – raiščio stabilumo kreivės nuolydis; 134 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 134 N jėgai; 134 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N jėgai; 150 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 150 N jėgai; 150 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 150 N jėgai; duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}).

Palyginus HOP subtestų rezultatus tarp grupių (4.4.3 lentelė), statistiškai reikšmingų skirtumų nerasta. Stebint 6 mėn. rezultatus, matoma, kad grupėje, kurioje tiriamieji patyrė kontaktinę traumą, „3 šuoliai įstrižai“ ir „3 šuoliai tiesiai“ subtestų rezultatai nesiekė normos ribų (>90 proc.). Praėjus 12 mėn. po rekonstrukcijos, visi rezultatai buvo didesni už normą, tai reiškia, jog tiriamieji pagal HOP testus yra pasiruošę grįžti į fizinę veiklą.

4.4.3 lentelė. *Apatinių galūnių biomechanikos vertinimas šuolių viena koja metu priklausomai nuo traumos mechanizmo ir laiko po rekonstrukcijos*

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	Kriterijaus reikšmė t	P
HOP 1 šuolis (proc.)	6 mėn.	92,0 (95 proc. PI: 87,5–96,5)	88,9 (95 proc. PI: 86,4–91,4)	525	0,285
	12 mėn.	94,1 (95 proc. PI: 89,9–98,3)	92,8 (95 proc. PI: 89,9–95,7)	150,5	0,606
HOP 3 įstrižai (proc.)	6 mėn.	86,9 (95 proc. PI: 82,6–91,3)	90,4 (95 proc. PI: 87,7–93,1)	359	0,185
	12 mėn.	93,6 (95 proc. PI: 91,1–96,1)	93,9 (95 proc. PI: 93,9–98,5)	122	0,838
HOP 3 tiesiai (proc.)	6 mėn.	89,5 (95 proc. PI: 86,2–92,9)	91,4 (95 proc. PI: 88,8–94,0)	365,5	0,218
	12 mėn.	92,9 (95 proc. PI: 89,0–96,8)	95,2 (95 proc. PI: 91,9–98,5)	115	0,465
HOP 6 m laikui (proc.)	6 mėn.	93,3 (95 proc. PI: 90,2–96,5)	94,2 (95 proc. PI: 92,2–96,1)	433,5	0,801
	12 mėn.	95,9 (95 proc. PI: 92,3–99,4)	96,4 (95 proc. PI: 92,7–100,1)	139	0,929

Pastaba: duomenys pateikiami kaip aritmetinis vidurkis ir 95 proc. pasikliautinis intervalas $\bar{x}$ (PI); HOP – šuolių viena koja testų rinkinys.

Paskaičiavus Y pusiausvyros testų rezultatus, kai operuota kairė koja, visi rezultatai siekė normos ribas, išskyrus nekontaktinės traumos grupės kairės kojos (6 mėn.) suminio balo rezultatus. Taip pat šios grupės rezultatai buvo statistiškai reikšmingai 10,6 proc. mažesni nei kontaktinės grupės, vertinant kairės kojos suminį balą praėjus (6 mėn.) ir 8,7 proc. mažesni, lyginant dešinės kojos suminius balus (6 mėn.). Daugiau statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta (4.4.4 lentelė).

4.4.4 lentelė. *Dinaminės pusiausvyros vertinimas priklausomai nuo traumos mechanizmo ir laiko po rekonstrukcijos, kai operuota kairė koja*

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	Kriterijaus reikšmė U	P
YBT priekinės krypties skirtumas (cm)	6 mėn.	–1,0 (–15,0; 4,5)	–3,0 (–15,0; 0,0)	167	0,082
	12 mėn.	3,3 (–5,5; 4,5)	–0,8 (–12,5; 4,5)	29,5	0,188
YBT vidinės krypties skirtumas (cm)	6 mėn.	–2,5 (–5,0; 3,0)	–1,5 (–13,0; 7,0)	94,5	0,317
	12 mėn.	–2,3 (–9,0; –1,0)	1,8 (–8,0; 7,0)	7	0,076

4.4.4 lentelės tęsinys

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	Kriterijaus reikšmė U	p
YBT šoninės krypties skirtumas (cm)	6 mėn.	-2,5 (-8,0; 4,0)	-1,5 (-9,0; 11,5)	118	0,925
	12 mėn.	-3,5 (-6,0; 1,0)	-0,5 (-5,0; 11,5)	11	0,240
YBT kairės kojos suminis balas	6 mėn.	103,8 (91,7; 110,5)	93,2 (85,7; 108,8)	181	0,021
	12 mėn.	101,7 (92,9; 106,7)	99,9 (88,9; 108,9)	22	0,839
YBT dešinės kojos suminis balas	6 mėn.	107,1 (90,1; 111,7)	98,3 (87,9; 110,3)	181	0,021
	12 mėn.	102,4 (98,8; 107,1)	99,7 (91,5; 107,7)	26	0,454

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}); YBT – Y pusiausvyros testas.

Paskaičiavus Y pusiausvyros testų rezultatus, kai operuota dešinė koja (4.4.5 lentelė), visi rezultatai siekė normos ribas, išskyrus nekontaktinės traumos grupės kairės (12 mėn.) ir dešinės (6 ir 12 mėn.) kojų suminių balų rezultatus, kontaktinės traumos vidinės krypties skirtumo (6 mėn.) bei dešinės kojos suminio balo (6 mėn.) rezultatus. Statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta ($p>0,05$).

4.4.5 lentelė. Dinaminės pusiausvyros vertinimas priklausomai nuo traumos mechanizmo ir laiko po rekonstrukcijos, kai operuota dešinė koja

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	Kriterijaus reikšmė U	p
YBT priekinės krypties skirtumas (cm)	6 mėn.	-3,5 (-12,0; 1,0)	-4,5 (-19,5; 2,5)	164	0,378
	12 mėn.	-1,0 (-13,5; 3,5)	-3,5 (-18,0; 8,0)	86	0,376
YBT vidinės krypties skirtumas (cm)	6 mėn.	-7,0 (-14,5; 3,0)	-2,5 (-14,5; 4,0)	115,5	0,456
	12 mėn.	-0,5 (-7,5; 5,5)	-2,8 (-14,0; 4,0)	75,5	0,522
YBT šoninės krypties skirtumas (cm)	6 mėn.	0,0 (-8,0; 3,5)	-0,5 (-9,5; 7,5)	131,5	0,839
	12 mėn.	1,0 (-5,0; 8,5)	0,5 (-20,0; 10,5)	76	0,522
YBT kairės kojos suminis balas	6 mėn.	98,3 (91,4; 106,9)	100,9 (85,9; 122,2)	120	0,565
	12 mėn.	101,1 (81,8; 115,2)	94,6 (87,3; 113,3)	87	0,186
YBT dešinės kojos suminis balas	6 mėn.	95,8 (87,4; 99,7)	95,7 (82,6; 118,8)	140	0,946
	12 mėn.	99,6 (84,8; 118,8)	93,8 (83,3; 107,7)	91	0,115

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}); YBT – Y pusiausvyros testas.

Palyginus dviejų kokybinių testų (FMS ir LESS) bei dviejų klausimynų (ACL–RSI ir IKDC) rezultatus (4.4.6 lentelė), statistškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta. Tiek praėjus 6 mėn., tiek 12 mėn. po rekonstrukcijos, FMS testo rezultatai buvo didesni už rizikos patirti traumą normos ribas, o LESS testo balai buvo vidutiniai arba blogi (FMS>14 balų, LESS≤4 balai). ACL–RSI klausimyno balai buvo didesni už nustatytą rizikos normą, tai reiškia, kad tiriamieji gana neblogai pasitikėjo savo galimybe grįžti į fizinę veiklą. Vertinant IKDC klausimyno rezultatus, matoma, jog abi grupės, tiek praėjus 6 mėn., tiek 12 mėn. po rekonstrukcijos, nesiekė nustatytos 87,7 balų normos ribos.

4.4.6 lentelė. *Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą ir subjektyvaus kelio sąnario vertinimų, funkcinų judesių ir vertikalaus šuolio biomechanikos vertinimų palyginimas priklausomai nuo traumos mechanizmo ir laiko po rekonstrukcijos*

	Laikas po operacijos	Kontaktinė trauma (n = 38)	Nekontaktinė trauma (n = 64)	Kriterijaus reikšmė U	p
IKDC (proc.)	6 mėn.	80,5 (51,7; 98,9)	82,8 (46,0; 98,9)	506,5	0,878
	12 mėn.	74,2 (52,0; 98,9)	77,0 (43,7; 98,9)	141	0,731
FMS balas	6 mėn.	16,0 (11,0; 20,0)	16,0 (9,0; 20,0)	548,5	0,471
	12 mėn.	15,0 (11,0; 19,0)	16,0 (9,0; 19,0)	141,5	0,731
ACL–RSI (proc.)	6 mėn.	71,3 (22,5; 99,2)	78,3 (15,0; 100,0)	392	0,169
	12 mėn.	70,8 (16,7; 95,8)	77,0 (48,3; 95,0)	111,5	0,182
LESS balas	6 mėn.	6,0 (3,0; 10,0)	5,0 (3,0; 9,0)	493	0,539
	12 mėn.	5,5 (3,0; 9,0)	6,0 (3,0; 10,0)	131	0,873

Pastaba: duomenys pateikiami kaip mediana (x_{me}), minimali reikšmė (x_{min}), maksimali reikšmė (x_{max}); IKDC – subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas; FMS – funkcinų judesių vertinimo sistema; ACL–RSI – klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“, LESS – nušokimo nuo pakyls klaidų vertinimo sistema.

Vertindami psichologinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą (ACL–RSI klausimynas) su visais kitais tirtais rodikliais (4.4.7 lentelė), analizavome jų stiprumą ir statistinį reikšmingumą. Labai silpno arba silpno stiprumo, statistškai reikšmingi tiesiniai ryšiai nustatyti tarp ACL–RSI klausimyno ir „HOP 1 šuolis“ ($r_{xy} = 0,288$); „HOP 3 šuoliai tiesiai“ ($r_{xy} = 0,356$); YBT testo priekinės krypties skirtumo ($r_{xy} = 0,333$) rezultatų. Tiesiniai ryšiai yra teigiami, tai reiškia, jog kuo didesnis ACL–RSI balas, tuo geresni HOP šuolių ir YBT testo priekinės krypties skirtumo rezultatai.

4.4.7 lentelė. Psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą ryšys su funkciniais rodikliais

	ACL–RSI (proc.)	
	r_s / r_{xy}	p
Slope P2	$r_s = 0,045$	0,716
134N displ. diff	$r_s = 0,094$	0,440
134N D_{max} diff	$r_s = 0,095$	0,435
150N displ. diff	$r_s = 0,067$	0,587
150N D_{max} diff	$r_s = 0,066$	0,590
HOP 1 šuolis (proc.)	$r_{xy} = 0,288$	0,02
HOP 3 įstrižai (proc.)	$r_s = 0,319$	0,01
HOP 3 tiesiai (proc.)	$r_s = 0,356$	0,004
HOP 6 m laikui (proc.)	$r_{xy} = 0,262$	0,035
YBT priekinės krypties skirtumas	$r_{xy} = 0,333$	0,007
YBT vidinės krypties skirtumas	$r_s = 0,227$	0,06
YBT šoninės krypties skirtumas	$r_s = 0,211$	0,092
YBT kairės kojos suminis balas	$r_{xy} = 0,216$	0,084
YBT dešinės kojos suminis balas	$r_{xy} = 0,231$	0,064
IKDC (proc.)	$r_s = 0,528$	<0,001
FMS	$r_s = 0,113$	0,355
LESS	$r_s = 0,226$	0,027

Pastaba: r_s – Spirmano ranginės koreliacijos koeficientas; r_{xy} – Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientas; slope P2 – raiščio stabilumo kreivės nuolydis; 134 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 134 N jėgai; 134 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 134 N jėgai; 150 N displ. diff – vidutinis blauzdikaulio poslinkio šlaunikaulio atžvilgiu skirtumas veikiant 150 N jėgai; 150 N D_{max} diff – maksimalus blauzdikaulio poslinkis šlaunikaulio atžvilgiu veikiant 150 N jėgai; HOP – šuolių viena koja testų rinkinys; YBT – Y pusiausvyros testas; IKDC – subjektyvus kelio sąnario vertinimo klausimynas; FMS – funkinių judesių vertinimo sistema; ACL–RSI – klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“, LESS – nušokimo nuo pakylės klaidų vertinimo sistema.

Taip pat labai silpno, silpno arba vidutinio stiprumo statistiškai reikšmingi ryšiai monotoniškumo prasme nustatyti tarp ACL–RSI klausimyno ir „HOP 3 šuoliai įstrižai“ ($r_s = 0,319$); „HOP 6 m laikui“ ($r_s = 0,262$), LESS testo ($r_s = 0,226$) bei IKDC klausimyno ($r_s = 0,528$) rezultatų. Statistiniai ryšiai monotoniškumo prasme yra teigiami, tai reiškia, jog kuo didesnis ACL–RSI įvertis (proc.), tuo geresni HOP šuolių, LESS testo ir IKDC klausimyno rezultatai.

Asmenims, kurie patyrė nekontaktinę traumą, praėjus 12 mėn. po PKRr, nustatyta funkcinio nestabilumo rizika. Tos pačios grupės dinaminės pusiausvyros rezultatai buvo blogesni, nei nekontaktinės traumos grupės rezultatai. Visgi asmenų, kurie traumą patyrė be kontakto, psichologinis pasitikėjimas grįžti į fizinę veiklą ir kelio sąnario funkcija buvo aukštesnis.

5. REZULTATŲ APTARIMAS

Priekinis kryžminis raištis yra viena dažniausiai pažeidžiamų struktūrų kelio sąnaryje. Šis raištis turi ypač svarbų vaidmenį fiziologijoje ir kinematikoje. Be to fiziologijos ir kinematikos pokytis sukelia funkcinis sutrikimus ir osteoartritą [64]. Literatūroje pateikiama nemažai informacijos apie nemodifikuojamus rizikos veiksnius, kurie turi poveikį patirti PKR traumą. Tačiau nemažai jų yra ir modifikuojami: dinaminė kelių *valgus* padėtis, per maža fleksija klubo arba kelio sąnaryje nusileidimo po šuolio metu, prasta klubų arba liemens kontrolė, raumenų, kurie atlieka blauzdos fleksiją ir šlaunies abdukciją, silpnumas, vėluojanti fleksiją atliekančių raumenų aktyvacija, propriocepsijos stygius arba raumenų nuovargis [77]. Suprasdami, jog yra didelė dalis veiksnių, kuriuos galime koreguoti, siekiant išvengti pasikartojančių PKR traumų, turime pasirinkti tinkamiausius vertinimo metodus, kurie atskleistų visus kūno biomechaninius ir psichologinius trūkumus.

Prieš pasirenkant kriterijus, reabilitacijos specialistai turi pasirinkti testus, kurie yra objektyvūs, reliabilūs ir validūs. Taip pat testai turi būti praktiški savo įranga ir laiko trukme. Žinoma, atliekant pasirinktus testus, neturi kilti jokios rizikos reabilitacijos etape esančiam asmeniui. Pasirinkti kriterijai turi turėti norminius dydžius, kuriuos būtų paprasta analizuoti ir palyginti su kitų autorių tyrimais [73] bei kurie būtų gana aiškūs pačiam tiriamajam. Taip pat didelė dalis kitų mokslininkų tyrimų, kuriuose tirti asmenys po PKRr, yra atlikti praėjus vieneriems metams po rekonstrukcijos [78]. Mūsų tyrimo stiprioji grandis, jog turime galimybę palyginti tiriamųjų rezultatus praėjus 6 arba 12 mėnesių po PKRr. Rezultatų progreso vertinimas per tam tikrą laikotarpį užtikrina geresnį pooperacinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą tinkamu laiku.

Psichologiniai veiksniai turi poveikį asmens, kuriam atlikta PKRr, fiziniam ir funkciniam atsigavimui. Antros traumos baimė yra viena iš dažniausiai minimų problemų, kurios stabdo asmenį grįžti į fizinę veiklą [76]. Šiai problemai spręsti yra kuriami įvairūs metodai, kurie padeda atrasti silpnąsias psichologines grandis. Kaip teigiama literatūroje, psichologinės intervencijos po PKRr gali net sumažinti skausmą ir pagerinti funkciją [79]. Vienas iš tokių metodų – ACL–RSI klausimynas. Jo naudojimo paplitimas ir mokslinis naujumas paskatino mus atlikti ACL–RSI klausimyno vertimą į lietuvių kalbą ir validaciją.

Lietuviška ACL–RSI versija yra nuoseklus, pagrįstas ir patikimas klausimynas asmenims, kuriems atlikta PKR rekonstrukcija. Vidinis ACL–RSI klausimyno nuoseklumas pagal Kronbacho alfa koeficientą buvo laikomas

puikiu. Palyginus su mūsų tyrimo rezultatais, olandų [80] ir švedų [81] versijose gautas toks pats rodiklis ($\alpha = 0,94$), kinų [82] ir prancūzų [83] versijose – 0,96, turkų [84] – 0,88, o Brazilijos [85] versijoje – 0,87. Todėl, galime teigti, jog mūsų išverstas klausimynas yra atitinkantis visus reikalavimus, norint jį oficialiai naudoti tyrimuose.

Pasak įsisenėjusio modelio, į fizinę veiklą po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos galima grįžti praėjus 4–8 savaitėms nuo rekonstrukcijos, jei yra pilnai atsistačiusi sąnario amplitudė ir nebėra tinimo kelio sąnaryje [36, 37]. Tačiau pastaruosius penkerius metus atliekami tyrimai rodo kitokius rezultatus. Yra teigiama, jog grįžimas į fizinę veiklą praėjus 9 mėn. arba net daugiau, žymiai sumažina antros traumos dažnį [88]. Jei tiriamasis nori grįžti į prieš traumą buvusį fizinio aktyvumo lygį, būtina nustatyti tinkamiausią laiką. Vis dar nėra moksliskai patvirtinto tinkamo laiko momento [89]. Todėl antroje tyrimo dalyje nusprendėme analizuoti rezultatų kaitą praėjus 6 arba 12 mėn. po rekonstrukcijos ir stebėti, kokia biomechanikos rodiklių kaita vyrauja mūsų pasirinktoje imtyje.

Įvertinus kelio sąnario stabilumą ir palyginus rezultatus tarp grupių, skirtumų negavome. Nors, vertinant pagal literatūroje pateikiamas normas, praėjus 6 mėnesiams po PKRr tiek vidutiniai, tiek maksimalūs blauzdikaulio poslinkiai šlaunikaulio atžvilgiu viršijo rizikos patirti traumą normos ribas. Tai reiškia, jog vis dar vyksta transplanto ligamentizacija. Kiti mokslininkai, tyrę blauzdos ekstenzijos pratimų po PKRr įtaką raiščio mobilumui, praėjus 6 mėnesiams po rekonstrukcijos taip pat neaptiko statistškai reikšmingų skirtumų ir rezultatai tenkino normos ribas [90]. Be to, jų tyrime skirtumai tarp sveikos ir operuotos kojos rezultatų neviršijo normų. Poveikį mūsų rezultatams galėjo turėti tai, jog mūsų tiriamieji buvo fiziškai aktyvūs asmenys. Didžiojoje dalyje tyrimų pasirinktas tiriamųjų kontingentas – aukšto meistriškumo sportininkai, kuriems yra aktualu kuo greičiau grįžti į prieš traumą buvusią sportinę veiklą. Todėl jie dažnai paspartina visą reabilitacijos procesą ir greičiau pasiekia geresnių rezultatų.

Kim su bendraautorais [91] atliktame tyrime, kuriame dalyvavo 91 asmuo po PKRr, atlikus HOP testus 6 mėn. arba 12 mėn. po rekonstrukcijos, visuose subtestuose rasta statistškai reikšmingų rezultatų pagerėjimų. Deja, tik 8 proc. triamųjų siekė >90 proc. normos ribą, praėjus 12 mėn. po raiščio rekonstrukcijos. Mūsų tyrimo rezultatai skyrėsi viename iš subtestų. Tačiau visi rezultatai buvo didesni už normos ribas. Tai gali būti dėl to, jog mūsų tiriamieji turėjo geresnę ortopedo-traumatologo ir kineziterapeuto priežiūrą poreabilitaciniame laikotarpyje. Jų gijimo laikotarpis buvo stebimas, konsultuojama. Lygindami subtestų rezultatų skirtumus tarp operuotos ir sveikos kojos aptikome daug skirtumų. Sportuojantys asmenys po PKRr dažniausiai siekia HOP testų normų ribas (>90 proc.), bet neretai aptinkami

vidutiniai, netgi dideli skirtumai, lyginant kelio sąnario funkcijas tarp kojų. 88 proc. nušoktiems atstumams stiprų poveikį turi klubo bei čiurnos sąnariai, todėl dažnai yra sudėtinga pastebėti kelio sąnario trūkumus. Paprastai tariant, nušoktas atstumas yra prastas rodiklis, norint įvertinti kelio sąnario funkciją, nes jis dažniau atspindi klubo ir čiurnos sąnarių funkcijas [92]. Todėl neužtenka pasižiūrėti tik simetrinių indeksų rezultatus, visada aktualu daug dėmesio skirti rezultatų palyginimui tarp kojų (ar operuotos kojos rezultatas siekia sveikosios savo nušoktu atstumu).

Atlikus Y pusiausvyros testo rezultatų palyginimus, reikšmingą rezultatų pagerėjimą nustatėme Y priekinėje kryptyje, neatsižvelgiant į tai, kuri koja buvo operuota. Li su bendraautoriais [93] lygino operuotų asmenų rezultatus su sveikų asmenų rezultatais praėjus 12 mėn. po PKRr ir taip pat neatrado statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių. Kitame tyrime buvo lyginti asmenys, praėjus 6 mėn. po PKRr. Jie buvo suskirstyti į dvi grupes: gali grįžti į fizinę veiklą ir dar ne. Skirtumo tarp grupių nebuvo aptikta, tačiau Y pusiausvyros testo rezultatai abejose grupėse buvo žemiau rizikos patirti traumą ribos [94]. Mūsų tiriamųjų suminiai balai tiek 6 mėn., tiek 12 mėn. po PKRr siekė literatūros nustatytas ribas (≥ 94), tačiau statistiškai reikšmingai tarp grupių nesiskyrė. Tam poveikį gali turėti tai, jog pagrindinės pooperacinės reabilitacijos metu pakankamai daug dėmesio skiriama neurorauemeninės kontrolės trūkumams pašalinti.

Mūsų atliktame tyrime FMS rezultatas po 6 mėn. buvo 16 balų, o praėjus 12 mėn. – 15 balų. Tai rodo, jog pagal literatūroje pateiktas rizikos patirti traumą normas funkciniai judesiai jau yra gana gerai atsistatę, tad asmuo jau galėtų grįžti į fizinę veiklą. Kitų autorių rezultatai buvo panašūs [95,97,96]. Visgi reikėtų atkreipti dėmesį, jog, atliekant skirtingus judesius, vertinimai gali būti skirtingi, tačiau galutinis rezultatas toks pats. Todėl svarbu analizuoti kiekvieno judesio stereotipą atskirai ir koreguoti kompensacinius judesius būtent toje struktūroje, kurioje randama problema. Mūsų atliktuose skaičiavimuose, užfiksuota, kad, praėjus 12 mėn. po rekonstrukcijos, sustiprėjo skausmas apatinėje nugaros dalyje. Tai gali rodyti suprastėjusį juosmens raumenų jėgos pusiausvyrą arba atsiradusius kitus struktūrinius pažeidimus, tokius kaip stuburo disko išvarža.

Kitų autorių atliktame tyrime [76], kai asmenys buvo tirti praėjus 12 mėn. po PKRr, gauti ACL–RSI rezultatai buvo mažesni ($60,9 \pm 29,1$), lyginant su mūsų tyrimo analizuotais rezultatais. Hart su bendraautoriais [98] atliktame tyrime ACL–RSI indeksas (proc.) buvo dar mažesnis (53 ± 20). Nustatyta, jog 76,7 ACL–RSI indeksas (proc.) yra riba, kuri parodo tikimybę patirti antrą PKR traumą, praėjus 12 mėn. po rekonstrukcijos (jautrumas 78 proc.). Mūsų tyrimo rezultatai nesiekė nustatytos ribos. Tai reiškia, jog žemesnis nei nustatyta psichologinio pasitikėjimo indeksas (proc.) rodo

didesnę galimybę patirti antrą PKR traumą. Galima daryti išvadą, jog 12 mėn. nėra pakankamas laikotarpis grįžti į prieš traumą buvusią fizinę veiklą arba yra per mažai dėmesio skiriama asmens psichologiniam pasitikėjimui ugdyti. Nors reabilitacijoje yra siūlomos psichologo konsultacijos, didžioji dalis asmenų atsisako šios paslaugos. Visgi šio specialisto paslauga yra būtina, ypač tiems asmenims, kurių psichologinis pasitikėjimas grįžti į fizinę veiklą yra per žemas, nors biomechaniniai rodikliai jau yra visiškai atsistatę į prieš traumą buvusią funkcinę būklę.

LESS sistema vertinta šuolio biomechanika tiek 6, tiek 12 mėn. po PKR buvo bloga (≥ 6 balai). Taip galėjo įvykti dėl to, kad reabilitacijos laikotarpiu nebuvo mokoma teisingos šuolio technikos, daugiau dėmesio buvo skiriama raumenų jėgos, dinaminės pusiausvyros, neuroraumeninės kontrolės gerinimui. Visgi labai svarbu tiksliai įsivertinti šuolio biomechaniką ir koreguoti tas kūno vietas, kurios turi trūkumų. Mokslininkai, atlikę regresinę analizę, atrinko keturis veiksnius, kurie gali nulemti antrą PKR traumą: 1) nedominuojančios kojos per didelę klubo rotacija nusileidimo metu; 2) blogas kelio sąnario judesys frontaliajoje plokštumoje nusileidimo metu; 3) kelio sąnario momentinės asimetrijos pirmo kontakto su žeme metu sagitalioje plokštumoje; 4) statinio stabilumo trūkumas operuotoje kojoje [99].

PKR transplantato pasirinkimas yra ypač svarbus žingsnis prieš PKR rekonstrukciją. Vis dėlto idealus transplantato šaltinis vis dar yra itin diskutuojama tema. Dažniausiai pasitaikantys variantai: girnelės savojo raiščio transplantas; pusgyslinio–grakščiojo raumens sausgyslių transplantas; šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas [100]. Jo pasirinkimas paprastai grindžiamas daugeliu veiksnių, įskaitant chirurgo nuomonę, paciento anatomines savybes, transplantato ypatybes. Istoriskai, girnelės savojo raiščio transplantas buvo laikomas auksiniu standartu dėl lengvo prieinamumo, gero kaulų gijimo ir biomechaninių savybių [101]. Tačiau naujausi tyrimai rodo, jog pusgyslinio–grakščiojo raumens sausgyslių transplantato naudojimas išaugo dėl geresnio donorinės vietos gyjimo ir geresnių klinikinių rezultatų [97, 98]. Dėl didelės PKR transplantų įvairovės, kitoje tyrimo dalyje pasirinkome lyginti pusgyslinio–grakščiojo raumens sausgyslių transplantato, girnelės savojo raiščio transplantato ir šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantato poveikį apatinių galūnių funkciniais rodikliais.

Šiame tyrime, vertinant raiščių stabilumą tarp skirtingų transplantų, reikšmingų skirtumų, veikiant skirtingoms jėgoms, neradome. Vienintelis reikšmingas skirtumas aptiktas tarp keturgalvio šlaunies raumens sausgyslės ir pusgyslinio–grakščiojo raumens sausgyslių transplantų raiščio stabilumo kreivės nuolydžio. Tai reiškia, jog kelio sąnaryje, kuriame PKR rekonstruotas naudojant keturgalvio šlaunies raumens sausgyslės transplantą, trūksta

stabilumo. Kiti mokslininkai lygino girnelės savojo raiščio ir pusgyslinio-grakščiojo raumens sausgyslių transplantus. Stebint girnelės savojo raiščio transplantu grupę, stabilumo pokyčių, praėjus 6 arba 12 mėn. po PKRr, neaptikta. Visgi, palyginus pusgyslinio-grakščiojo raumens sausgyslių transplantu grupės rezultatus, rastas raiščio nestabilumo didėjimas [104]. Tačiau, lyginant raiščių grupes tarpusavyje, kaip ir mūsų tyrime, reikšmingų skirtumų tarp grupių nerasta. Lind su bendraautorais [105], lyginę keturgalvio šlaunies raumens sausgyslės ir pusgyslinio-grakščiojo raumens sausgyslių transplantus, taip pat neaptiko reikšmingų raiščio stabilumo skirtumų.

Sueyoshi su bendraautorais [106] atliktame tyrime buvo lyginti HOP testų rezultatai tarp dviejų raiščių tipų: girnelės savojo raiščio ir pusgyslinio-grakščiojo raumens sausgyslių transplantų. Kitaip nei mūsų atliktame tyrime autoriai neaptiko statistškai reikšmingų skirtumų tarp raiščių transplantų tipų. Vertinant HOP testus, pastebėjome, jog blogiausi rezultatai gauti keturgalvio šlaunies raumens sausgyslės transplantu grupėje. Kiti autoriai norėjo išsiaiškinti, ar keturgalvio šlaunies raumens transplantas yra taip pat tinkamas kaip ir girnelės savojo raiščio transplantas. Palyginus gautus HOP testų rezultatus, reikšmingų skirtumų tarp dviejų grupių nerasta [107]. Priešingai nei minėtame tyrime, remdamiesi mūsų rezultatais, negalime teigti, kad keturgalvio šlaunies raumens transplantas yra tinkamas pasirinkimas mūsų tirtai imčiai. Iš atliktų HOP testų rezultatų, prieš tai minėtos transplantu grupės keturgalvio raumens jėga nėra pilnai atsistačiusi. Kaip savo tyrime teigia Sueyoshi [106], blauzdos fleksiją ir ekstenziją atliekančių raumenų jėga koreliuoja su HOP testų rezultatais. Visgi ateityje, norint gauti dar tikslesnius rezultatus, reiktų atlikti ir atskirų kojos raumenų jėgos vertinimą panaudojant dinamometriją.

Palyginus Y pusiausvyros testo duomenis, blogiausi rezultatai, lyginant su kitais transplantu tipais, gauti keturgalvio šlaunies raumens sausgyslės transplantu grupėje, vidinėje, šoninėje kryptyse, suminiame dešinės kojos bale. Kita mokslininkų komanda tyrė asmenis praėjus 6 mėn. po PKRr, kur tiriamieji buvo suskirstyti į tris grupes: girnelės savojo raiščio; pusgyslinio-grakščiojo raumens sausgyslių; iliotibialinio raiščio transplantų grupes. Statistiškai reikšmingai didesnis rezultatas buvo girnelės savojo raiščio grupėje Y pusiausvyros testo priekinėje kryptyje [108]. Clagg su bendraautorais [109] taip pat lygino pusgyslinio-grakščiojo raumens sausgyslių ir girnelės savojo raiščio transplantus ir nustatė, jog pastarojo transplantu grupės rezultatai buvo blogesni šoninėje kryptyje. Įdomiausia, jog geresni nei kitų autorių rezultatai, mūsų tyrime gauti girnelės savojo raiščio transplantu grupėje. Todėl galime teigti, kad mūsų imties tiriamieji, kuriems buvo naudotas girnelės savojo raiščio transplantas, buvo gana gerai atsitatę kelio sąnario

raumenų jėgos pusiausvyrą, o tai turi didelį poveikį dinaminės pusiausvyros rezultatams.

Palyginę FMS testo rezultatus, nustatėme, jog girdelės savojo raiščio transplanto grupė siekė statistiškai reikšmingai aukštesnį balą, lyginant su kitomis grupėmis. Visgi palyginti su kitų autorių rezultatais, galimybės nebuvu, nes tyrimų, kuriuose naudotas FMS ir lyginti transplantų tipai neradome. Tai gali būti dėl to, jog FMS metodika apima viso kūno biomechanikos vertinimą, o didžiojoje dalyje tyrimų po PKRr vertinama tik apatinių galūnių biomechanika.

Įvertinus vertikalaus šuolio biomechaniką, reikšmingų skirtumų tarp transplanto tipo nerasta, tačiau girdelės savojo raiščio transplanto grupė turėjo mažiausią rizikos balą. LESS sistema vertinama šuolio kokybė ir simetrija. Miles su bendraautoriais [110] reikšmingai didesnių asimetrijų šuolio metu rado girdelės savojo raiščio transplanto grupėje, lyginant su pusgyslinio–grakščiojo raumens sausgyslių transplanto grupe. Visgi mokslininkai pataria, jog geriausias laikotarpis pradėti šokinėti ant dviejų kojų (simetriškai), yra praėjus 6–8 mėn. po PKRr [111].

Naujausi moksliniai tyrimai vis labiau analizuoja operacijos technikas ir su ja susijusius veiksnius, tokius kaip, raiščio transplanto tipas, fiksacija, meniskų, kremzlių bei kitų raiščių pažeida [112]. Taip pat daug dėmesio skiriama ir transplanto diametrai. 2017 m. atliktame tyrime teigiama, jog transplanto diametro didėjimas nuo 7 mm iki 10 mm diapazone, kas 0,5 mm, mažina tikimybę patirti pakartotinę traumą 0,9 karto [113]. Taip pat kitame moksliniame tyrime įrodyta, jog pusgyslinio–grakščiojo raumens sausgyslių transplanto <7 mm diametras yra stipriai susijęs su aukštu PKR transplanto plyšimu [114]. Visgi yra labai maža dalis tyrimų, kuriuose būtų lygintas transplanto diametro poveikis apatinių galūnių biomechanikos rodikliams. Todėl kitoje trečiojo uždavinio dalyje nusprendėme pažiūrėti transplanto diametro poveikį mūsų tiriamųjų judesių biomechanikai.

Tyrime, kuriame tiriamieji buvo suskirstyti į tris grupes pagal transplanto storį (1 grupė – ≥ 8 mm; 2 grupė – ≥ 10 mm; 3 grupė – > 10 mm), 32,1 proc. padidėjęs transplanto laisvumas buvo nustatytas storiausio transplanto grupėje, lyginant su kitomis grupėmis. Kaip autoriai teigia savo darbo išvadose, norint gauti geresnius laksimetrijos rezultatus, geriau vengti > 10 mm storio transplantų [115]. Analizuojant mūsų gautus rezultatus, kaip tik mažiausio transplanto grupėje gauta didesnė funkcinio nestabilumo rizika, lyginant su kitomis dviem grupėmis. Atliktame moksliniame tyrime su gyvūnais, kuriame buvo vertintas transplanto diametro poveikis jėgai ir atsparumui, nustatyta, jog mažesnis nei 8 mm transplanto diametras turi didesnę tikimybę plyšti [116]. Kitame moksliniame straipsnyje teigiama, jog Genourob aparatas, naudojant 134 N jėgą, turi 80 proc. jautrumo ir 87 proc.

specifiškumo rodiklius, nustatant dalinį PKR plyšimą [63]. Kitų autorių atliktame tyrime (1 grupė – ≤ 8 mm; 2 grupė – < 8 ir ≤ 9 mm; 3 grupė – > 9 mm) statistiškai reikšmingų skirtumų tarp raiščio laisvumo nerasta nei 6 mėn., nei 12 mėn. po rekonstrukcijos [117]. Visgi mūsų tyrimo rezultatai buvo geresni (nesiekė 0,5 mm) lyginant su kitų mokslininkų rezultatais.

Palyginus HOP testų rezultatus, tarp grupių, suskirstytų pagal transplanto diametrą, reikšmingų skirtumų neradome. Visgi palyginus su kitų autorių atliktų tyrimų rezultatais (1 grupė ≤ 8 mm; 2 grupė ≤ 9 mm, 3 grupė > 9 mm), mūsų gauti rezultatai buvo geresni [118]. Taip pat kaip ir mūsų tyrime jų rezultatai buvo geresni didžiausio diametro (> 9 mm) grupėje. Šis, tiek minėtų autorių, tiek mūsų rezultatas, tik patvirtina kitų mokslininkų išvadas, jog kuo didesnis naudoto transplanto diametras, tuo mažesnė tikimybė patirti antrą PKR traumą [119].

Analizuojant mūsų tyrimo Y pusiausvyros testo rezultatus, negalime teigti, koks raiščio diametras turi geriausią poveikį apatinių galūnių dinaminei pusiausvyrai. Stebint atskirus rezultatus (priekinės, vidinės, šoninės krypties skirtumus), matoma, jog geriausi rezultatai esant $\geq 10,5$ mm diametru. Kiti mokslininkai teigia, jog PKR transplanto diametras yra susijęs su padidėjusia tikimybe patirti antrą traumą. Tang su bendraautoriais [120], išanalizavę savo tyrimo rezultatus, nustatė, jog 8 mm ir didesnis PKR diametras sumažina traumos rizikos tikimybę, vertinant apatinių galūnių dinaminę pusiausvyrą. Kiti autoriai analizavo revizinių operacijų dažnį pagal PKR diametrą [113]. Jie teigia, jog asmenys, kuriems buvo naudotas 10 mm transplantas, rečiau patyrė antrą traumą ir jiems nereikėjo revizinės PKR rekonstrukcijos. Todėl galime teigti, jog, esant didesniam PKR transplanto diametru, yra geresnė apatinių galūnių dinaminė pusiausvyra ir mažesnė tikimybė patirti antrą PKR traumą, lyginant su mažesnio diametro transplantais.

Išanalizavus funkcinių judesių kokybę, tarp grupių reikšmingų skirtumų nerasta. Visų transplanto diametrų grupėse FMS testo rezultatas buvo vidutinis. Sudėtinga palyginti tyrimų rezultatus su kitų autorių rezultatais, nes šio testo mokslininkai nenaudoja, analizuojant asmenis po PKR rekonstrukcijos. Kaip teigia autoriai [121], FMS negali adekvačiai įvertinti judesių modelius, kurie gali būti susiję su PKR trauma. Kadangi mūsų tikslas buvo įvertinti net tik kelio sąnario būklę, bet į asmenį žvelgti kompleksiskai, todėl analizei buvo pasirinkta ir FMS metodika. Peržvelgus FMS subtestų rezultatus, pastebėjome, jog ≤ 9 mm grupės asmenys dažniau kompensavo judesį, pasitelkdami kitas kūno dalis, atliekant „žengimas per kliūtį“ judesį (lenkiamąją koją pasukdavo arba pakreipdavo, palenkdavo arba atlošdavo nugarą). Taip pat kiti mokslininkai savo darbe teigia, jog „žengimas per

kliūtį“ judesio rezultatas gali parodyti padidėjusią riziką patirti kelio sąnario traumą [122].

Įvertinus nušokimo nuo pakylės ir gilaus pritūpimo bei šuolio vaizdo medžiagą, naudojant LESS vertinimo sistemą, ≤ 9 mm grupės biomechanika buvo įvertinta kaip gera, kitų dviejų grupių – vidutinė. Rezultatus palyginti su kitais autoriais nepavyko, nes tokio testo moksliniuose tyrimuose, kai analizuojama transplanto diametro sąsajos su šuolių biomechanika, iki šiol neatlikta. Visgi Padua [123] su bendraautoriais savo tyrime, kuriame buvo vertinta šuolių biomechanikos kokybė tarp sveikų asmenų ir tų, kurie patyrė PKR traumą, nustatė, jog liemens fleksijos pokytis maksimalaus pritūpimo metu, kampo klubo sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu, sąnarių paslankumas, mobilumas, liemens fleksijos kampas pirmo kontakto su žeme metu, išorinė pėdos rotacija pirmo kontakto su žeme metu bei kampo kelio sąnaryje pokytis maksimalaus pritūpimo metu yra geriausiai nurodantys galimą PKR traumą judesiai. Mūsų tyrime reikšmingai didesnį klaidų skaičių, vertinant liemens fleksijos pokytį maksimalaus pritūpimo metu, surinko storiausio transplanto grupė. Kiti autoriai [124], kurie stebėjo krepšininkų biomechanikos rodiklius ketverius metus, pastebėjo, jog *genu valgum* pokytis kelio sąnaryje gilaus pritūpimo metu yra viena iš dažniausiai atliekamų klaidų. Ši šuolio biomechanikos klaida stebima kaip dažniausia tarp visų tyrimo grupių ir mūsų tyrime.

Beveik trys ketvirtadaliai visų PKR traumų įvyksta ne kontakto su kitu asmeniu arba objektu metu [125]. Išskiriama daug nekontaktinės traumos veiksnių, tokių kaip, PKR suspaudimas, šlaunies keturgalvių raumenų jėga, šlaunies dvigalvių raumenų kompensacija, viso kūno dinamika, moteriškoji lytis ir kita [126]. Kitame moksliniame tyrime teigiama, jog asmenims, kurie patyrė kontaktinę PKR traumą, yra padidėjusi rizika IV laipsnio kremzlės pažaidai ir III laipsnio šoninių kelio sąnario raiščių pažaidai [127]. Tačiau, trūksta mokslinės informacijos apie kontaktinės, nekontaktinės traumos poveikį apatinių galūnių biomechanikos rodikliams. Dažniausiai straipsniuose pateikiami nekontaktinės traumos mechanizmo rodikliai. Todėl ketvirtame uždavinyje nusprendėme paanalizuoti sąsajas tarp traumos mechanizmo ir apatinių galūnių bei psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą rodiklių.

Ketvirtame mūsų tyrimo uždavinyje lyginome rezultatus, suskirstę asmenis pagal traumos mechanizmą: trauma patirta kontakto su kitu žmogumi arba objektu metu bei trauma patirta nekontakto metu (keičiant kryptį, nusileidžiant, staigiai stabdant ir pan.). Įvertinus kelio sąnario PKR raiščio laksimetrijos rezultatus, pastebėta, jog, praėjus 6 mėn. po rekonstrukcijos, asmenų, kurie patyrė kontaktinę traumą, transplanto stabilumas buvo statistiškai reikšmingai blogesnis nei nekontakcinę traumą patyrusių asmenų. Taip pat

mokslininkai, kurie tyrė asmenis, praėjus 12 mėn. po PKRr, gavo panašius rezultatus kaip mūsų kontaktinės traumos tiriamieji, praėjus 6 mėnesiams po rekonstrukcijos [128]. Labai įdomus faktas, kurį pateikė mokslininkai, stebėję asmenų priekinio kryžminio raiščio mobilumą septynerius metus [129]. Transplanto mobilumas per tokį ilgą laiko tarpą padidėjo 2,7 mm nuo pirmos dienos po rekonstrukcijos. Visgi palyginti mūsų rezultatus su kitų autorių rezultatais nelabai galime, nes tokio tyrimo, kuriame būtų lygintas raiščio mobilumas tarp kontaktinę ir nekontaktinę traumą patyrusių asmenų, iki šiol neatlikta.

Mūsų pasirinkta HOP testų riba, kuri rodo, jog antros traumos rizika yra maža – >90 proc. Peržvelgus tiriamųjų rezultatus, pastebėta, jog kontaktinės traumos grupėje, praėjus 6 mėn. po PKRr, „HOP 3 šuoliai įstrižai“ ir „HOP 3 šuoliai tiesiai“ subtestų rezultatai nesiekė normos ribos. Mokslininkų atlikti tyrimai rodo, jog „HOP 3 šuoliai tiesiai“ subtesto rezultatai koreliuoja su kojų raumenų jėga ($R^2 = 61,8$ proc.) [130]. Todėl, remdamiesi šiais rezultatais, galime teigti, jog asmenims, kurie patyrė kontaktinę traumą, praėjus 6 mėn. po rekonstrukcijos, vis dar trūksta raumenų jėgos operuotoje kojoje. Kitų autorių tyrime [131] asmenys buvo suskirstyti į dvi grupes: kurie atitiko grįžimo į fizinę veiklą kriterijus (HOP testų rezultatai ≥ 80 proc.) ir kurie neperžengė nustatytos testų rezultatų ribos. Nekontaktinės traumos grupėje 42 proc. asmenų HOP testų rezultatai viršijo autorių nustatytą ribą, 58 proc. tiriamųjų rezultatai buvo žemesni. Kontaktinės traumos grupėje 45 proc. asmenų rezultatai HOP testų ribą viršijo 80 proc., o 55 proc. asmenų rezultatai buvo žemesni. Kadangi šių autorių pasirinkta traumos rizikos riba buvo žemesnė nei mūsų, mes negalime tiksliai palyginti gautų rezultatų tarpusavyje.

Atlikus literatūros analizę rasta daug tyrimų, kuriuose vertinama asmenų, patyrusių PKR traumą neuroraumeninė kontrolė, kūno padėties kontrolė ir funkcinį judesių trūkumai. Tačiau tik viename tyrime Y pusiausvyros testas buvo naudotas, siekiant įvertinti dinامينius apatinių galūnių kontrolės trūkumus po PKRr. Skirtumai, lyginti tarp operuotos ir sveikosios kojos rezultatų, svyravo nuo 5 iki 28 proc. Mūsų atliktoje analizėje išryškėjo keli komponentai. Pirmą, praėjus 6 mėn. po rekonstrukcijos, kai buvo operuota kairė koja, nekontaktinės grupės abiejų kojų suminiai balai buvo blogesni nei kontaktinės grupės ($p < 0,05$), o kairės kojos suminis balas nesiekė nustatytos 94 balų ribos. Antra, kai buvo operuota dešinė koja, nekontaktinės traumos grupės dešinės kojos suminis balas taip pat nesiekė nustatytos 94 balų ribos. Kadangi, nekontaktinę traumą lemia kūno raumenų jėgos pusiausvyros arba anatominiai trūkumai, jaunas amžius, šlaunikaulio anteverzija [132], todėl galime daryti išvadą, jog nekontaktinę traumą patyrę asmenys lėčiau atgauna tinkamą dinaminę pusiausvyrą apatinėse galūnėse.

Didelė dalis asmenų po PKRr ir reabilitacijos atgauna gerą kelio sąnario funkciją, tačiau vistiek negrįžta į prieš traumą buvusį aktyvumo lygį. Dažniausios to priežastys: baimė patirti pakartotinę traumą arba pajusti skausmą, nepasitikėjimas kelio sąnario funkcija, kitos negatyvios psichologinės mintys, tokios kaip, rūpestis žaisti ne taip gerai kaip iki traumos arba kineziofobija. Pakankamai naujas Webster [59] su bendraautoriais parengtas klausimynas, kuris tiria psichologinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą po traumos, labai plačiai naudojamas visame pasaulyje [75–80, 128–132]. Mūsų tyrime, išanalizavus koreliacinius ryšius tarp ACL–RSI klausimyno ir visų funkcinų testų, radome, jog psichologinis pasitikėjimas grįžti į fizinę veiklą tiesine priklausomybe koreliuoja su šuolių viena koja kokybe, dinamine pusiausvyra, subjektyviu asmens savo būklės vertinimu bei vertikalaus šuolio kokybe. Blakeney su bendraautoriais [138] taip pat savo tyrime nustatė, nors ir silpnus, bet reikšmingus tiesinius ryšius su HOP subtestais. Slagers su kolegomis [80], atlikdami ACL–RSI klausimyno vertimą, nustatė vidutinio stiprumo tiesinius koreliacinius ryšius su IKDC klausimynu. Mūsų rezultatai, kaip ir kitų autorių rodo, jog psichologinis atsigavimas po PKR traumos ir rekonstrukcijos tapo ypač svarbus veiksnys sėkmingai reabilitacijai ir grįžimui į fizinę veiklą kaip ir biomechaniniai rodikliai.

Tyrimo metu susidūrėme su problemomis, kurios sukėlė sunkumų renkant metodus bei vykdant tiriamąjį darbą. Fiziškai aktyvūs asmenys po PKRr nėra tiriami ir stebimi sveikatos priežiūros specialistų visą reabilitacijos laikotarpį iki pilnos funkcijos atgavimo (t. y. 6 arba 12 mėn.). 14 dienų ambulatorinė reabilitacija praėjus 1 mėn. po PKRr nėra pakankamas reabilitacijos protokolas jauno amžiaus fiziškai aktyviems asmenims. Taip pat itin stinga tam tikrai sporto šakai (krepšiniui, futbolui, slidinėjimui, sportiniams šokiams ir pan.) specifinių testų, kurie leistų priimti sprendimą dėl grįžimo į fizinę veiklą. Be to psichologinis pasirengimas grįžti po traumos vis dar nėra įprasta praktika PKR traumą patyrusiems asmenims. Turime pripažinti, jog mūsų tyrimas turi trūkumų. Norint tiksliau įvertinti biomechaninių rodiklių kaitą laike, reikėtų asmenis tirti ilgiau, bent 2 metus. Taip pat būtų naudinga atlikti apatinių galūnių dinamometriją, siekiant tiksliai įvertinti jėgos atsistatymą kojose. Ateityje būtų naudinga išskirti vyrišką bei moterišką lytis, siekiant įvertinti lyties poveikį biomechaniniams rodikliams. Visgi, stiprioji mūsų darbo pusė – tiriamųjų kontingentas. Didžioji dalis tyrimų yra atliekami su aukšto meistriškumo sportininkais. Mūsų tiriamieji – užsiimantys kasdienine aktyvia fizine veikla. Kita darbo stiprioji pusė yra didelė funkcinų ir psichologinių testų įvairovė. Mūsų tikslas buvo asmenis įvertinti kompleksškai. FMS testas ir ACL–RSI klausimynas vertina ne tik kelio sąnario biomechaninius rodiklius, bet ir viso kūno biomechaniką ir psichologinį asmens pasiruošimą grįžti į fizinę veiklą.

Didelis skaičius veiksnių, vis dėlto, turi poveikį geram rezultatui po PKR rekonstrukcijos: pasirinkta operacijos technika, transplantato tipo pasirinkimas, transplantato fiksavimo būdas, pooperacinė reabilitacija, asmens edukacija. Deja, transplantato plyšimas ir kito kelio sąnario PKR plyšimas gali įvykti netgi po sėkmingos PKR rekonstrukcijos ir reabilitacijos. Todėl netgi esant puikiai raiščio būklei, pilnai atsistačiusiai biomechanikai ir geram psichologiniam pasitikėjimui, negalime tikėtis, jog trauma nepasikartos.

IŠVADOS

1. Atrinktas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“ (angl. *Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury*, trump. ACL–RSI) klausimynas yra tinkamas naudoti vertinant asmens psichologinį pasitikėjimą grįžti į fizinę veiklą po priekinio kryžminio raiščio traumos.
2.
 - Praėjus 6 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos, operuotos kojos funkcinio nestabilumo rizika maža, priekinio kryžminio raiščio transplantų funkcija, lenkimo kampas kelio sąnaryje nepakankami grįžti į fizinę veiklą.
 - Praėjus 12 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos, priekinio kryžminio raiščio transplantų funkcija pakankama grįžti į fizinę veiklą, lateralinis kelio sąnario stabilumas šuolių metu ir dinaminės pusiausvyros priekinės krypties rodiklis reikšmingai geresni palyginti 6 mėn. grupe.
3.
 - a) Jauno amžiaus fiziškai aktyviems asmenims, kuriems naudotas šlaunies keturgalvio raumens sausgyslės transplantas, nustatyta per didelė funkcinio nestabilumo rizika grįžimui į fizinę veiklą, nepakankama funkcija šuolių metu ir dinaminė pusiausvyra, lyginant su asmenimis, kuriems naudoti kiti transplantai. Jauno amžiaus fiziškai aktyviems asmenims, kuriems naudotas girnelės savojo raiščio transplantas, funkcinio judesių kokybė yra reikšmingai geresnė, lyginant su kitais transplantais. Jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems naudotas pusgyslinio–grakščiojo raumenų sausgyslės transplantas, apatinių galūnių biomechanikos rodikliai reikšmingai nesiskyrė, lyginant su kitais transplantais.
 - b) Jauno amžiaus fiziškai aktyviems asmenims, kuriems naudotas ≤ 9 mm raiščio transplantas, biomechaniniai rodikliai buvo geri, tačiau nustatyta reikšmingai blogesnė dinaminė pusiausvyra, lyginant su kito diametro transplantais. Jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems naudotas $\geq 10,5$ mm raiščio transplantas, biomechaniniai rodikliai pakankami grįžti į fizinę veiklą, tačiau nustatyta, jog blogiau atliekamas vertikalaus šuolio judesys, nes naudojama tik čiurnos strategija. Jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, kuriems naudotas 9,5–10 mm raiščio transplantas, biomechaniniai rodikliai pakankami grįžti į fizinę veiklą.
4.
 - Nekontaktinę kelio sąnario traumą patyrusių jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, praėjus 6 mėn. po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos, biomechaniniai rodikliai geri, tačiau dinaminė

pusiausvyra nepakankama grįžti į fizinę veiklą, lyginant su kontaktinę traumą patyrusių asmenų grupe. Praėjus 12 mėn., po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos, biomechaniniai rodikliai geri, tačiau kelio sąnario funkcinio nestabilumo rizika per didelė grįžti į fizinę veiklą, lyginant su kontaktinę traumą patyrusių asmenų grupe.

- Nustatytas silpnas teigiamas ryšys tarp jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų psichologinio pasitikėjimo grįžti į fizinę veiklą bei šuolio kokybės ir apatinių galūnių dinaminės pusiausvyros.

REKOMENDACIJOS

- Mūsų tyrimo metu validuotas ir į lietuvių kalbą išverstas klausimynas „Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į fizinę veiklą po traumos“ (angl. *Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury*; trump. ACL–RSI) yra naujas įrankis, padėsiantis įvertinti asmens, kuriam atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcija, psichologinį pasitikėjimą. Jį rekomenduojama naudoti gydytojams, kineziterapeutams, atletinio rengimo treneriams, norint objektyviai įvertinti asmens psichologinį pasirengimą grįžti į buvusį fizinį aktyvumo lygį.
- Prieš grįžtant į fizinę veiklą rekomenduojama vertinti asmenų fizinę būklę individualiai, nes ne visi biomechaniniai apatinių galūnių rodikliai priklauso nuo praėjusio laiko po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos. Rekomenduojama pasirinkti kelis funkcinius testus ir juos naudoti ne tik aukšto meistriškumo sportininkams, bet ir fiziškai aktyviems asmenims.
- Informacija apie priekinio kryžminio raiščio transplanto tipą ir diametrą, traumos mechanizmo pobūdį, asmens pasiektą funkcinį lygį, psichologinį pasiruošimą grįžimui į fizinę veiklą svarbi visai komandai, kuri dirba su pacientu (ortopedui–traumatologui, reabilitologui, kineziterapeutui), nes tai gali turėti įtakos tolimiesiems gydymo rezultatams ir jauno amžiaus asmenų pasirengimui grįžti į fizinę veiklą.

SUMMARY

ACRONYMS AND ABBREVIATIONS

ACL	– anterior cruciate ligament
ACLr	– ACL reconstruction
ACL–RSI	– Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport After Injury questionnaire
bptb	– Bone-Pattellar Tendon-Bone Graft
FMS	– Function Movement Screen
IKDC 2000	– International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form
LESS	– Landing Error Scoring System
Ll	– left leg
Oll	– operated left leg
Orl	– operated right leg
qtpb	– Quadriceps Tendon-Patellar Bone Graft
Rl	– right leg
Slope P2	– the slope of compliance curves
st/g	– Semitendinosus and Gracilis Tendon Graft
YBT	– Y Balance Test
134 N displ. diff	– average of the tibia displacement differential under a force of 134N
134 N D_{max} diff	– the maximum of the tibia displacement differential under a force of 134 N
150 N displ. diff	– average of the tibia displacement differential under a force of 150 N
150 N D_{max} diff	– the maximum of the tibia displacement differential under a force of 150 N

1. INTRODUCTION

Anterior cruciate ligament (ACL) injury is a growing health problem in both children and adults. It is one of the most common knee injuries, affecting 85 out of every 100 000 people aged 16 to 39 [1]. The goal of anterior cruciate ligament reconstruction (ACLr) is to restore the function and stability of the knee joint so that the person can return to sports activities. Prior to ACLr, 91% of people expected to be able to return to post activity levels [2], but only 65% did [3]. Various rehabilitation protocols and tests are being developed to help monitor the recovery process or assess the possibility of trauma in order to reduce the frequency of ACL injuries and facilitate the return to sports activities following ACLr.

One of the most hotly debated topics in the literature right now is evaluating not only physical and psychological parameters, but also looking at a person from a biopsychological perspective. Despite the availability of a large number of functional tests in the literature, there is still a lack of evidence as to which combination of tests would be a good predictor of rehabilitation progress and time to return to physical activity [11]. Furthermore, the majority of this type of research is conducted with highly skilled athletes. It is important to note that there is a lack of research in Lithuania that studies physically active young people after ACL reconstruction and monitors their return to sports activities.

The purpose of this study is to look into the psychological confidence in the condition of the knee joint as well as the biomechanical parameters of the lower extremities in young people who have had ACL reconstruction. We hypothesized that individuals' functional parameters would not be sufficiently recovered 6 or 12 months after surgery to allow them to return to sports activities. We hope to demonstrate that the recovery of functions is influenced not only by the time after the operation, but also by the type, thickness, and trauma mechanism of the ACL graft. We also try to show that psychological confidence in the knee joint's condition is as important an indicator of rehabilitation assessment as physical parameters. To prove this hypothesis, we intend to translate and prepare for use the „Anterior Cruciate Ligament – Return to Play After Injury“ (ACL–RSI) questionnaire, which is widely used in the research practice of other countries.

Scientific novelty of the study. Objective assessment of young physically active individuals following ACL surgery, as well as risk of re-trauma. This type of research is typically conducted with highly skilled athletes, so the novelty of our study is the application of research findings to young, physically active individuals. In addition, during the dissertation preparation, the ACL–RSI psychological confidence questionnaire was translated into Lithuanian, which can now be used to assess a person's psychological confidence in the condition of his or her knee joint after ACLr.

Importance in practice. The validation of the Lithuanian version of the ACL–RSI questionnaire allowed us to assess the psychological confidence of people who had ACL reconstruction to return to physical activity after ACL reconstruction in a quick and easy way. Furthermore, the relationship between the results of this questionnaire and the results of functional tests allowed for a more accurate assessment of a person's readiness to return to physical activity.

2. THE AIM AND THE OBJECTIVES OF THE STUDY

Aim of the study: to assess the long-term treatment outcomes of physically active young people who had anterior cruciate ligament surgery.

The objectives:

1. To select, adapt and translate into Lithuanian the questionnaire of psychological confidence to return to physical activity after anterior cruciate ligament reconstruction.
2. To assess the biomechanical parameters of the lower extremities of physically active young individuals who had anterior cruciate ligament reconstruction at 6 or 12 months after reconstruction.
3. To evaluate how the type and diameter of anterior cruciate ligament transplant affected the biomechanical parameters of the lower extremities of young physically active people who had anterior cruciate ligament reconstruction.
4. To assess the relationship between the injury mechanism and psychological confidence to return to sports activities with long-term treatment outcomes in physically active young subjects who underwent anterior cruciate ligament reconstruction at 6 or 12 months after reconstruction.

3. MATERIALS AND METHODS

Methodology development and research were carried out at the LSMU MA Department of Sports Medicine from 2016-09 to 2020-06. The Kaunas Regional Biomedical Research Ethics Committee approved the study (No. BE-2-24). The research data were depersonalized, and all evaluations were carried out in accordance with the requirements of the State Data Protection Inspectorate's permit (Nr. 2R-5100(2.6-1)).

The sample size was 102 individuals. All patients were operated on by the same orthopaedic surgeon. Following the operation, all individuals underwent 14-day rehabilitation in different cities, which was paid for by the State Health Insurance Fund. Following that, all subjects were referred by the orthopaedic surgeon for post-ambulatory physiotherapy under the supervision of a physiotherapist. Table 3.1 shows the characteristics of the subjects.

Table 3.1. *Characteristics of the research sample*

Men	62 (60.8%)
Women	40 (39.2%)
Age (yrs)	24.6 (95% CI: 23.3–25.8)
Height (cm)	180.9 (95% CI: 178.7–183.2)
Weight (kg)	78.8 (95% CI: 75.8–81.8)
BMI	23.9 (95% CI: 23.3–24.5)

Values are expressed as a mean (95% CI for mean).

3.1. Inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria:

- anterior cruciate ligament reconstruction surgery;
- 6 or 12 months after ACLr;
- young age (from 18 to 44 years);
- People who are physically active. An orthopedist-traumatologist used the Tegner Physical Activity Questionnaire to assess physical activity. Our Tegner Physical Activity Questionnaire received the lowest score of 4, highest – 8 [55];
- Voluntarily agreed to take part in the study.

Exclusion criteria:

- refusal to take part in the study;
- another musculoskeletal issue in the operated or other leg;
- other health issues that obstruct functional tests (*e.g.*, cardiovascular, respiratory disorders).

3.2. Methods of the study

3.2.1. Medical information.

Upon the individual's arrival, the following medical information about the operation was collected:

- Graft type;
- Graft diameter;
- Level of physical activity (Tegner Physical Activity Questionnaire evaluation).

3.2.2. The evaluation of the anterior cruciate ligament with automated dynamic laximetry.

A Genourob was used to perform automated dynamic laximetry. The assessment is carried out while the individual is lying on his or her back. One leg is securely attached to the Genourob device. Under the patron is placed an indicator that captures the results. The tibia is then pushed forward with a force ranging from 0 to 300 N. (the force is chosen by the examiner). The anterior tibial displacement in relation to the femur is measured. In our study, we used forces of 134 N and 150 N. A complete ligament rupture is defined as a gap of more than 3 mm between the legs; a partial ligament rupture is defined as a gap of less than 1.5 mm between the legs. The slope of the ligament stability curve (P2) is used to assess functional instability: high risk of functional instability $P2 > 10$; medium risk of functional instability $5 < P2 < 10$; low risk of functional instability $P2 < 5$ [63].

3.2.3. Individual's subjective assessment of his or her own condition.

The IKDC 2000 questionnaire was used for the individuals' subjective self-assessment. The questionnaire consisted of 18 questions divided into three sections: questions 1–7 describe symptoms, questions 8–9 describe level of activity, and questions 10–12 describe knee joint function. Test results are graded on a scale of 0 to 100. The established healthy-person norm is 87.65 points [65].

3.2.4. Evaluation of quality of functional movement performance.

FMS was used to assess the functional efficiency of movements. FMS is made up of seven fundamental movement models that require a balance of mobility and stability: deep squat, hurdle step, in-line lunge, shoulder mobility, active straight-leg raise, trunk stability push-up and rotary stability. There are also three provocative movements designed to cause pain in a specific area of the body if there is a problem: shoulder clearing test; extension clearing test; flexion clearing test. Movements are assigned a point score scale from 0 to 3. 21 points is the maximum FMS evaluation [16, 17]. There is a 14-point threshold for increased risk of injury [58].

3.2.5. Dynamic lower extremity balance evaluation.

A modified Star Excursion Test, also known as the Y Balance Test, was used to assess dynamic balance. The individual stands on a platform in the center, near the red line. With the other leg pushes the block as far as possible

in three directions: anterior, posteromedial and posterolateral. To calculate the result, the best offset distance (cm) is used. Norms: anterior direction ≤ 4 cm, posteromedial and posterolateral directions ≤ 6 cm [59, 60]; composite score ≤ 94 [59]. The formula for calculating the composite score is as follows:

$$\text{Composite score} = \frac{\text{Anterior (cm)} + \text{Posteromedial (cm)} + \text{Posterolateral (cm)}}{3 \times \text{right leg length}} \times 100$$

3.2.6. Evaluation of jump biomechanical parameters in the lower limb.

Single-legged HOP tests were used to measure horizontal lower limb biomechanical parameters. The HOP test kit measures dynamic knee stability, leg strength, and neuromuscular coordination. For this test, a 6-meter graduated line is used to measure distance. The HOP test kit includes four distinct jumps: single hop for distance (cm); triple hop for distance (cm); crossover hop for distance (cm); 6 meter timed hops (s). The norm is when the difference between the two legs is less than 10% (when the symmetry index is greater than 90%) [62].

By filming the drop vertical jump test, the biomechanical parameters of the lower extremities during vertical jumps were assessed. The LESS methodology was used to analyze the footage. During the drop vertical test movement, two cameras were used to capture high-risk traumatic movement errors. The subject stood on a 30 cm high box and had to jump 50% of his height with two legs. The maximum vertical jump was then immediately performed. Three jumps were performed, and the best option for evaluation was chosen. There are 17 evaluation points in the LESS methodology. Norms: 4 – excellent jumping technique; 5 – good jumping technique; 6 – average jumping technique; >6 – bad jumping technique [64].

3.2.7. Self-assessment of psychological confidence in the knee joint's condition.

To assess psychological confidence, the Anterior Cruciate Ligament – Return to Play After Injury (ACL–RSI) questionnaire was used. The questionnaire is made up of 12 questions divided into three groups: assessments of emotions, confidence in movement, and risk [65]. The higher the score, the more confident an individual is in the knee joint's condition. ACL–RSI score of 56 and higher indicates that there is no risk of not returning to pre-traumatic physical condition [66]. This questionnaire was translated and

validated into Lithuanian [68]. The result of the test is expressed as a percentage:

$$\text{ACL-RSI (\%)} = \frac{\text{Sum of Points}}{120} \times 100$$

3.2.8. Statistical analysis.

The statistical analysis of the data was performed using *SPSS for Windows 22.0* computer program. Internal consistency was measured using Cronbach's alpha. The alpha value between 0.70 and 0.90 was considered as good, greater than 0.90 was considered as excellent. Construct validity was evaluated by correlating ACL-RSI-Lt with IKDC and IKDC subscales. As the data distributed normally, for two dependent samples we applied paired-samples t-test. As the data did not distribute normally, we applied Wilcoxon Signed-ranks Test. As the data distributed normally, for two independent samples, we used independent-samples t-test. As the data did not distribute normally, we used Mann-Whitney Test. As the data did not distribute normally, for three independent samples, we used Kruskal-Wallis test, when samples were ordinal – Chi-squared (χ^2) test. When the data met the assumption of normality, a Pearson correlation was used to assess the dependence of the two variables. When the data did not meet the assumption of normality, a Spearman correlation was used to assess the dependence of the two variables. The results are presented as the median (min; max) or the arithmetic mean (95% CI for mean). The significance level $P < 0.05$ was chosen for statistical hypotheses.

4. RESULTS

4.1. Validation of the Lithuanian version of the ACL-RSI questionnaire

The original Lithuanian version of the ACL-RSI questionnaire was translated qualitatively. The questionnaire was translated into Lithuanian by two translators whose native language is Lithuanian but who have excellent English skills. The questionnaire's Lithuanian title is "Priekinis kryžminis raištis – grįžimas į sportą po traumos" abbreviated ACL-RSI-Lt. We kept the original 11-cell scale with a score ranging from 0 to 10 points to make data aggregation easier. After the initial study, no changes were made because all individuals involved in the validation process stated that the questions were clear and easy to understand. The validation process included 65 subjects (39 men and 26 women) with the following characteristics: mean age 25.5 years, mean height 180.9 cm, mean weight 79.1 kg, and mean BMI 24.0. The average time after ACLr was 6 months (43 people), with a maximum of 12

months (22 persons). All subjects had one-legged ACLr. Table 4.1.1 shows the characteristics of the subjects.

Table 4.1.1 *The characteristics of group 's based on time after reconstruotion*

	6 months (n = 43)	12 months (n = 22)	P value
Age (yrs)	25.3 (18.0; 39.0)	26.0 (18.0; 42.0)	0.781
Hight (cm)	180.7 (154.0; 208.0)	181.2 (152.2; 208.0)	0.713
Weight (kg)	79.6 (65.3; 93.9)	78.2 (61.0; 100.5)	0.744
BMI	24.2 (20.5; 32.9)	23.6 (19.2; 33.6)	0.332
Male	59.3%	55.9%	0.652
Female	40.7%	44.1%	

Values are expressed as a median (minimum; maximum) or as a frequency percentage distribution; BMI – body mass index.

Internal consistency was measured using the Cronbach's alpha coefficient, which was considered excellent if it was greater than 0.9. Based on the correlation strength of the twelve questions examined, the translated ACL–RSI questionnaire was deemed excellent ($\alpha = 0.94$). Split-half reliability for the entire questionnaire was 0.89 and 0.92 for both halves, Guttman split-half coefficient was 0.88, correlation between first and second halves was 0.79, and Spearman–Brown prophecy coefficient was 0.89.

Table 4.1.2. *Correlation of ACL-RSI, IKDC 2000 questionnaire, and subscale functional indicators*

	ACL–RSI	
	r	P value
IKDC 2000	0.648	<0.001
IKDC–symptoms	0.579	<0.001
IKDC–function	0.574	<0.001
IKDC–sport	0.488	<0.001

IKDC – International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form; ACL–RSI – Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury questionnaire.

The ACL–RSI questionnaire had a mean positive correlation with the IKDC 2000 questionnaire, IKDC–symptoms, IKDC–function, and IKDC–sport subscales (Table 4.1.2).

4.2. Evaluation of lower limb biomechanical parameters at 6 or 12 months after surgical anterior cruciate ligament treatment

The study included 102 individuals who agreed to participate and met the eligibility requirements. There were 67 subjects in the group 6 months after ACLr and 35 subjects 12 months after ACLr (Table 4.1.2).

Table 4.2.2. *The characteristics of group 's based on time after reconstruction*

	6 months (n = 67)	12 months (n = 35)	P value
Age (yrs)	24.0 (18.0; 42.0)	22.0 (18.0; 39.0)	0.248
Hight (cm)	180.0 (152.0; 208.0)	180.0 (152.0; 208.0)	0.830
Weight (kg)	80.0 (47.4; 115.0)	78.0 (53.0; 108.0)	0.357
BMI	23.6 (19.2; 33.6)	23.2 (19.5; 28.4)	0.390
Male	62.7%	57.1%	0.509
Female	37.3%	42.9%	

Values are expressed as a median (minimum; maximum) or as a frequency percentage distribution; BMI – body mass index.

We found no statistically significant differences between the groups' laximetry test (Table 4.2.2) results. The ligament is not yet sufficiently strengthened in the 6-month group – all results exceed 1.5 mm but were less than 3 mm. Ligament elasticity differences at 12 months postoperatively were very small in all categories. Both groups had a low risk of functional instability– $P2 < 5$.

Table 4.2.2. *Comparison of knee ligament laximetry between groups based on time after reconstruction*

	6 months (n = 67)	12 months (n = 35)	U criteria value	P value
Slope P2	4.7 (0.0; 28.2)	4.7 (0.1; 16.5)	1204.5	0.821
134 N displ. diff (mm)	1.7 (-2.2; 5.2)	-0.4 (-2.8; 3.0)	973.5	0.160
134 N D _{max} diff (mm)	1.7 (-2.2; 5.6)	-0.4 (-2.8; 3.0)	941.5	0.103
150 N displ. diff (mm)	1.8 (-3.7; 5.1)	-0.2 (-2.9; 2.9)	1004	0.234
150 N D _{max} diff (mm)	1.8 (-2.4; 5.1)	-0.5 (-2.9; 3.0)	992	0.203

Slope P2 – the slope of the ligament stability curve; 134 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 134 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 150 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; 150 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; values are expressed as a median (minimum; maximum).

Comparisons of HOP test results (Table 4.2.3) revealed that triple hop for distance was 3.8% better after 12 months than after 6 months ($P < 0.05$).

All other subtest results did not differ statistically significantly. In addition, all subtests followed symmetric index norms (>90%).

Table 4.2.3. Comparison of the symmetry index of the HOP test set between groups based on time after reconstruction

	6 months (n = 67)	12 months (n = 35)	t criteria value	P value
HOP 1 jump (%)	89.9 (95% CI: 87.8–92.2)	93.5 (95% CI: 91.1–95.9)	1261.5	0.860
HOP 3 jumps crossover (%)	89.2 (95% CI: 86.9–91.5)	93.7 (95% CI: 91.3–96.2)	1292	0.025
HOP 3 jumps straight (%)	90.7 (95% CI: 88.7–92.8)	94.1 (95% CI: 91.7–96.5)	1251.5	0.102
HOP 6 m timed jump (%)	93.9 (95% CI: 93.9–95.5)	96.2 (95% CI: 93.8–98.6)	1209.5	0.190

Values are expressed as a mean (95% CI for mean); HOP – one leg jumps tests.

When the results of the Y balance test direction differences and the total scores of the groups were compared, only the results of the anterior direction difference showed a statistically significant difference ($P<0.05$) (Table 4.2.4). Except for the right leg composite score, all scores were above normal (>97 score).

Table 4.2.4. Comparison of Y Balance Test results between groups based on time after reconstruction

		6 months (n = 67)	12 months (n = 35)	U criteria value	P value
YBT anterior difference	Oll	–2.5 (–15.0; 4.5)	–0.5 (–12.5; 4.5)	302.5	0.044
	Orl	–4.0 (–19.5; 2.5)	–1.0 (–18.0; 8.0)	439.5	0.039
YBT posteromedial difference	Oll	–2.5 (–13.0; 7.0)	–1.0 (–9.0; 7.0)	280.5	0.176
	Orl	–3.5 (–14.5; 4)	–3.5 (18.0; 8.0)	435	0.253
YBT posterolateral difference	Oll	–2.3 (–9.0; 11.5)	–2.0 (–6.0; 11.5)	258.5	0.410
	Orl	–0.5 (–9.5; 7.5)	0.0 (–20.0; 8.5)	449	0.167
YBT left leg composite score	Oll	97.3 (85.7; 110.5)	97.5 (83.3; 118.8)	266.0	0.316
	Orl	100.5 (85.9; 111.4)	100.2 (88.9; 108.9)	391	0.691

Table 4.2.4. Comparison of Y Balance Test results between groups based on time after reconstruction

		6 months (n = 67)	12 months (n = 35)	U criteria value	P value
YBT right leg composite score	Oll	100.9 (87.9; 111.3)	100.7 (87.3; 115.2)	222.0	0.962
	Orl	95.7 (82.6; 107.5)	100.9 (91.5; 107.7)	441	0.213

Values are expressed as a median (minimum; maximum). Oll – operated left leg; Orl – operated right leg; YBT – Y Balance Test.

There were no significant differences between groups in the results of the IKDC, ACL–RSI questionnaires, FMS, and LESS tests ($P>0.05$) (Table 4.2.5). FMS scores in both groups exceeded the injury recurrence rate (>14). In addition, the LESS test results show a score of 6 errors, indicating poor vertical jump biomechanics. The results of the IKDC questionnaire showed that neither after 6 nor after 12 months, the individual's self-assessment of his condition did not reach the set risk threshold of 87.65 points.

Table 4.2.5. Comparison of IKDC, ACL–RSI, FMS and LESS tests results between groups based on time after reconstruction

	6 months (n = 67)	12 months (n = 35)	U criteria value	P value
IKDC (%)	78.5 (46.0; 98.9)	77.0 (43.7; 98.9)	1022	0.288
FMS score	16.0 (9.0; 20.0)	15.0 (9.0; 19.0)	1027.5	0.302
ACL–RSI (%)	73.3 (15.0; 100.0)	75.0 (16.7; 95.8)	1260	0.537
LESS score	6.0 (3.0; 10.0)	6.0 (3.0; 10.0)	993	0.717

Values are expressed as a median (minimum; maximum); IKDC – International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form; FMS – Function Movement Screen; ACL–RSI – Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury questionnaire; LESS – Landing Error Scoring System.

4.3. The effects of different surgical treatment methods on the biomechanical parameters of the lower extremities of individuals undergoing anterior cruciate ligament reconstruction.

This objective is divided into two parts. Individuals were classified in the first section based on the type of cross-ligament graft used. 1st group – semitendinosus and gracilis tendon graft (st/g); 2nd group – quadriceps tendon–patellar bone graft (qtpb); 3rd group – bone–patellar tendon–bone graft (bptb). The first group included 65 individuals, the second – 21 individuals, and the third – 16 individuals (Table 4.3.1).

Table 4.3.1. *Groups' characteristics based on type of transplant*

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	P value
Age (yrs)	24.0 (18.0; 42.0)	22.5 (18.0; 32.0)	20.0 (18.0; 34.0)	0.307
Height (cm)	180.0 (152.0; 208.0)	181.5 (178.0; 195.0)	185.0 (152.0; 200.0)	0.232
Weight (kg)	78.0 (53.0; 115.0)	80.0 (47.4; 114.0)	84.0 (47.4; 115.0)	0.690
BMI	22.5 (19.2; 33.6)	23.9 (20.2; 33.6)	24.1 (19.5; 33.6)	0.423
Male	61.3%	64.3%	50.0%	0.791
Female	38.7%	35.7%	50.0%	

Values are expressed as a median (minimum; maximum) or as a frequency percentage distribution; BMI – body mass index; st/g – Semitendinosus and Gracilis Graft; qtpb – Quadriceps Tendon–Patellar Bone Graft; bptb – Bone–Patellar Tendon–Bone Graft.

When the results of the group laximetry test were compared, we discovered a statistically significant difference in the slope of the ligament stability curve between the st/g and qtpb groups ($P < 0.05$, difference 2.1 mm). The qtpb group was also found to have a moderate risk of functional instability (Slope $P_2 > 5$). However, observing the maximum and average displacements of the tibia relative to the femur under forces of 134 N and 150 N, we can see that the grafts are in good enough condition (differences < 1.5 mm) (Table 4.3.2).

Table 4.3.2. *Comparison of knee ligament laximetry results between groups based on type of transplant*

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	U criteria value	P value
Slope P2	4.7 (0.0; 28.2)^a	8.0 (0.0; 28.2)^a	5.9 (0.0; 28.2)	4.241	0.120
134 N displ. diff (mm)	0.5 (–2.8; 5.2)	0.4 (–2.8; 5.2)	0.5 (–1.7; 3.6)	2.322	0.313
134 N D _{max} diff (mm)	0.5 (–2.8; 5.6)	0.4 (–2.8; 5.6)	0.5 (–1.5; 3.8)	2.526	0.283
150 N displ. diff (mm)	0.5 (–3.7; 5.1)	0.5 (–3.7; 5.1)	0.5 (–1.5; 3.8)	1.037	0.595
150 N D _{max} diff (mm)	0.6 (–2.9; 5.1)	0.6 (–2.9; 5.1)	0.6 (–1.2; 4.1)	1.326	0.515

Slope P2 – the slope of the ligament stability curve; 134 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 134 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 150 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; 150 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; st/g –

Semitendinosus and Gracilis Graft; qtpb – Quadriceps Tendon–Patellar Bone Graft; bptb – Bone–Patellar Tendon–Bone Graft; values are expressed as a median (minimum; maximum). (a) $P = 0.035$.

When the results of the HOP subtests (Table 4.3.3) were compared between the three groups, statistically significant differences ($P < 0.05$) were found between the qtpb and bptb groups for the “single hop for distance”, “crossover hop for distance” and “triple hop for distance” subtests. In addition, the st/g group’s results were statistically significantly lower ($P < 0.05$) after performing “triple hop for distance” and “6 meter timed hops” compared to the bptb group. Except for the “6 meter timed hops” subtest, the qtpb group performed below the normal range ($>90\%$).

Table 4.3.3. Comparison of the symmetry index of the HOP test set between groups based on type of transplant

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	t criteria value	P value
HOP 1 jump (%)	91.2 (95% CI: 89.3–93.1)	87.7 (95% CI: 82.9–92.4)^a	97.2 (95% CI: 92.0–102.3)^a	7.344	0.025
HOP 3 jumps crossover (%)	90.9 (95% CI: 88.9–93.0)	86.7 (95% CI: 81.8–91.6)^b	95.5 (95% CI: 91.3–99.9)^b	6.056	0.058
HOP 3 jumps straight (%)	91.1 (95% CI: 90.2–93.7)^c	88.5 (95% CI: 83.4–93.5)^d	97.1 (95% CI: 94.7–99.6)^{c,d}	5.931	0.052
HOP 6 m timed jump (%)	94.2 (95% CI: 92.6–95.8)^e	94.9 (95% CI: 91.5–98.4)	98.6 (95% CI: 95.4–101.8)^e	3.638	0.162

Values are expressed as a mean (95% CI for mean). (a) $P = 0.019$; (b) $P = 0.019$; (c) $P = 0.002$; (d) $P = 0.011$; (e) $P = 0.043$; st/g – Semitendinosus and Gracilis Graft; qtpb – Quadriceps Tendon–Patellar Bone Graft; bptb – Bone–Patellar Tendon–Bone Graft; HOP – one leg jump tests.

Statistically significant differences ($P < 0.05$) were obtained after evaluating the results of the Y Balance Test (Table 4.3.4). When the right leg ACL was operated on, the qtpb group performed significantly worse than the other groups in posteromedial direction differences. The best result (1.75 cm) was obtained in the bptb group. When the difference in posterolateral direction was measured, the qtpb group had a larger difference (4 cm) between the left operated leg and the right healthy leg than the bptb group (–1.5 cm). The composite score of the right leg was lower in the qtpb group than in the bptb group ($P < 0.05$).

Table 4.3.4. Comparison of Y Balance Test results between groups based on type of transplant

		st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	U criteria value	P value
YBT anterior difference	Oll	–1.0 (–15.0; 4.5)	–3.0 (–7.5; –0.5)	–1.8 (–9.0; 1.5)	1.858	0.395
	Orl	–4.0 (–19.5; 8.0)	–9.5 (–17.0; 1.0)	–3.0 (–3.5; 3.5)	3.453	0.178
YBT postero-medial difference	Oll	–1.5 (–13.0; 7.0)	–1.5 (–8.0; 6.0)	–2.5 (–13.0; 7.0)	0.375	0.829
	Orl	–2.5 (–14.5; 4.0) ^a	–7.0 (–14.5; –1.0) ^{a; b}	1.8 (–0.5; 4.0) ^b	6.890	0.032
YBT postero-lateral difference	Oll	–3.0 (–9.0; 4.0) ^c	4.0 (–1.5; 11.5) ^{c; d}	–1.5 (–7.5; 0.5) ^d	8.736	0.013
	Orl	0.0 (–2.0; 8.5)	–3.5 (–3.5; 2.5)	–1.0 (–2.0; 1.0)	0.467	0.792
YBT left leg composite score	Oll	99.0 (85.7; 110.5)	94.0 (91.7; 105.3)	107.5 (89.8; 110.5)	2.169	0.338
	Orl	98.3 (85.9; 115.2)	104.8 (87.3; 111.4)	107.2 (99.8; 107.4)	4.585	0.101
YBT right leg composite score	Oll	101.6 (87.9; 111.7)	95.4 (90.9; 107.4)^e	106.5 (99.8; 111.7)^e	5.678	0.058
	Orl	96.2 (82.6; 118.8)	95.7 (84.2; 106.4)^f	107.4 (101.4; 109.5)^f	4.470	0.107

Values are expressed as a median (minimum; maximum). (a) $P = 0.013$; (b) $P = 0.021$; (c) $P < 0.001$; (d) $P = 0.002$; (e) $P = 0.016$; (f) $P = 0.048$; Oll – operated left leg; Orl – operated right leg; st/g – Semitendinosus and Gracilis Graft; qtpb – Quadriceps Tendon–Patellar Bone Graft; bptb – Bone–Patellar Tendon–Bone Graft; YBT – Y Balance Test.

Only the st/g and bptb groups of the FMS test differed statistically significantly ($P < 0.05$) when the results of FMS, LESS, ACL-RSI, and IKDC were compared. The FMS results were pretty good (> 14 points). LESS results exceeded the established injury risk standard in all groups. The results of the ACL-RSI questionnaire were satisfied. This indicates that the individuals had a moderately high level of confidence in the functional condition of their knee joint. When the IKDC questionnaire results were evaluated, it is clear that none of the transplant groups reached the set threshold of 87.65 points (Table 4.3.5).

Table 4.3.5. Comparison of IKDC, ACL-RSI, FMS and LESS tests results between groups based on type of transplant

	st/g (n = 65)	qtpb (n = 21)	bptb (n = 16)	U criteria value	P value
IKDC (%)	77.6 (43.7; 98.9)	83.5 (57.5; 97.7)	84.5 (54.0; 97.7)	1.397	0.497
FMS score	16.0 (9.0; 20.0)^a	15.5 (11.0; 19.0)	17.5 (15.0; 19.0)^a	4.547	0.103
ACL-RSI (%)	72.1 (15.0; 100.0)	86.7 (32.5; 91.7)	70.4 (50.8; 91.7)	3.268	0.195
LESS score	6.0 (3.0; 10.0)	6.0 (3.0; 9.0)	4.9 (3.0; 8.0)	1.198	0.549

Values are expressed as a median (minimum; maximum). (a) $P = 0.037$; st/g – Semitendinosus and Gracilis Graft; qtpb – Quadriceps Tendon–Patellar Bone Graft; bptb – Bone–Patellar Tendon–Bone Graft; IKDC – International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form; FMS – Function Movement Screen; ACL-RSI – Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury questionnaire; LESS – Landing Error Scoring System.

The diameter of the ACL graft was used to categorize individuals in the second part of the objective. 1st group – ≤ 9 mm; 2nd group – 9.5–10 mm; 3rd group – ≥ 10.5 mm (Table 4.3.6).

Table 4.3.6. Groups' characteristics based on diameter of transplant

	≤ 9 mm (n = 25)	9.5–10 mm (n = 50)	≥ 10.5 mm (n = 27)	P value
Age (yrs)	24.0 (18.0; 34.0)	22.0 (18.0; 42.0)	24.0 (18.0; 40.0)	0.751
Hight (cm)	179.0 (152.0; 205.0)	180.0 (154.0; 208.0)	182.0 (152.0; 208.0)	0.452
Weight (kg)	77.0 (53.0; 115.0)	80.0 (47.4; 114.0)	84.0 (47.4; 115.0)	0.177
BMI	22.5 (19.2; 33.6)	23.9 (19.2; 32.9)	24.1 (19.5; 33.6)	0.193
Male	52.0%	58.0%	59.3%	0.495
Female	48.0%	42.0%	40.7%	

Values are expressed as a median (minimum; maximum) or as a frequency percentage distribution; BMI – body mass index.

When we compared the group laximetry test results, we found no statistically significant differences (Table 4.3.7). However, there was a moderate risk of functional instability in the ≤ 9 mm group (Slope $P2 > 5$). However, observing the maximum and average displacements of the tibia under forces of 134 N and 150 N, we can see that the ligament is in good condition (differences < 1.5 mm).

Table 4.3.7. Comparison of knee ligament laximetry results between groups based on diameter of transplant

	≤9 mm (n = 25)	9.5–10 mm (n = 50)	≥10.5 mm (n = 27)	U criteria value	P value
Slope P2	5.0 (0.1; 13.0)	4.7 (0.0; 28.2)	3.6 (0.0; 28.2)	1.248	0.536
134 N displ. diff (mm)	0.4 (–1.1; 4.2)	0.4 (–2.8; 5.2)	0.5 (–1.7; 3.6)	0.105	0.949
134 N D _{max} diff (mm)	0.4 (–1.1; 4.2)	0.4 (–2.8; 5.6)	0.5 (–1.7; 3.6)	0.105	0.949
150 N displ. diff (mm)	0.5 (–1.0; 3.9)	0.5 (–3.7; 5.1)	0.5 (–1.5; 3.8)	0.323	0.851
150 N D _{max} diff (mm)	0.6 (–1.1; 4.0)	0.6 (–2.9; 5.1)	0.6 (–1.2; 4.1)	0.606	0.739

Slope P2 – the slope of the ligament stability curve; 134 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 134 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 150 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; 150 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; values are expressed as a median (minimum; maximum).

There were no statistically significant differences in the results of the HOP subtests between groups (Table 4.3.8). According to the literature, the ≥10.5 mm “single hop for distance” result was below the normal range (>90%).

Table 4.3.8. Comparison of the symmetry index of the HOP test set between groups based on diameter of transplant

	≤9 mm (n = 25)	9.5–10 mm (n = 50)	≥10.5 mm (n = 27)	U criteria value	P value
HOP 1 jump (%)	90.1 (74.3; 108.6)	92.7 (70.2; 106.3)	88.6 (72.0; 107.3)	4.282	0.118
HOP 3 jumps crossover (%)	90.8 (70.0; 105.2)	91.8 (65.8; 106.9)	92.0 (69.2; 106.1)	0.077	0.962
HOP 3 jumps straight (%)	95.7 (80.5; 102.9)	91.3 (71.9; 105.8)	90.1 (68.6; 105.6)	0.910	0.634
HOP 6 m timed jump (%)	97.2 (81.3; 105.2)	94.8 (81.4; 106.6)	94.8 (78.4; 108.2)	1.183	0.554

Values are expressed as a median (minimum; maximum); HOP – one leg jump tests.

Statistically significant differences between groups were obtained by evaluating: anterior direction results (9.5–10 mm group difference is better by 3 cm compared to the ≤ 9 mm group when left leg ACL was operated); posteromedial direction results (better difference of 1.25 cm for the 9.5–10 mm group versus the ≤ 9 mm group for left leg ACL surgery and better 5 cm for the ≥ 10.5 mm group versus the ≤ 9 mm group for operated right leg ACL); posterolateral direction results (9.5–10 mm group better difference between legs compared to the other two groups when the left leg ACL was operated on); left leg total scores (9.5–10 mm group better difference between legs compared to the other two groups when left leg ACL was operated on) (Table 4.3.9).

Table 4.3.9. Comparison of Y Balance Test results between groups based on diameter of transplant

		≤ 9 mm (n = 25)	9.5–10 mm (n = 50)	≥ 10.5 mm (n = 27)	U criteria value	P value
YBT anterior difference	Oll	-4.0 (-15.0; 3.5) ^a	-1.0 (-9.5; 4.5) ^a	-3.0 (-15; 0.0)	9.09	0.006
	Orl	-4.0 (-11.0; 3.5)	-4.5 (-19.5; 8.0)	-1.0 (-17.0; 3.0)	6.79	0.204
YBT postero- medial difference	Oll	-3.0 (-13.0; 3.0) ^b	-1.8 (-8.0; 7.0) ^b	-1.5 (-9.0; 2.0)	2.41	0.098
	Orl	-5.5 (-14.5; 1.5) ^c	-5.3 (-14.0; 4.0)	-0.5 (-14.5; 5.5) ^c	3.64	0.120
YBT postero- lateral difference	Oll	-5.0 (-9.0; 1.5) ^d	0.0 (-5.5; 11.5) ^{d,e}	-1.8 (-8.5; 1.5) ^c	12.23	0.001
	Orl	-2.0 (-20.0; 8.5)	0.0 (-15.5; 7.5)	2.0 (-8.0; 10.5)	2.76	0.282
YBT left leg composite score	Oll	92.1 (85.7; 102.1) ^f	101.3 (89.5; 110.5) ^{f,g}	93.8 (87.9; 104.2) ^g	8.24	0.01
	Orl	104.8 (87.3; 115.2)	97.6 (88.8; 122.2)	98.3 (81.8; 111.4)	2.96	0.342
YBT right leg composite score	Oll	99.8 (90.1; 109.0)	103.6 (88.4; 111.7)	97.4 (87.9; 110.3)	1.12	0.617
	Orl	96.0 (84.2; 118.8)	94.5 (82.6; 118.8)	96.6 (84.8; 108.9)	0.98	0.778

Values are expressed as a median (minimum; maximum). Oll – operated left leg; Orl – operated right leg; YBT – Y Balance Test. (a) $P = 0.002$; (b) $P = 0.033$; (c) $P = 0.041$; (d) $P < 0.01$; (e) $P = 0.031$; (f) $P = 0.005$; (g) $P = 0.043$.

There were no differences between the groups when the FMS, LESS, ACL–RSI, and IKDC results were compared (Table 4.3.10). FMS scores were strong (>14 points) in all three groups, but LESS scores were low (5 points for good jump technique, 6 points for average jump technique). The ACL–RSI questionnaire scores were above the normal range, indicating that individuals were moderately confident in their knee joint’s functional status. When the IKDC questionnaire results were examined, it is clear that none of the groups met the 87.65 standard.

Table 4.3.10. *Comparison of IKDC, ACL–RSI, FMS and LESS tests results between groups based on diameter of transplant*

	≤9 mm (n = 25)	9.5–10 mm (n = 50)	≥10.5 mm (n = 27)	U criteria value	P value
IKDC %	73.0 (51.7; 98.9)	83.9 (43.7; 98.9)	79.3 (54.0; 93.1)	1.626	0.444
FMS score	16.0 (9.0; 19.0)	15.0 (9.0; 20.0)	16.0 (9.0; 19.0)	3.358	0.187
ACL–RSI %	74.2 (15.0; 95.8)	78.3 (16.7; 99.2)	71.7 (26.7; 100.0)	2.614	0.271
LESS score	5.0 (3.0; 9.0)	6.0 (3.0; 10.0)	6.0 (3.0; 9.0)	0.408	0.815

Values are expressed as a median (minimum; maximum); IKDC – International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form; FMS – Function Movement Screen; ACL–RSI – Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury questionnaire; LESS – Landing Error Scoring System.

4.4. Relationships between injury mechanism and psychological confidence in returning to sports activities with long-term treatment outcomes at 6 or 12 months postoperatively

We divided the data into two parts to complete this task. In the first section, individuals were classified based on the type of injury mechanism. Contact injury occurs when the individual comes into contact with another person or object during the injury, causing the ACL to rupture. Non-contact trauma occurs when an ACL rupture occurs while moving without getting contact with another person or object. The injury mechanism’s relationship with treatment outcomes was also compared at 6 or 12 months postoperatively. Table 4.4.1 shows the characteristics of the groups.

Table 4.4.1. Groups' characteristics based on injury mechanism and time after reconstruction

	Time after ACLr	Contact injury (n = 38)	Non-contact injury (n = 64)	P value
Age (yrs)	6 months	23.5 (18.0; 42.0)	24.0 (18.0; 39.0)	0.799
	12 months	21.0 (18.0; 39.0)	22.0 (18.0; 36.0)	0.230
Hight (cm)	6 months	181.0 (158.0; 208.0)	179.0 (152.0; 208.0)	0.175
	12 months	185.0 (152.0; 208.0)	178.0 (158.0; 195.0)	0.193
Weight (kg)	6 months	79.5 (58.0; 114.0)	82.0 (47.4; 115.0)	0.500
	12 months	82.3 (53.0; 108.0)	70.0 (55.0; 100.0)	0.009
BMI	6 months	24.1 (19.2; 28.1)	23.1 (19.2; 33.6)	0.557
	12 months	24.8 (20.0; 28.4)	22.1 (19.5; 27.7)	0.014
Male	6 months	59.1%	60.0%	0.354
Female		40.9%	40.0%	
Male	12 months	42.1%	56.3%	0.870
Female		57.9%	43.7%	

Values are expressed as a median (minimum; maximum) or as a frequency percentage distribution; BMI – body mass index; ACLr – anterior cruciate ligament reconstruction.

By comparing the maximum tibial displacement at 134 N at 6 months post-ACLR, statistically significant differences were obtained (non-contact injury group score less than 0.65 mm compared to the contact injury group) and the maximum tibial displacement with respect to the femur at 150 N at 6 months after ACLr (non-contact injury group score less than 0.7 mm compared to contact injury group). Although no other statistically significant differences ($P>0.05$) were discovered, we can see that the non-contact injury group had a moderate risk of functional instability (Slope $P2>5$) 12 months after ACLr (Table 4.4.2).

Table 4.4.2. Comparison of knee ligament laximetry results between groups based on injury mechanism and time after reconstruction

	Time after ACLr	Contact injury (n = 38)	Non-contact injury (n = 64)	U criteria value	P value
Slope P2	6 months	4.7 (0.0; 28.2)	4.1 (0.0; 20.0)	454.5	0.420
	12 months	4.4 (0.7; 16.5)	5.8 (0.1; 13.0)	202	0.341
134 N displ. diff (mm)	6 months	0.8 (–2.2; 4.2)	0.4 (–1.7; 5.2)	638.5	0.117
	12 months	0.4 (–1.1; 3.0)	0.2 (–2.8; 2.4)	202	0.341
134 N D _{max} diff (mm)	6 months	1.1 (–2.2; 4.2)	0.4 (–1.7; 5.6)	680	0.036
	12 months	0.4 (–1.1; 3.0)	0.2 (–2.8; 2.4)	202	0.341
150 N displ. diff (mm)	6 months	0.9 (–2.4; 3.9)	0.5 (–3.7; 5.1)	659.5	0.066
	12 months	0.5 (–1.1; 2.9)	0.3 (–2.9; 2.5)	210.5	0.220
150 N D _{max} diff (mm)	6 months	1.2 (–2.4; 4.1)	0.5 (–1.3; 5.1)	701.5	0.017
	12 months	0.6 (–1.3; 3.0)	0.3 (–2.9; 2.6)	217	0.158

Slope P2 – the slope of the ligament stability curve; 134 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 134 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 150 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; 150 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 150N force; ACLr – anterior cruciate ligament reconstruction; values are expressed as a a median (minimum; maximum).

When the results of the HOP subtests were compared between groups (Table 4.4.3), no statistically significant differences were discovered. Observing the 6-month results, it can be seen that the results of the “crossover hop for distance” and “triple hop for distance” subtests did not reach the normal limits (>90%) in the group where the subjects had contact injury. Twelve months after surgery, all results were above normal, indicating that individuals on the HOP tests were ready to resume physical activity.

Table 4.4.3. Comparison of the symmetry index of the HOP test set between groups based on injury mechanism and time after reconstruction

	Time after ACLr	Contact injury (n = 38)	Non-contact injury (n = 64)	t criteria value	P value
HOP 1 jump (%)	6 months	92.0 (95% CI: 87.5–96.5)	88.9 (95% CI: 86.4–91.4)	525	0.285
	12 months	94.1 (95% CI: 89.9–98.3)	92.8 (95% CI: 89.9–95.7)	150.5	0.606
HOP 3 jumps crossover (%)	6 months	86.9 (95% CI: 82.6–91.3)	90.4 (95% CI: 87.7–93.1)	359	0.185
	12 months	93.6 (95% CI: 91.1–96.1)	93.9 (95% CI: 93.9–98.5)	122	0.838
HOP 3 jumps straight (%)	6 months	89.5 (95% CI: 86.2–92.9)	91.4 (95% CI: 88.8–94.0)	365.5	0.218
	12 months	92.9 (95% CI: 89.0–96.8)	95.2 (95% CI: 91.9–98.5)	115	0.465
HOP 6 m timed jump (%)	6 months	93.3 (95% CI: 90.2–96.5)	94.2 (95% CI: 92.2–96.1)	433.5	0.801
	12 months	95.9 (95% CI: 92.3–99.4)	96.4 (95% CI: 92.7–100.1)	139	0.929

Values are expressed as a mean (95% CI for mean); ACLr – anterior cruciate ligament reconstruction; HOP – one leg jump tests.

Except for the results of the non-contact injury group's composite score of the left leg (6 months) after assessing the results of the Y Balance Test when the left leg was operated, all of the results reached normal limits. Six months after the left leg surgery, the composite score of the non-contact injury group was 10.59% lower, and the composite score of the right leg was 8.74% lower than that of the contact injury group (Table 4.4.4).

Table 4.4.4. Comparison of Y Balance Test results between groups, when left leg operated based on injury mechanism and time after reconstruction

	Time after ACLr	Contact injury (n = 38)	Non-contact injury (n = 64)	U criteria value	P value
YBT anterior difference	6 months	-1.0 (-15.0; 4.5)	-3.0 (-15.0; 0.0)	167	0.082
	12 months	3.3 (-5.5; 4.5)	-0.8 (-12.5; 4.5)	29.5	0.188
YBT postero-medial difference	6 months	-2.5 (-5.0; 3.0)	-1.5 (-13.0; 7.0)	94.5	0.317
	12 months	-2.2 (-9.0; -1.0)	1.8 (-8.0; 7.0)	7	0.076
YBT postero-lateral difference	6 months	-2.5 (-8.0; 4.0)	-1.5 (-9.0; 11.5)	118	0.925
	12 months	-3.5 (-6.0; 1.0)	-0.5 (-5.0; 11.5)	11	0.240
YBT left leg composite score	6 months	103.8 (91.7; 110.5)	93.2 (85.7; 108.9)	181	0.021
	12 months	101.8 (92.9; 106.7)	99.9 (88.9; 108.9)	22	0.839
YBT right leg composite score	6 months	107.1 (90.1; 111.7)	98.3 (87.9; 110.3)	181	0.021
	12 months	102.4 (98.8; 107.1)	99.7 (91.5; 107.7)	26	0.454

Values are expressed as a median (minimum; maximum); ACLr – anterior cruciate ligament reconstruction; YBT – Y Balance Test.

When the Y Balance Test results were calculated (Table 4.4.5) for the operated left leg, all results were found to be above norms, with the exception of the non-contact injury group composite scores (6 and 12 months) and the contact injury group posteromedial direction (6 months) and right leg composite score (6 months).

Table 4.3.5. Comparison of Y Balance Test results between groups, when right leg operated based on injury mechanism and time after reconstruction

	Time after ACLr	Contact injury (n = 38)	Non-contact injury (n = 64)	U criteria value	P value
YBT anterior difference	6 months	-3.5 (-12.0; 1.0)	-4.5 (-19.5; 2.5)	164	0.378
	12 months	-1.0 (-13.0; 3.5)	-3.5 (-18.0; 8.0)	86	0.376
YBT posterome-dial difference	6 months	-7.0 (-14.5; 3.0)	-2.5 (-14.5; 4.0)	115.5	0.456
	12 months	-0.5 (-7.5; 5.5)	-2.8 (-14.0; 4.0)	75.5	0.522
YBT posterola-teral difference	6 months	0.0 (-8.0; 3.5)	-0.5 (-9.5; 7.5)	131.5	0.839
	12 months	1.0 (-5.0; 8.5)	0.5 (-20.0; 10.5)	76	0.522
YBT left leg composite score	6 months	98.3 (91.4; 106.9)	100.9 (85.9; 122.2)	120	0.565
	12 months	101.1 (81.8; 115.2)	94.6 (87.3; 113.3)	87	0.186
YBT right leg composite score	6 months	95.8 (87.4; 99.7)	95.7 (82.6; 118.8)	140	0.946
	12 months	99.6 (84.8; 118.8)	93.8 (83.3; 107.7)	91	0.115

Values are expressed as a median (minimum; maximum); ACLr – anterior cruciate ligament reconstruction; YBT – Y Balance Test.

There were no statistically significant differences between the groups when the FMS, LESS, ACL–RSI, and IKDC results were compared (Table 4.4.6). FMS test scores were above the risk of trauma at both 6 or 12 months postoperatively, while LESS test scores were moderate to poor (FMS>14 points, LESS≤4 scores). The ACL–RSI questionnaire scores were above the established risk limit, indicating that the subjects were reasonably confident in the condition of their knee joint. When the IKDC questionnaire results are analyzed, it is clear that both groups, 6 months or 12 months after the operation, did not achieve the set rate of 87.65 points.

Table 4.4.6. Comparison of IKDC, ACL–RSI, FMS and LESS tests results between groups based on injury mechanism and time after reconstruction

	Time after ACLr	Contact injury (n = 38)	Non-contact injury (n = 64)	U criteria value	P value
IKDC (%)	6 months	80.5 (51.7; 98.9)	82.8 (46.0; 98.9)	506.5	0.878
	12 months	74.2 (52.0; 98.9)	77.0 (43.7; 98.9)	141	0.731
FMS score	6 months	16.0 (11.0; 20.0)	16.0 (9.0; 20.0)	548.5	0.471
	12 months	15.0 (11.0; 19.0)	16.0 (9.0; 19.0)	141.5	0.731
ACL–RSI (%)	6 months	71.3 (22.5; 99.2)	78.3 (15.0; 100.0)	392	0.169
	12 months	70.8 (16.7; 95.8)	77.0 (48.3; 95.0)	111.5	0.182
LESS score	6 months	6.0 (3.0; 10.0)	5.0 (3.0; 9.0)	493	0.539
	12 months	5.5 (3.0; 9.0)	6.0 (3.0; 10.0)	131	0,873

Values are expressed as a median (minimum; maximum); ACLr – anterior cruciate ligament reconstruction; IKDC – International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form; FMS – Function Movement Screen; ACL–RSI – Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury questionnaire; LESS – Landing Error Scoring System.

We examined the strength and statistical significance of psychological confidence in returning to sports activities (ACL–RSI questionnaire) in relation to all other indicators investigated (Table 4.4.7).

Very weak or weak strength, statistically significant linear relationships were found between the ACL–RSI questionnaire and “single hop for distance” ($r_{xy} = 0.288$); “triple hop for distance” ($r_{xy} = 0.356$); Y Balance Test anterior direction difference ($r_{xy} = 0.333$). Linear correlations are positive, indicating that the higher the ACL–RSI score, the better the HOP test and Y Balance Test anterior direction difference results. There were very weak, weak, or moderate statistically significant monotone relationships found between the ACL–RSI questionnaire and “crossover hop for distance” ($r_s = 0.319$); “6 meter timed hops” ($r_s = 0.262$); LESS test ($r_s = 0.226$); IKDC questionnaire ($r_s = 0.528$). Statistical monotone correlations are positive,

indicating that the higher the ACL–RSI score, the better the results of the HOP jumps, LESS test, and IKDC questionnaire.

Table 4.4.7. *Correlations of psychological confidence in the return to sports activities and all functional tests*

	ACL–RSI (%)	
	r_s / r_{xy}	<i>P</i> value
Slope P2	$r_s = 0.045$	0.716
134 N displ. diff	$r_s = 0.094$	0.440
134 N D_{max} diff	$r_s = 0.095$	0.435
150 N displ. diff	$r_s = 0.067$	0.587
150 N D_{max} diff	$r_s = 0.066$	0.590
HOP 1 jump (%)	$r_{xy} = 0.288$	0.02
HOP 3 jumps crossover (%)	$r_s = 0.319$	0.01
HOP 3 jumps straight (%)	$r_s = 0.356$	0.004
HOP 6 m timed jump (%)	$r_{xy} = 0.262$	0.035
YBT anterior difference	$r_{xy} = 0.333$	0.007
YBT posteromedial difference	$r_s = 0.227$	0.06
YBT posterolateral difference	$r_s = 0.211$	0.092
YBT left leg composite score	$r_{xy} = 0.216$	0.084
YBT right leg composite score	$r_{xy} = 0.231$	0.064
IKDC (%)	$r_s = 0.528$	<0.001
FMS score	$r_s = 0.113$	0.355
LESS score	$r_s = 0.226$	0.027

r_s – Spearman correlation coefficient; r_{xy} – Pearson correlation coefficient; Slope P2 – the slope of the ligament stability curve; 134 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 134 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 134 N force; 150 N displ. diff – the average of anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; 150 N D_{max} diff – maximum anterior tibial displacement relative to the femur during 150 N force; HOP – one leg jump tests; YBT – Y Balance Test; IKDC – International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form; FMS – Function Movement Screen; ACL–RSI – Anterior Cruciate Ligament–Return to Sport After Injury questionnaire; LESS – Landing Error Scoring System.

5. DISCUSSION

The anterior cruciate ligament is one of the most vulnerable structure in the knee joint. The literature is replete with information on modifiable risk factors that contribute to ACL injury [69]. Recognizing that there are numerous factors that can be corrected, we must select the most appropriate assessment methods that expose all of the body's biomechanical and psychological deficiencies. There are also many studies in which subjects are studied one year after ACLr surgery [70]. Our study's strength is that we can compare study results at 6 or 12 months after ACLr. Assessing the progression of results over time ensures greater postoperative confidence in returning to sports at the appropriate time.

The Lithuanian version of the ACL – RSI questionnaire is a consistent, reasonable, and reliable tool for persons undergoing ACL reconstruction. According to the Cronbach's alpha coefficient, the internal consistency of the ACL–RSI questionnaire was considered excellent. In comparison to our findings, the Dutch [75] and Swedish [76] versions obtained the same indicator ($\alpha = 0.94$), the Chinese [77] and French [78] versions – 0.96, the Turkish [79] version – 0.88, and the Brazilian [80] version – 0.87. As a result, we can state that our translated questionnaire meets all of the requirements for official research use.

According to studies, sports activity can be resumed 4 to 8 weeks after ACL reconstruction if the joint amplitude is fully restored and there is no more swelling in the knee joint [36, 37]. As a result, in the first part of the study, we decided to analyze the change in results at 6 or 12 months postoperatively and to see what change in biomechanical indices predominates in our chosen sample. Six months after ACLr, mean and maximal tibial displacements exceeded the risk of injury. This indicates that the graft has not stabilized sufficiently. There were no statistically significant differences in the results of the other researchers at 6 months postoperatively, and they were within the normal range [75]. When the HOP test results were compared, only one of the subtests revealed a difference between the groups. However, all of the results were above average. Individuals who have had ACLr usually reach the limits of HOP test norms ($>90\%$), but there are often moderate to large differences when comparing knee joint functions between the legs [77]. We found a significant improvement in the Y anterior direction after comparing the results of the Y balance test, regardless of which leg was operated on. Other authors [78] compared the outcomes of operated and healthy individuals and found no statistically significant differences between groups. Our individuals' composite scores at 6 or 12 months after ACLr were within the normal range (≥ 94), but did not differ statistically significantly between

groups. This could be because adequate attention is paid to eliminating neuromuscular control deficiencies during the main postoperative rehabilitation. The FMS score in our study was 16 at 6 months and 15 at 12 months. This means that functional movements are already quite well recovered, and a person could resume physical activity right away. Other authors' findings were similar [80–82]. When subjects were studied 12 months after ACLr in a study by other authors [67], the ACL-RSI results obtained were lower (60.9 ± 29.1) compared to the results of our study. The 76.7 ACL-RSI score was discovered to be the cut-off value for the likelihood of repeated ACL trauma 12 months after surgery. Our study's findings did not meet the predefined level. It is possible to conclude that 12 months is insufficient time to return to pre-injury physical activity, or that there is inadequate focus on building an individual's psychological confidence. The LESS system assessed jump biomechanics at 6 or 12 months post-ACLR and found them to be poor (≥ 6 points). This could be because the correct jumping technique was not taught during the rehabilitation period, and instead, more approach based on improving muscle strength, dynamic balance, and neuromuscular control.

The most common ACL transplant options are: semitendinosus and gracilis tendon graft; quadriceps tendon-patellar bone graft; bone-patellar tendon-bone graft [100]. We chose to compare the effects of these grafts on lower limb functional parameters in another part of the study due to the wide variety of ACL grafts. In our study, the only significant difference in ligament stability between different transplants was found between the slope of the ligament stability curve of the quadriceps tendon-patellar bone graft and the semitendinosus and gracilis tendon graft. This means that the knee joint where the ACL was repaired with a quadriceps tendon-patellar bone graft is lighter. Other researchers examined the semitendinosus and gracilis tendon graft group's results and discovered an increase in ligament instability [89]. However, when the ligament groups were compared to each other, as in our study, no significant differences were found. When we evaluated HOP tests, we discovered that the quadriceps tendon-patellar bone graft group had the worst results. Other researchers wanted to know if a quadriceps tendon-patellar bone graft is as effective as a “gold standard” patellar tendon bone graft. When the HOP test results were compared, no significant differences were found between the two groups [92]. Based on our findings, we cannot recommend a quadriceps tendon-patellar bone graft for our patient population. According to the findings of the HOP tests, the quadriceps muscle strength of the quadriceps tendon-patellar bone graft group has not fully recovered. When the Y Balance Test data was compared, the quadriceps tendon-patellar bone graft group had the worst results in the posteromedial,

posterolateral, and composite right leg scores. Another study found a statistically significant larger difference in the bone-patellar tendon-bone graft group in the anterior direction of the Y Balance Test [93]. Surprisingly, the results obtained in our study in the bone-patellar tendon-bone graft group exceed those obtained in other authors' studies. As a result, we can conclude that the subjects in our sample who underwent bone-patellar tendon-bone graft had a fairly good recovery of knee joint muscle strength balance, which has a significant impact on dynamic balance results. When the FMS test results were compared, we discovered that the bone-patellar tendon-bone graft group scored statistically significantly higher than the other groups. However, there was no possibility in comparison to the results of other authors because we did not find any studies using FMS and comparing transplant types. When evaluating vertical jump biomechanics, no significant differences in transplant type were found, but the bone-patellar tendon-bone graft group had the lowest risk score. Other researchers [95] discovered that the bone-patellar tendon-bone graft group had significantly more asymmetries during the jump than the semitendinosus and gracilis tendon graft groups.

Recent studies have also concentrated on graft diameter. According to one study, increasing the diameter of a graft from 7 mm to 10 mm in 0.5 mm intervals reduces the likelihood of recurrent injury by 0.86-fold [98]. However, there are only a few studies that compare the effect of graft diameter on lower limb biomechanical parameters. As a result, in the next section of the second objective, we decided to investigate the effect of graft diameter on the biomechanics of our sample. In a study where subjects were divided into three groups based on graft diameter, the biggest graft group had 32.1 percent more graft instability. As the authors state in their paper, it is preferable to avoid transplants larger than 10 mm in diameter in order to obtain better laximetry results [100]. Based on our findings, the smallest transplant group had a higher risk of functional instability. A study on the effect of graft diameter on strength and resistance in animals discovered that graft diameters less than 8 mm were more likely to rupture [101]. However, when compared to the findings of other researchers, our findings were better (less than 0.5 mm). When we compared the results of the HOP tests, we found no significant differences between the groups. However, when compared to other authors' studies, our results were better [103]. In addition, as in our study, their results were better in the group with the largest diameter. This result, obtained by both the above authors and us, only confirms previous findings that the larger the diameter of the transplant used, the lower the likelihood of experiencing a second ACL injury [104]. We cannot say which graft diameter has the best effect on the dynamic balance of the lower extremities based on the results of our study's Y Balance Test. When the individual results are examined, it is

clear that the best results were obtained with a diameter of ≥ 10.5 mm. Tang and co-authors [105] discovered that an ACL graft diameter of 8 mm or larger reduces the likelihood of injury when assessing the dynamic balance of the lower extremities. According to other authors [98], individuals who received a 10 mm graft had a lower risk of recurrent injury and did not require a revision ACL reconstruction. As a result, we can conclude that the larger the ACL graft diameter, the better the dynamic balance of the lower extremities and the lower the risk of recurrent ACL injury. There were no significant differences between the groups after analyzing the functional movements. For all graft diameter groups, the FMS test result was average. The results of the jump biomechanics were evaluated using the LESS system, and the results of the ≤ 9 mm group were rated as good, while the results of the other two groups were rated as average.

Outside contact with another person or object causes nearly three-quarters of all ACL injuries [110]. However, there is a lack of supply of scientific evidence on the impact of contact and non-contact injury on lower limb biomechanics. As a result, we decided to investigate the relationships between the injury mechanism for the lower extremities and the indicators of psychological confidence in the condition of the knee joint in the third objective. When the results of ACL ligament laximetry of the knee joint were evaluated, it was discovered that 6 months after the operation, the transplant stability was statistically significantly worse in individuals who had contact injury. Researchers studying individuals 12 months after ACLr found similar results to our contact injury group 6 months after surgery [113]. After analyzing the HOP test results, it was discovered that 6 months after ACLr, the results of the “crossover hop for distance” and “triple hop for distance” subtests did not reach the normal limit in the contact injury group. According to research, the “triple hop for distance” subtest correlates with leg muscle strength ($R^2 = 61.8\%$) [115]. As a result of these findings, we can conclude that individuals who have sustained a contact injury still have a lack of leg muscle strength in the operated leg six months after surgery. Several components emerged from our examination of the Y Balance Test results. First, 6 months after the left leg operation, the composite scores of both legs in the non-contact group were lower ($P < 0.05$), and the composite score of the left leg failed of the set limit of 94 points. Second, when the right leg was operated on, the composite score of the non-contact injury group’s right leg also failed of the set limit of 94 points. Non-contact injury is caused by an imbalance or anatomical deficiency in the body’s muscular strength, young age, and femoral anteversion [117], so individuals with non-contact injury are more likely to regain proper dynamic balance in the lower extremities.

Many people regain good knee function after ACL reconstruction and rehabilitation, but they never return to their pre-injury activity level. The most common reasons for this are fear of re-injury or pain, distrust of knee function, and other negative psychological thoughts, such as worrying about not playing as well as before injury or kinesiophobia. Webster [65] and co-authors' relatively new questionnaire that assesses psychological confidence in knee joint function is widely used worldwide [118–128]. In our study, we discovered that psychological confidence in knee joint function correlated with HOP subtests, Y Dynamic Balance test anterior direction, IKDC questionnaire, and LESS test. Our findings show that psychological recovery after ACL injury and reconstruction, as well as biomechanical indicators, has become an especially important factor in successful rehabilitation and return to sports activities.

Nonetheless, there are some limitations to the research accomplished. There is a significant lack of sport-specific tests in particular. They would aid in the more accurate assessment of a individual's functional recovery. Future studies should also include at least two years of observation of the individuals and an assessment of whether individuals have returned to pre-injury levels of physical activity in order to evaluate more accurate results. Many factors influence a good outcome after ACL reconstruction, including the surgical technique used, the type of transplant used, the method of transplant fixation used, postoperative rehabilitation, and personal education. Unfortunately, even after successful ACL surgery and rehabilitation, the transplant and the ACL of another knee joint can rupture. As a result, even with excellent ligament condition, fully recovered biomechanics, and high psychological confidence, injury is unlikely to reoccur.

CONCLUSIONS

1. The selected Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport After Injury (ACL – RSI) questionnaire is suitable for assessing a person's psychological confidence to return to physical activity after anterior cruciate ligament injury.
2. The risk of functional instability of the operated leg is low 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction, the function of the anterior cruciate ligament graft is insufficient to return to physical activity, and the bending angle in the knee joint is insufficient to return to physical activity.

The function of the anterior cruciate ligament graft is sufficient to return to physical activity 12 months after reconstruction, and the lateral

stability of the knee joint during jumps, as well as the anterior direction index of dynamic stability, are much better than the 6 month group.

3. a) When compared to people who received other transplants, young physically active people who received a Quadriceps Tendon-Patellar Bone Graft were found to be at an increased risk of functional instability, insufficient function during jumps, and dynamic balance. When compared to previous transplants, the quality of functional motions in young physically active individuals who have received a Bone-Patellar Tendon-Bone Graft is much better. When compared to other transplants, the lower limb biomechanical parameters of young physically active participants who had a Semitendinosus and Gracilis Graft did not change significantly.
b) Biomechanical parameters in young physically active individuals with a 9 mm ligament graft were good, but dynamic balance was much lower than with other diameter grafts. The biomechanical parameters of young physically active people who have had a 10.5 mm ligament graft are sufficient for them to resume physical activity, however vertical jump movement has been found to be poor since only the ankle mechanism is used. Young physically active people who have had a 9.5–10 mm ligament transplant have biomechanical parameters that allow them to return to physical activity.
4. When compared to the group of persons who had contact injury, the biomechanical parameters of young physically active people with non-contact knee injuries are good 6 months after reconstruction of the anterior cruciate ligament, but the dynamic balance is insufficient to return to physical activity. The biomechanical parameters are good twelve months after anterior cruciate ligament reconstruction, but the risk of functional instability of the knee joint is too high to return to physical activity when compared to the group of people who had contact injury.

The quality of the jump and the dynamic balance of the lower extremities were found to have a weak positive relationship with the psychological confidence of young physically active individuals to return to physical activity.

PRACTICAL RECOMENDATIONS

- The “Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport After Injury” (ACL – RSI) questionnaire, which was validated and translated into Lithuanian during our study, is a new tool to assess a person with

performed reconstruction of the anterior cruciate ligament, psychological confidence. It is recommended to be used by doctors, physiotherapists, athletic training coaches to objectively assess a person's psychological readiness to return to the previous level of physical activity.

- Because not all biomechanical parameters of the lower extremities depend on the elapsed time after anterior cruciate ligament reconstruction, it is advisable to check the physical condition of persons individually before returning to physical activity. It is advised that not only highly competent athletes, but also physically active individuals use a variety of functional tests.
- The entire team working with the patient needs to know about the type and diameter of the anterior cruciate ligament transplant, the kind of the injury mechanism, the person's functional level, and psychological preparation for returning to physical activity (orthopedist, traumatologist, doctor of rehabilitation, physiotherapist). results, as well as young people's willingness to resume physical activity.

LITERATŪRA

1. Diermeier T, Rothrauff BB, Engebretsen L, Lynch AD, Ayeni OR, Paterno M V., et al. Treatment after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2390–402.
2. Feucht MJ, Cotic M, Saier T, Minzlaff P, Plath JE, Imhoff AB, et al. Patient expectations of primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(1):201–7.
3. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: An updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* 2014;48(21):1543–52.
4. Sepulveda F, Sanchez L, Amy E, Micheo W. Anterior Cruciate Ligament Injury: Return to Play, Function and Long-Term Considerations. *Am Coll Sport Med.* 2017;16(3):172–8.
5. Abram SGF, Price AJ, Judge A, Beard DJ. Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and meniscal repair rates have both increased in the past 20 years in England: Hospital statistics from 1997 to 2017. *Br J Sports Med.* 2020;54(5):286–91.
6. Cheney S, Chiaia TA, de Mille P, Boyle C, Ling D. Readiness to Return to Sport After ACL Reconstruction: A Combination of Physical and Psychological Factors. *Sports Med Arthrosc.* 2020;28(2):66–70.
7. Decker MJ, Torry MR, Noonan TJ, Sterett WI, Steadman JR. Gait retraining after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(5):848–56.
8. Mattacola CG, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH, Saliba EN, McCue FC. Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2002;37(3):262–8.
9. Cavanaugh JT, Powers M. ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017;10(3):289–96.
10. Meredith SJ, Rauer T, Chmielewski TL, Fink C, Diermeier T, Rothrauff BB, et al. Return to sport after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2403–14.
11. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to

- unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg*. 2011;27(12):1697–705.
12. Culvenor AG, Barton CJ. ACL injuries: The secret probably lies in optimising rehabilitation. *Br J Sports Med*. 2018;52(22):1416–8.
 13. Van Melick N, Van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, Van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016;50(24):1506–15.
 14. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med*. 2016;50:853–64.
 15. Salatkaitė S, Šiupšinskas L, Gudas R. Translation and cultural adaptation of Lithuanian version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale. *PLoS One*. 2019;14(7):1–8.
 16. Hirschmann MT, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2015;23(10):2780–8.
 17. Goldblatt JP, Richmond JC. Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Oper Tech Sports Med*. 2003;11(3):172–86.
 18. Stropus R, Tamašauskas KA, Paužienė N. *Žmogaus anatomija*. Kaunas: Vitae Litera; 2005.
 19. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc*. 2011;19(2):82–92.
 20. Price MJ, Tuca M, Cordasco FA, Green DW. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Curr Opin Pediatr*. 2017;29(1):55–64.
 21. Sinclair J, Bottoms L. Gender specific ACL loading patterns during the fencing lunge: Implications for ACL injury risk. *Sci Sport*. 2019;34(1):e31–5.
 22. Mitani Y. Gender-related differences in lower limb alignment, range of joint motion, and the incidence of sports injuries in Japanese university athletes. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(1):12–5.
 23. Sturnick D, Vacek P, DeSarno M, Gardner-Morse M, Tourville T, Slauterbeck J, et al. Combined Anatomic Factors Predicting Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury for Males and Females. *Am J Sports Med*. 2015;43(4):839–47.
 24. Shultz SJ, Nguyen AD, Schmitz RJ. Differences in lower extremity

- anatomical and postural characteristics in males and females between maturation groups. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(3):137–49.
25. Hosseinzadeh S, Kiapour AM. Age-related changes in ACL morphology during skeletal growth and maturation are different between females and males. *J Orthop Res.* 2021;39(4):841–9.
 26. Ekås GR, Moksnes H, Grindem H, Risberg MA, Engebretsen L. Coping With Anterior Cruciate Ligament Injury From Childhood to Maturation: A Prospective Case Series of 44 Patients With Mean 8 Years' Follow-up. *Am J Sports Med.* 2019;47(1):22–30.
 27. Sigward SM, Pollard CD, Powers CM. The influence of sex and maturation on landing biomechanics: Implications for anterior cruciate ligament injury. *Scand J Med Sci Sport.* 2012;22(4):502–9.
 28. Shaw KA, Dunoski B, Mardis N, Pacicca D. Knee morphometric risk factors for acute anterior cruciate ligament injury in skeletally immature patients. *J Child Orthop.* 2015;9(2):161–8.
 29. Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. Risk Factors Associated With Non-Contact Anterior Cruciate Ligament Injury: a Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther.* 2018;13(4):575–87.
 30. Herzberg SD, Motu'apuaka ML, Lambert W, Fu R, Brady J, Guise JM. The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sport Med.* 2017;5(7):1–10.
 31. Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, et al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: A randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2016;50(9):552–7.
 32. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010;5(4):234–51.
 33. Toohey LA, Drew MK, Cook JL, Finch CF, Gaida JE. Is subsequent lower limb injury associated with previous injury? A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(23):1670–8.
 34. Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016;44(7):1861–76.
 35. Paterno M V. Incidence and predictors of second anterior cruciate ligament injury after primary reconstruction and return to sport. *J Athl Train.* 2015;50(10):1097–9.

36. Leppänen M, Pasanen K, Krosshaug T, Kannus P, Vasankari T, Kujala UM, et al. Sagittal Plane Hip, Knee, and Ankle Biomechanics and the Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective Study. *Orthop J Sport Med*. 2017;5(12):1–6.
37. Carlson VR, Sheehan FT, Boden BP. Video analysis of anterior cruciate ligament (ACL) injuries: A systematic review. *JBJS Rev*. 2016;4(11):1–12.
38. Stuelcken MC, Mellifont DB, Gorman AD, Sayers MGL. Mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in elite women's netball: A systematic video analysis. *J Sports Sci*. 2016;34(16):1516–22.
39. Hewett T, Myer G, Ford K, Paterno M, Quatman C. Mechanisms, Prediction, and Prevention of ACL Injuries: Cut Risk With Three Sharpened and Validated Tools. *J Orthop Res*. 2016;34(11):1843–55.
40. Kobayashi H, Kanamura T, Koshida S, Miyashita K, Okado T, Shimizu T, et al. Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: A twenty-year clinical research of 1,700 athletes. *J Sport Sci Med*. 2010;9(4):669–75.
41. Johnston JT, Mandelbaum BR, Schub D, Rodeo SA, Matava MJ, Silvers-Granelli HJ, et al. Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Tears in Professional American Football Athletes. *Am J Sports Med*. 2018;46(4):862–8.
42. Anderson MJ, Browning WM, Urband CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop J Sport Med*. 2016;4(3):1–23.
43. Waldén M, Krosshaug T, Bjørneboe J, Andersen TE, Faul O, Häggglund M. Three distinct mechanisms predominate in noncontact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: A systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med*. 2015;49(22):1452–60.
44. Grassi A, Tosarelli F, Agostinone P, Macchiarola L, Zaffagnini S, Della Villa F. Rapid Posterior Tibial Reduction After Noncontact Anterior Cruciate Ligament Rupture: Mechanism Description From a Video Analysis. *Sports Health*. 2020;12(5):462–9.
45. Bencke J, Aagaard P, Zebis MK. Muscle activation during ACL injury risk movements in young female athletes: A narrative review. *Front Physiol*. 2018;9(MAY):1–10.
46. Noyes FR, Barber-Westin S. ACL injuries in the female athlete: Causes, impacts, and conditioning programs. *ACL Inj Female Athl Causes, Impacts, Cond Programs*. 2018;1–666.
47. Wilk KE, Arrigo CA. Rehabilitation Principles of the Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knee: Twelve Steps for Successful

- Progression and Return to Play. *Clin Sports Med.* 2017;36(1):189–232.
48. Malempati C, Jurjans J, Noehren B, Ireland ML, Johnson DL. Current rehabilitation concepts for anterior cruciate ligament surgery in athletes. *Orthopedics.* 2015;38(11):689–96.
 49. Schmitt L, Paterno M, Ford K, Myer G, Hewett T. Strength asymmetry and landing mechanics at return to sport after ACL reconstruction. *Med Sci Sport Exerc.* 2015;47(7):1426–34.
 50. Webster KE, Hewett TE. What is the Evidence for and Validity of Return-to-Sport Testing after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2019;49(6):917–29.
 51. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019;33(1):33–47.
 52. Samuelsen BT, Webster KE, Johnson NR, Hewett TE, Krych AJ. Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(10):2459–68.
 53. Snaebjornsson T, Senorki EH, Ayeni OR, Alentorn-Geli E, Krupic F, Norberg F, et al. Graft Diameter as a Predictor for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and KOOS and EQ-5D Values: A Cohort Study From the Swedish National Knee Ligament Register Based on 2240 Patients. *Am J Sports Med.* 2017;45(9):2092–7.
 54. Edwards PK, Ebert JR, Joss B, Ackland T, Annear P, Buelow JU, et al. Patient Characteristics and Predictors of Return to Sport at 12 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Importance of Patient Age and Postoperative Rehabilitation. *Orthop J Sport Med.* 2018;6(9):1–8.
 55. Dingenen B, Gokeler A. Optimization of the Return-to-Sport Paradigm After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Critical Step Back to Move Forward. *Sport Med.* 2017;47(8):1487–500.
 56. Webster KE, Feller JA. Return to Level I Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Evaluation of Age, Sex, and Readiness to Return Criteria. *Orthop J Sport Med.* 2018;6(8):1–6.
 57. Nagelli C V., Hewett TE. Should return to sport be delayed until two years after anterior cruciate ligament reconstruction? Biological and functional considerations. *Sport Med.* 2018;47(2):221–32.
 58. Slagers AJ, van den Akker-Scheek I, Geertzen JHB, Zwerver J, Reininga IHF. Responsiveness of the anterior cruciate ligament–

- Return to Sports after Injury (ACL-RSI) and Injury–Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS) scales. *J Sports Sci.* 2019;37(21):2499–505.
59. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport.* 2008;9:9–15.
 60. Webster KE, Feller JA. Evaluation of the Responsiveness of the Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury (ACL-RSI) Scale. *Orthop J Sport Med.* 2021;9(8):232596712110312.
 61. Aizawa J, Hirohata K, Ohji S, Ohmi T, Koga H, Yagishita K. Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sports With Cutting, Pivoting, and Jump-Landings After Primary ACL Reconstruction. *Orthop J Sport Med.* 2020;8(11):1–8.
 62. Kostogiannis I, Ageberg E, Neuman P, Dahlberg L, Fridén T, Roos H. Activity level and subjective knee function 15 years after anterior cruciate ligament injury: A prospective, longitudinal study of nonreconstructed patients. *Am J Sports Med.* 2007;35(7):1135–43.
 63. Robert H, Nouveau S, Gageot S, Gagnière B. A new knee arthrometer , the GNRB ®: Experience in ACL complete and partial tears. *Orthopadics Traumatol Surg Res.* 2009;95(3):171–6.
 64. Saravia A, Cabrera S, Molina CR, Pacheco L, Muñoz G. Validity of the Genourob arthrometer in the evaluation of total thickness tears of anterior cruciate ligament. *J Orthop.* 2020;22:203–6.
 65. Almalki H, Herrington L, Jones R. Normative values for the KOOS and IKDC in a healthy population. In: *Sport Medicine Congress, Copenhagen - Denmark.* 2017.
 66. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation Screening: the Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function - Part 1. *North Am J Sport Phys Ther.* 2006;1(2):62–72.
 67. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation Screening: the Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function - Part 2. *North Am J Sport Phys Ther.* 2006;1(3):132–9.
 68. Schneiders AG, Davidsson A, Horman E, Sullivan JS. Functional Movement Screen Normative values in a young active population. *Int J Sports Phys Ther.* 2011;6(2):75–82.
 69. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2006;36(12):911–9.
 70. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components

- of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther.* 2009;4(2):92–9.
71. Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *J Athl Train.* 2008;43(2):144–51.
 72. Logerstedt D, Di Stasi S, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, et al. Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: A Delaware-Oslo ACL cohort study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(12):914–23.
 73. Myers BA, Jenkins WL, Killian C, Rundquist P. Normative data for hop tests in high school and collegiate basketball and soccer players. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(5):596–603.
 74. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The jump-ACL Study. Vol. 37, *American Journal of Sports Medicine.* 2009. p. 1996–2002.
 75. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1549–58.
 76. McPherson AL, Feller JA, Hewett TE, Webster KE. Psychological Readiness to Return to Sport Is Associated With Second Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med.* 2016;20(10):1–6.
 77. Mehl J, Diermeier T, Herbst E, Imhoff AB, Stoffels T, Zantop T, et al. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138(1):51–61.
 78. Hildebrandt C, Müller L, Zisch B, Huber R, Fink C, Raschner C. Functional assessments for decision - making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part I: development of a new test battery. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2015;23:1273–81.
 79. Lentz TA, Paterno M V., Riboh JC. So you think you can return to sport? *Br J Sports Med.* 2018;52(23):1482–3.
 80. Slagers AJ, Reininga IHF, van den Akker-Scheek I. The Dutch language anterior cruciate ligament return to sport after injury scale (ACL-RSI)–validity and reliability. *J Sports Sci.* 2017;35(4):393–401.
 81. Kvist J, Österberg A, Gauffin H, Tagesson S, Webster K, Ardern C. Translation and measurement properties of the Swedish version of ACL-Return to Sports after Injury questionnaire. *Scand J Med Sci*

- Sport. 2013;23(5):568–75.
82. Jia Z yu, Cui J, Wang W, Xue C chen, Liu T ze, Huang X, et al. Translation and validation of the simplified Chinese version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI). *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2018;26(10):2997–3003.
 83. Bohu Y, Klouche S, Lefevre N, Webster K, Herman S. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI) scale. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2015;23(4):1192–6.
 84. Harput G, Tok D, Ulusoy B, Eraslan L, Yildiz TI, Turgut E, et al. Translation and cross-cultural adaptation of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale into Turkish. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2017;25(1):159–64.
 85. Silva LO, Mendes LMR, Lima PO de P, Almeida GPL. Translation, cross-adaptation and measurement properties of the Brazilian version of the ACL-RSI Scale and ACL-QoL Questionnaire in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Brazilian J Phys Ther.* 2018;22(2):127–34.
 86. Fox JA, Nedeff DD, Bach JBR, Spindler KP. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Autograft Tendon. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(402):53–63.
 87. Grant JA, Mohtadi NG. ACL Reconstruction With Autografts. *Phys Sportsmed.* 2003;31(4):27–40.
 88. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple Decision Rules Reduce Reinjury Risk After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *Br J Sports Med.* 2016;50(13):804–8.
 89. Müller U, Krüger M, Schmidt M, Rosemeyer B. Predictive parameters for return to pre - injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;1–9.
 90. Isberg J, Faxen E, Brandsson S, I EB, Karrholm J, Karlsson J. Early active extension after anterior cruciate ligament reconstruction does not result in increased laxity of the knee. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2006;14:1108–15.
 91. Kim SH, Lee JW, Kim SG, Cho HW, Bae JH. Low Rate of Return to Preinjury Tegner Activity Level Among Recreational Athletes: Results at 1 Year After Primary ACL Reconstruction. *Orthop J Sport Med.* 2021;9(1):1–7.
 92. Kotsifaki A, Whiteley R, Van Rossom S, Korakakis V, Bahr R, Sideris V, et al. Single leg hop for distance symmetry masks lower limb

- biomechanics: Time to discuss hop distance as decision criterion for return to sport after ACL reconstruction? *Br J Sports Med.* 2021;0:1–9.
93. Li AK, Pedoia V, Tanaka M, Souza RB, Ma CB, Li X. Six-month post-surgical elevations in cartilage T1rho relaxation times are associated with functional performance 2 years after ACL reconstruction. *J Orthop Res.* 2020;38(5):1132–40.
 94. Mayer SW, Queen RM, Taylor D, Moorman CT, Toth AP, Garrett WE, et al. Functional testing differences in anterior cruciate ligament reconstruction patients released versus not released to return to sport. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1648–55.
 95. Chao WC, Shih JC, Chen KC, Wu CL, Wu NY, Lo CS. The effect of functional movement training after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *J Sport Rehabil.* 2018;27(6):541–5.
 96. Przybylak K, Sibiński M, Domżański M, Kwapisz A, Momaya AM, Zielińska M. Supervised physiotherapy leads to a better return to physical activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(9):1551–7.
 97. Gali JC, Fadel GW, Marques MF, Almeida TA, Filho JCG, Faria FAS. The New Injuries' Risk After Acl Reconstruction Might Be Reduced With Functional Training. *Acta Ortop Bras.* 2021;29(1):21–5.
 98. Hart HF, Culvenor AG, Guermazi A, Crossley KM. Worse knee confidence, fear of movement, psychological readiness to return-to-sport and pain are associated with worse function after ACL reconstruction. *Phys Ther Sport.* 2020;41:1–8.
 99. Gokeler A, Eppinga P, Dijkstra PU, Welling W, Padua DA, Otten E, et al. Effect of fatigue on landing performance assessed with the landing error scoring system (less) in patients after ACL reconstruction. A pilot study. *Int J Sports Phys Ther [Internet].* 2014;9(3):302–11.
 100. Widner M, Dunleavy M, Lynch S. Outcomes Following ACL Reconstruction Based on Graft Type: Are all Grafts Equivalent? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019;12:460–5.
 101. Delay B, Smolinski R, Wind W, Bowman D. Current practices and opinions in ACL reconstruction and rehabilitation : results of a survey of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine. *Am J Knee Surg.* 2001;14(2):85–91.
 102. Kim HS, Seon JK, Jo AR. Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Knee Surg Relat Res.* 2013;25(4):165–73.
 103. Tibor L, Chan PH, Funahashi TT, Wyatt R, Maletis GB, Inacio MCS.

- Surgical Technique Trends in Primary ACL Reconstruction from 2007 to 2014. *J Bone Jt Surg.* 2016;98(13):1079–89.
104. Kawaguchi K, Taketomi S, Inui H, Yamagami R, Nakazato K, Takagi K, et al. Chronological Changes in Anterior Knee Stability after Anatomical Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Bone–Patellar Tendon–Bone and Hamstring Grafts. *J Knee Surg.* 2019;1(212).
 105. Lind M, Nielsen TG, Soerensen OG, Mygind-Klavsen B, Faunø P. Quadriceps tendon grafts does not cause patients to have inferior subjective outcome after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction than do hamstring grafts: A 2-year prospective randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2020;54(3):183–7.
 106. Sueyoshi T, Nakahata A, Emoto G, Yuasa T. Single-Leg Hop Test Performance and Isokinetic Knee Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes. *Orthop J Sport Med.* 2017;5(11):1–6.
 107. Hunnicutt JL, Gregory CM, Mcleod MM, Woolf SK, Chapin RW, Slone HS. Quadriceps Recovery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Quadriceps Tendon Versus Patellar Tendon Autografts. *Orthop J Sport Med.* 2019;7(4):1–7.
 108. Sugimoto D, Heyworth BE, Brodeur JJ, Kramer DE, Kocher MS, Micheli LJ. Effect of graft type on balance and hop tests in adolescent males following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Rehabil.* 2019;28(5):468–75.
 109. Clagg S, Paterno M V, 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 Sport Phys Ther.* 2015;45(6):444–52.
 110. Miles JJ, King E, Falvey EC, Daniels KAJ. Patellar and hamstring autografts are associated with different jump task loading asymmetries after ACL reconstruction. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(January):1212–22.
 111. Joreitz R, Lynch A, Rabuck S, Lynch B, Davin S, Irrgang J. Patient-specific and surgery-specific factors that affect return to sport after ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(2):264–78.
 112. Andernord D, Björnsson H, Petzold M, Eriksson BI, Forssblad M, Karlsson J, et al. Surgical Predictors of Early Revision Surgery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results From the Swedish National Knee Ligament Register on 13,102 Patients. *Am J Sports Med.* 2014;42(7):1573–82.
 113. Snaebjornsson T, Senorski EH, Ayeni OR, Alentorn-Geli E, Krupic F,

- Norberg F, et al. Graft Diameter as a Predictor for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and KOOS and EQ-5D Values. *Am J Sports Med.* 2017;45(9):2092–7.
114. Alomar AZ, Bin AS, Arvind N, Mukesh K, Saubhik K, Samarth D. Hamstring graft diameter above 7 mm has a lower risk of failure following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2021;1–10.
 115. Marchand JB, Ruiz N, Couprie A, Bowen M, Robert H. Do graft diameter or patient age influence the results of ACL reconstruction? *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24:2998–3004.
 116. Teli M, Chiodini F, Sottocasa R, Villa T. Influence of the diameters of tendon graft and bone tunnel in hamstring ACL reconstruction. A bovine model. *Chir Organi Mov.* 2005;90(3):281–5.
 117. Jurkonis R, Gudas R, Smailys A. Influence of graft diameter on functional outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study with a 1-year follow-up. *Med Sci Monit.* 2018;24:4339–45.
 118. Jurkonis R. Influence of graft type and diameter on knee functional outcome results after anterior cruciate ligament reconstruction. Lithuanian university of health sciences; 2018.
 119. Snaebjörnsson T, Hamrin-Senorski E, Svantesson E, Karlsson L, Engebretsen L, Karlsson J, et al. Graft Diameter and Graft Type as Predictors of Anterior Cruciate Ligament Revision. *J Bone Jt Surg.* 2019;101(20):1812–20.
 120. Tang SP, Wan KH, Lee RH, Wong KK, Wong K. Influence of hamstring autograft diameter on graft failure rate in Chinese population after anterior cruciate ligament reconstruction. *Asia-Pacific J Sport Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2020;22:45–8.
 121. Tran AA, Shen J, Wernecke C, Gatewood CT, Harris AHS, Dragoo JL. A comparison of the Functional Movement Screen and the Landing Error Scoring System: A cohort study. *Curr Orthop Pract.* 2020;31(1):8–12.
 122. Shimoura K, Nakayama Y, Tashiro Y, Hott T, Suzuki Y, Tasaka S, et al. Association Between Functional Movement Screen Scores and Injuries in Male College Basketball Players. *J Sport Rehabil.* 2019;29(5):621–5.
 123. Padua DA, Distefano LJ, Beutler AI, Motte SJ De, Distefano MJ, Marshall SW. The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury–Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. *J Athl Train.* 2015;50(6):589–95.
 124. Garbenytė-Apolinskienė T. Didelio meistriškumo krepšininkų

- apatinių galūnių sporto traumų ir funkcinį griaučių ir raumenų sistemos rodiklių sąsajų tyrimas. Lithuanian university of health sciences; 2020.
125. Boden B, Dean G, JA. F, Garrett Jr W. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopaedics*. 2000;23(6):573–8.
 126. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Non-contact ACL Injuries: Mechanisms and Risk Factors. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;18(9):520–7.
 127. Salem HS, Shi WJ, Tucker BS, Dodson CC, Ciccotti MG, Freedman KB, et al. Contact Versus Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: Is Mechanism of Injury Predictive of Concomitant Knee Pathology? *Arthrosc TheJournal Arthrosc Relat Surg*. 2018;34(1):200–4.
 128. Webster KE, Mcpherson AL, Hewett TE, Feller JA. Factors Associated With a Return to Preinjury Level of Sport Performance After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Am J Sports Med*. 2019;20(2):1–6.
 129. Meike E, Howell S, Hull M. Anterior laxity and patient - reported outcomes 7 years after ACL reconstruction with a fresh - frozen tibialis allograft. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2016;1–10.
 130. Davies WT, Myer GD, Read PJ. Is It Time We Better Understood the Tests We are Using for Return to Sport Decision Making Following ACL Reconstruction? A Critical Review of the Hop Tests. *Sport Med*. 2020;50(3):485–95.
 131. Hurd WJ, Axe SCSMJ, Snyder-mackler L. Influence of Age, Gender, and Injury Mechanism on the Development of Dynamic Knee Stability After Acute ACL Rupture. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2008;38(2):36–41.
 132. Davey AP, Vacek PM, Caldwell RA, Slauterbeck JR, Gardner-Morse MG, Tourville TW, et al. Risk Factors Associated With a Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury to the Contralateral Knee After Unilateral Anterior Cruciate Ligament Injury in High School and College Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med*. 2019;47(14):1–9.
 133. Tortoli E, Francini L, Giovannico G, Ramponi C. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the Italian version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2020;1–7.
 134. Hirohata K, Aizawa J, Furuya H, Mitomo S, Ohmi T, Ohji S, et al. The Japanese version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale has acceptable validity and reliability. *Knee*

- Surgery, Sport Traumatol Arthrosc. 2020;28(8):2519–25.
135. Sala-Barat E, Álvarez-Díaz P, Alentorn-Geli E, Webster KE, Cugat R, Tomás-Sabado J. Translation, cross-cultural adaptation, validation, and measurement properties of the Spanish version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI-Sp) scale. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2020;28(3):833–9.
 136. Faleide AGH, Inderhaug E, Vervaat W, Breivik K, Bogen BE, Mo IF, et al. Anterior cruciate ligament—return to sport after injury scale: validation of the Norwegian language version. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2634–43.
 137. Ha JK, Kim JG, Yoon KH, Wang JH, Seon JK, Bae JH, et al. Korean version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury scale: Translation and cross-cultural adaptation. *Clin Orthop Surg.* 2019;11(2):164–9.
 138. Blakeney WG, Ouanezar H, Rogowski I, Vigne G, Guen M Le, Fayard JM, et al. Validation of a Composite Test for Assessment of Readiness for Return to Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The K-STARTS Test. *Sports Health.* 2018;10(6):515–22.

STRAIPSNIŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS

1. **Saulė Salatkaitė**, Laimonas Šiupšinskas, Renata Žumbakytė-Šermukšnienė, Rimtautas Gudas. Eight-Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Is It Time to Return to Physical Activity? *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*. ISSN 2351-6496, 2021, vol. 121, no, 2, p. 21-17/ doi:10.33607/bjshs.v2i121.1084
2. **Salatkaitė, Saulė**; Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Translation and cultural adaptation of Lithuanian version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale: research article // *PloS one*. San Francisco: Public Library of Science. ISSN 1932-6203, 2019, vol. 14, no. 7, p. 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0219593. Prieiga per internetą: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31295302> <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219593>>. Science Citation Index Expanded (Web of Science); MEDLINE; Scopus. [S1] [M.kr.: M005] [Citav. rodiklis: 2.74, bendr. cit. rod.: 5.326, kvartilis: Q2 (2019. InCites JCR SCIE)]

MOKSLINIŲ KONFERENCIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS

1. **Salatkaitė, Saulė;** Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Knee function and psychological readiness for return to sport 6 months after ACL reconstruction. 19th ESSKA Congress: 11-15 of May, 2021. Online.
2. Nikolskytė, Ieva; Šiupšinskas, Laimonas; **Salatkaitė, Saulė;** Gudas, Rimtautas. Knee function and the degree of psychological confidence in physically active patients after anterior cruciate ligament reconstruction // The 6th International Scientific Conference “Exercise for Health and Rehabilitation”: the 2nd of December, 2020 Kaunas, Lithuania: book of abstracts / Lithuanian university of health sciences. Department of Sports Medicine. Lithuanian Federation of Sports Medicine. Kaunas: Lithuanian University of Health Sciences. Department of Sports Medicine, 2020. ISBN 9789955156833, p. 45-46. Prieiga per internetą: <<https://www.healthrehabconference.eu/wp-content/uploads/2020/12/Book-of-Abstracts-2020.pdf>>. [P1e] [M.kr.: M005].
3. **Salatkaitė, Saulė;** Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Psichoe-mocinės būsenos sąsajos su funkciniais judesiais po priekinio kryžminio raiščio operacijos // V mokslinė praktinė konferencija „Fiziniai pratimai sveikatinimui ir reabilitacijai“: 2019 m. lapkričio 28 d. Kaunas, Lietuva: tezių knyga / Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Sporto medicinos klinika. Lietuvos sporto medicinos federacija; [Recenzantai: Kristina Berškienė, Algė Daunoravičienė, Ernesta Gurskienė, Laimonas Šiupšinskas, Vilma Tamulionytė]. Kaunas: Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Leidybos namai, 2019. ISBN 9789955156314, p. 32-33. Prieiga per internetą: <<https://www.healthrehabconference.eu/wp-content/uploads/2019/12/Teziu-knyga-2019.pdf>>. [T1e] [M.kr.: M005, M001]
4. **Salatkaitė, Saulė;** Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Relationship between selfreported and functional outcomes of physically active patients 6 and 12 months after anterior cruciate ligament reconstruction surgery // 49th World medical tennis society (WMTS) congress: international congress of preventive and sports medicine: 5–6 August 2019, Vilnius: book of abstracts / LSMU Sporto medicinos klinika. Kaunas: Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Leidybos namai, 2019. ISBN 9789955156208, p. 45–46. Prieiga per internetą: <<https://www.wmtsvilnius.com/wp-content/uploads/FINAL-ABSTRACT-BOOK-2019-08-04.pdf>>. [T1e] [M.kr.: M001]

5. **Salatkaitė, Saulė**; Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Neuro-muscular control and psychological impacts on knee function after 6 months of anterior cruciate ligament reconstruction // 1st International doctoral students' conference "Science for Health": book of abstracts: April 13, 2018, Kaunas, Lithuania / Lithuanian university of health sciences. LSMU Department of Research Affairs. Council of LSMU Doctoral Students; [Edited by Indrė Šveikauskaitė]. Kaunas: Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Leidybos namai, 2018. ISBN 9789955155300, p. 27-28. [T2] [M.kr.: M001].
6. Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas; **Salatkaitė, Saulė**. Changes in laxity of the reconstructed ACL in professional and recreational athletes // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Abstracts of the 18th ESSKA Congress: 9–12 May, 2018, Glasgow, Scotland, UK: abstract book / ESSKA – European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery & Arthroscopy. Berlin, Heidelberg: Springer. ISSN 0942-2056, 2018, vol. 26, iss. 1, suppl., April, p. S415-S415, [no. P23-575 LASTA]. doi: 10.1007/s00167-018-4867-9. Prieiga per internetą: [http://sepla.intercongress.de/At-2hXAZKK2T-lrPNXfvxa/\\$/](http://sepla.intercongress.de/At-2hXAZKK2T-lrPNXfvxa/$/) <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00167-018-4867-9.pdf>>. MEDLINE; Science Citation Index Expanded (Web of Science). [T1b] [M.kr.: M001]
7. Šiupšinskas, Laimonas; **Salatkaitė, Saulė**; Gudas, Rimtautas; Piktuižytė, Aušra; Trumpickas, Vytenis; Mikučionis, Petras. Kelio sąnario stabilumas ir dinaminė pusiausvyra praėjus 6 mėnesiams po PKR rekonstrukcinės operacijos // Ligonį tausojanti chirurgija ir regeneracinė medicina ortopedijoje ir traumatologijoje: XIV-asis Lietuvos ortopedų traumatologų draugijos suvažiavimas: tezių knyga: 2018 m. balandžio 27-28 d. Vilnius; [Suvažiavimo organizacinis komitetas: Giedrius Kvederas, Aleksas Makulavičius, Alfredas Smailys [ir kt.]]. Vilnius: Lietuvos ortopedų traumatologų draugija, 2018. ISBN 9786099602509, p. 35-36. [T2] [M.kr.: M001]
8. Šiupšinskas, Laimonas; **Salatkaitė, Saulė**; Gudas, Rimtautas; Piktuižytė, Aušra; Trumpickas, Vytenis; Mikučionis, Petras. Neurorauumeninės kontrolės ir psichologinio pasitikėjimo kelio sąnario funkcijai, praėjus 6 mėnesiams po PKR rekonstrukcinės operacijos // Ligonį tausojanti chirurgija ir regeneracinė medicina ortopedijoje ir traumatologijoje: XIV-asis Lietuvos ortopedų traumatologų draugijos suvažiavimas: tezių knyga: 2018 m. balandžio 27–28 d. Vilnius; [Suvažiavimo organizacinis komitetas: Giedrius Kvederas, Aleksas Makulavičius, Alfredas Smailys [ir kt.]]. Vilnius: Lietuvos ortopedų traumatologų draugija, 2018. ISBN 9786099602509, p. 39–40. [T2] [M.kr.: M001]

9. **Salatkaitė, Saulė**; Šiupšinskas, Laimonas; Garbenytė-Apolinskienė, Toma; Gudas, Rimtautas. Asmenų, patyrusių priekinio kryžminio raiščio traumą, kelio sąnario funkcija praėjus 6 mėnesiams po rekonstrukcinės operacijos // III mokslinė-praktinė konferencija „Fiziniai pratimai sveikatinimui ir reabilitacijai“: 2017 m. gruodžio 8 d., Kaunas, Lietuva: tezių knyga / Lietuvos sveikatos mokslų universitetas. Sporto institutas. Lietuvos sporto medicinos federacija; Recenzentai: Daiva Petruševičienė [ir kt. 12]. Kaunas: Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Medicinos akademija, Sporto institutas, 2017. ISBN 9789955155188, p. 15–17. Prieiga per internetą: <<http://www.healthrehabconference.eu/wp-content/uploads/2017/12/Teziu-knyga-2017.pdf>>. [T1d] [M.kr.: M001, M005]
10. Šiupšinskas, Laimonas; **Salatkaitė, Saulė**; Garbenytė-Apolinskienė, Toma; Gudas, Rimtautas; Kajėnienė, Alma. Laxity of reconstructed anterior cruciate ligament of the knee: considerations to the physiotherapy plan and return to play of the athletes // International conference on the 70th anniversary of sports medicine in the Republic of Moldova: abstract book: 12–14 October, 2017, Chisinau. Chisinau, 2017, p. 32-33. [T2] [M.kr.: M001].

KITŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

1. Šiupšinskas, Laimonas; Garbenytė-Apolinskienė, Toma; **Salatkaitė, Saulė**; Gudas, Rimtautas; Trumpickas, Vytenis. Association of pre-season musculoskeletal screening and functional testing with sports injuries in elite female basketball players // Scientific reports. London: Nature Publishing Group. ISSN 2045-2322, 2019, vol. 9, no. 1, p. 1-7. doi:10.1038/s41598-019-45773-0. Prieiga per internetą: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31243317> <<https://doi.org/10.1038/s41598-019-45773-0>>. Science Citation Index Expanded (Web of Science); MEDLINE; Scopus; DOAJ. [S1] [M.kr.: M005] [Citav. rodiklis: 3.998, bendr. cit. rod.: 5.326, kvartilis: Q1 (2019. InCites JCR SCIE)]
2. Garbenytė-Apolinskienė, Toma; **Salatkaitė, Saulė**; Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Prevalence of musculoskeletal injuries, pain, and illnesses in elite female basketball players // Medicina. Kaunas; Basel: LSMU; MDPI. ISSN 1010-660X, 2019, vol. 55, no. 6, p. 1-9. doi: 10.3390/medicina55060276. Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/1010-660X/55/6/276>; <https://doi.org/10.3390/medicina55060276>; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31207961>. Science Citation Index Expanded (Web of Science). [S1] [M.kr.: M001] [Citav. rodiklis: 1.205, bendr. cit. rod.: 4.386, kvartilis: Q3 (2019. InCites JCR SCIE)]
3. Garbenytė-Apolinskienė, Toma; Šiupšinskas, Laimonas; **Salatkaitė, Saulė**; Gudas, Rimtautas; Radvila, Rolandas. The Effect of integrated training program on functional movements patterns, dynamic stability, biomechanics, and muscle strength of lower limbs in elite young basketball players // Sport sciences for health. Milan : Springer. ISSN 1824-7490, 2018, vol. 14, no. 2, p. 245-250. doi:10.1007/s11332-017-0409-y. Prieiga per internetą: . Scopus. [S4] [M.kr.: M001, M005]
4. **Salatkaitė, Saulė**; Garbenytė-Apolinskienė, Toma; Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Didelio meistriškumo krepšininkų sportinių traumų ir funkcinų griaučių-raumenų sistemos rodiklių sąsajų įvertinimas // X nacionalinė doktorantų mokslinė konferencija „Mokslas – sveikatai”: konferencijos tezių knyga: 2017 m. balandžio 7 d. Kaunas / Lietuvos sveikatos mokslų universitetas; [Konferencijos mokslinis komitetas: Vaiva Lesauskaitė, Ingrida Ulozienė, Loreta Šernienė [ir kt.]]. Kaunas: Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Leidybos namai, 2017. ISBN 9789955154808, p. 38-40. [T1e] [M.kr.: M001]
5. Garbenytė-Apolinskienė, Toma; **Salatkaitė, Saulė**; Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Korekcinių fizinių pratimų programos poveikis jaunučių krepšininkų funkcinams griaučių raumenų sistemos rodikliams

- // IX nacionalinė doktorantų mokslinė konferencija „Mokslas – sveikatai”: konferencijos tezių knyga: 2016 balandžio 13 d. Kaunas / Lietuvos sveikatos mokslų universitetas; [Konferencijos mokslinis komitetas: Vaiva Lesauskaitė, Ingrida Ulozienė, Andrius Macas ir kt.]. Kaunas: Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Leidybos namai, 2016. ISBN 9789955154310, p. 20-21. [T1e] [M.kr.: M001].
6. Garbenytė-Apolinskienė, Toma; **Salatkaitė, Saulė**; Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas. Quality of functional movements and sports injury incidence in high level female basketball players // The 2nd international conference „Exercise for health and rehabilitation“: the 11th of November, 2016, Kaunas, Lithuania: book of abstracts / Lithuanian University of Health Sciences. Institute of Sports. Lithuanian Federation of Sports Medicine. Kaunas: Lithuanian University of Health Sciences, Institute of Sports, 2016. ISBN 9789955154587, p. 13–14. Prieiga per internetą: <<http://www.lsmuni.lt/media/dynamic/files/10860/book-of-abstracts-ehr-2016.pdf>>. [T1e] [M.kr.: M004, M001].
 7. Šiupšinskas, Laimonas; Gudas, Rimtautas; Piktuižytė, Aušra; **Salatkaitė, Saulė**; Garbenytė-Apolinskienė, Toma. Ar menisko pažeidimai turi įtakos moterų apatinių galūnių dinaminiam stabilumui praėjus vieneriems metams po priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos? // Infekcija ortopedijoje: 13-asis Lietuvos Ortopedų Traumatologų Draugijos suvažiavimas: tezių rinkinys: 2016 m. gegužės 13–14, Palanga / Lietuvos ortopedų traumatologų draugija/Lithuanian Society of Orthopedics and Traumatology. ISBN 9786094042157, p. 16–17. [T2] [M.kr.: M001]



Eight-Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Is It Time to Return to Physical Activity?

Saulė Salatkaitė, Laimonas Šiupšinskas,
Renata Žumbakytė-Šermukšnienė, Rimtautas Gudas
Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania

ABSTRACT

Background. Return to participation in sport is an important outcome when evaluating the success of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction surgery. A review by Arden et al. (2014) demonstrates that just because an athlete has surgery, it does not automatically mean that they will return to sport. So, the purpose of this study was to assess if patients could return to their pre-injury activity level 8 months after ACLR.

Methods. Patients completed IKDC-2000, ACL-RSI questionnaires, underwent FMS, YBT, HOP test sets and drop jump tests, which were evaluated with the LESS. ACL laxity was measured by using a GNRB® device. Participants were 81 patients. They were divided into two groups based on single leg HOP test results. The first group included 30 persons who all had their four single leg HOP test scores above 90%. The second group consisted of 51 persons for whom at least one of the single leg HOP tests scored lower than 90%.

Results. IKDC and HOP test results in the first group scored higher than in the second group. Psychological confidence was higher in the first group, who had better HOP test results. For the first group, FMS and LESS results were better than those for the second group. Moderate positive correlation was found between LESS scores and laxity results, FMS, three HOP sub-tests. IKDC had the biggest number of correlations with other tests. Results showed negative and weak correlation with laxity results using 134 N power, as well as positive and moderate correlation with HOP sub-tests, FMS, ACL-RSI. Single HOP for distance, triple HOP for distance, crossover HOP for distance and LESS increased the odds of achieving RTS criteria. No other factors were found to be associated with the accomplishment of reaching RTS criteria after ACLR.

Conclusions. The main factor which can help decide if a person can return to their pre-injury level of physical activity are the single leg HOP test and LESS. The use of single leg HOP tests and LESS along with psychological and self-reported evaluations is the best test combination for assessment 8 months after ACLR.

Keywords: ACL reconstruction, function tests, return to play, jump tests, psychological readiness.

INTRODUCTION

The aim for most athletes and physically active people who undergo an anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) is to rehabilitate their full knee ability, thus allowing them to return to sport practice (Ebert et al., 2018). However, up to 16–33% of athletes who return to their previous level of sport activity with ACLR suffer a second anterior cruciate ligament (ACL) injury (Wiggins et al., 2016). The following ACL injuries can be a re-tearing of the formerly injured ACL or a later injury to the contralateral ACL

(Schilaty et al., 2017). Moreover, only 55% of athletes return to previous levels of sports activity after ACLR (Arden et al., 2014). Therefore, determining factors that increase the probability of returning to sports activity (RTS) would be useful. Plenty of factors and limitations can have an affect on returning to sports activity after ACLR and current knowledge regarding these factors is restricted (Cristiani et al., 2020). Previous reports suggest that one of the best predictive factors in returning to sports activity is single leg HOP tests

with an optimal cut-off value of 81.3% (Kitaguchi et al., 2019). Also, other researchers found that single leg HOP tests were strongly associated with quadriceps strength. The capability of quadriceps to generate torque quickly is one of the major factors in achieving dynamic knee stability during high-impact movements such as jumping or hopping (Pua, Mentiplay Clark, & Ho 2017). Thus, it can be assumed that single leg HOP tests help to qualitatively assess the strength of the operated leg. However, RTS can be determined not only by the functioning of the knee joint, muscle strength, but also by the psychological condition of patients.

Ardern et al. (2013) reported that psychological responses are important as well as one leg HOP tests' symmetry and subjective knee function to RTS. Up to 78% of athletes who did not have RTS claimed they feared re-injury (Kitaguchi et al., 2019). Also, researchers could not find any differences between sexes. Athletes (male and female) demonstrated parallel trends in readiness to RTS before and after surgery (Kostyun, Burland, Kostyun, Milewski, & Nissen, 2019). So we can see how necessary it is to assess readiness to return to sports activity and confidence during recovery. They may help discover those persons who are at risk of re-injury.

The purpose of this study was to assess if patients could return to pre-injury activity levels 8 months after ACL reconstruction. We hypothesized that a combination of physical measures and self-reported outcomes would enable us to discover deficits in patients after ACLR.

METHODS

The study was conducted in the Department of Sports Medicine at the Lithuanian University of Health Sciences between 2016 and 2020. This study was approved by the Regional Biomedical Research Ethics Committee, No. BE-2-24. Every participant signed a written consent form.

Participants. This study included patients who underwent ACL reconstruction. The inclusion criteria were: 18 years-old, capacity to do all functional tests, no pain or swelling in the knee during tests, no other injury or surgery in the other or same leg. Exclusion criteria were: younger than 18 years-old, past surgery or injury in the other leg, other musculoskeletal injuries or illnesses which may have influence on tests results.

Research methods. All patients completed International Knee Documentation Committee

(IKDC) and ACL Return to Sport after Injury (ACL-RSI) questionnaires, underwent functional movement screen tests (FMS), Y balance tests (YBT), HOP test sets and drop jump tests, which were evaluated using the Landing Error Scoring System (LESS). Also, for all participants, ACL laxity was measured by using the Genourob device.

The ACL-RSI questionnaire was developed to measure psychological factors associated with returning to sports activity following ACLR surgery. It evaluates emotions, performance and risk. Additionally, this questionnaire was translated and adapted into Lithuanian (Salatkaitė, Šiupšinskas, & Gudas, 2019). The FMS comprises seven fundamental movement patterns (deep squat, hurdle step, in-line lunge, shoulder mobility, active straight leg rise, trunk stability push-up, and rotary stability), which require balance between mobility and stability. Each test is undertaken for one specific movement which requires appropriate functioning of the body's kinetic linking system (Cook, Burton, & Hoogenboom, 2006a,b). The YBT is used to measure physical performance, compare balance ability and identify individuals who have chronic ankle or knee instability. The device utilizes the anterior, posteromedial and posterolateral components. The maximal reach distance is measured by reading the tape measure at the edge of the reach indicator, at the point where the most distal part of the foot reached (Plisky et al., 2009). The LESS score is simply a count of landing technique "errors" on a range of readily observable items of human movement. A higher LESS score indicates poor technique in landing from a jump; a lower LESS score indicates better jump-landing technique (Padua et al., 2009). The HOP test set consists of a single HOP for distance, a 6m HOP for time, a triple HOP for distance and a crossover HOP for distance. All tests were performed twice, with the average of the two values used to calculate limb symmetry (Noyes, Barber, & Mangine, 1991). The GNRB® is a knee laxity testing device for measuring anteroposterior tibial translation at 20° of knee flexion, thus reproducing the Lachman test position. A linear jack gradually increases thrust forces according to the examiner, at: 67, 89, 134, 150 or 250 N on the upper section of the calf. A displacement transducer (0.1 mm precision) records the relative displacement of the anterior tibial tubercle with respect to the femur. Motion data obtained from the displacement transducer produce a force-displacement curve whose slope determines

ligamentous elasticity (Robert, Nouveau, Gageot, & Gagnière, 2009).

Statistical analysis. Descriptive statistics were calculated for all outcomes and are presented as the mean (standard deviation) value for continuous variables. Comparisons between groups were performed using the Mann–Whitney *U* test and results are presented as the median (interquartile range) value. Correlations between LESS, FMS, IKDC and other subjective/objective evaluation methods were analyzed using Pearson or Spearman correlation coefficients. The Pearson correlation was used when each pair of variables was bivariately normally distributed. In other cases, the Spearman correlation was used. The linear correlations were interpreted as follows: .5–1.0 as strong; .3–.5 as moderate; and .1–.3 as weak. Multivariate binary logistic regression analyses were performed with single leg HOP test sets, LESS, YBT, FMS test performances, IKDC and ACL-RSI questionnaire answers as independent variables, as well as LSI >

90% as passing RTS scores as dependent variable (coded 0; 1). Independent variables were rejected until the model became correct. All statistical analyses were performed using the SPSS version 20 (IBM Corp, Armonk, New York, USA). *p* < .05 was considered statistically significant.

RESULTS

The study participants were 81 patients (51 males and 30 females) who underwent ACLR. The participants were divided into two groups based on single leg HOP test results. The first group comprised 30 persons (10 females, 20 males), whose four single leg HOP test results scored above 90% of limb symmetry index (LSI). The second group held 51 persons (20 females, 31 males) for whom least one single leg HOP test result scored lower than 90% of LSI. The patients were tested starting 6 months after ACLR. The descriptive data for all subjects is presented in Table 1.

Table 1. Patient demographics

	LSI > 90% ^a	LSI ≤ 90% ^a	<i>p</i> – value
Age (years old)	22.3 (5.34)	24.7 (7.54)	.10
Height (cm)	183.67 (12.79)	181.04 (10.66)	.35
Weight (kg)	78.18 (15.17)	80.32 (15.04)	.54
BMI	22.98 (2.35)	24.36 (3.17)	.18
Graft size	10.02 (0.99)	10.17 (1.01)	.50
Time from ACLR to testing (months)	8.87 (3.00)	8.35 (2.53)	.77

Note. ^aData is shown as the mean (standard deviation) value

Statistically significant differences were found between the groups' tests and questionnaire results (Table 2). The IKDC questionnaire result for the first group was 10.4 points higher than that of the second group. Also, all single leg HOP test results were higher in the first group (single HOP for distance LSI – 9.6% difference; triple HOP for distance LSI – 6.97% difference; crossover HOP for distance LSI – 11.35% difference, 6m HOP for time LSI – 6.81% difference). Psychological confidence, as shown in the results, was higher in the first group, who had better single leg HOP test results (score was 15% higher). Also, the first group's FMS and LESS were better than those of the second group (18 vs 15; 5 vs 5, respectively).

Correlations were found between LESS, FMS, IKDC and other tests, and they are presented in Tables 3, 4 and 5. Moderate and positive correlation was found between the LESS score and laxity results. Moderate and positive correlation was

found between FMS and three single leg HOP sub-tests. The IKDC questionnaire had the largest number of correlations with other tests. Results showed negative and weak correlation with laxity results using 134 N power, positive and moderate correlation with single leg HOP sub-tests, FMS and the ACL-RSI questionnaire.

The multivariate binary logistic regression model was used to test the contribution of the HOP test set, LESS, YBT, FMS, IKDC and ACL-RSI in predicting the possibility of returning to sports activity. After the first run of the multivariate binary logistic regression model, we found that YBT, FMS, IKDC and ACL-RSI were not important predictor variables. The analysis was re-run without these unimportant variables. In the second analysis, we found that the single HOP for distance, triple HOP for distance, crossover HOP for distance and LESS scores increased the odds of achieving an LSI > 90% (Table 6).

Table 2. Knee function tests and questionnaire scores for each group

	LSI > 90%*	LSI ≤ 90%*	p – value
Laxity Slope P2	4.7 (2.3; 8.3)	3.6 (1.8; 5.75)	.74
Laxity 134 N displ. Difference (mm)	0.4 (-0.4; 1.4)	0.5 (0; 1.25)	.35
Laxity 134 N Dmax difference (mm)	0.4 (-0.4; 1.4)	0.5 (0; 1.25)	.35
Laxity 150 N displ. Difference (mm)	0.5 (-0.5; 1.2)	0.6 (-0.05; 1.25)	.07
Laxity 150 N Dmax difference (mm)	0.6 (-0.4; 1.2)	0.6 (0; 1.35)	.09
IKDC score (pt)	89.7 (80.45; 96.85)	79.3 (73; 85.65)	.01*
Single HOP for distance LSI (%)	96.55 (92.45; 102.59)	86.95 (79.87; 90.33)	< .001*
Crossover HOP for distance LSI (%)	100.48 (94.74; 102.41)	89.13 (80.81; 92.27)	< .001*
Triple HOP for distance LSI (%)	94.47 (95.96; 102.09)	87.5 (82.77; 90.51)	< .001*
6m HOP for time LSI (%)	99.47 (95.42; 101.02)	92.66 (85.86; 96.44)	< .001*
YBT anterior difference (cm)	-2 (-4.38; 1.13)	-2.5 (-7.5; 0)	.09
YBT posteromedial difference (cm)	-0.5 (-2.5; 3.13)	-2.5 (-7.5; 1)	.01*
YBT posterolateral difference (cm)	-0.5 (-3.63; 2.75)	0 (-5.5; 2)	.71
YBT composite score left	101.06 (91.29; 106.89)	97.31 (92.91; 102.12)	.29
YBT composite score right	99.54 (91.46; 105.98)	96.17 (92.88; 102.04)	.24
FMS score (pt)	18 (14.75; 18)	15 (12; 17)	.004*
ACL-RSI score (%)	85 (68.13; 90.83)	70 (46.67; 85)	.046*
LESS score (pt)	5 (4; 6)	7 (5; 8)	< .001*

Notes. *Significant difference between groups, $p < .05$. *Data is shown as the median (interquartile range) value.

Table 3. Correlations between LESS, FMS, IKDC and laxity results

	Laxity 134N displ. difference	Laxity 134N Dmax difference	Laxity 150N displ. difference	Laxity 150N Dmax difference
LESS score	$r = .301$.02*	$r = .301$.02*	$r = .317$.01*	$r = .344$.01*
FMS score	$r = -.118$.32	$r = -.118$.32	$r = -.024$.84	$r = -.06$.61
IKDC score	$r = -.265$.047*	$r = -.265$.047*	$r = -.165$.17	$r = -.151$.21

Notes. r – Correlation coefficient; *Significant difference, $p < .05$

Table 4. Correlations between LESS, FMS, IKDC and single leg HOP test results

	Single HOP for distance LSI	Crossover HOP for distance LSI	Triple HOP for distance LSI
LESS score	$r = -.284$.02*	$r = -.310$.01*	$r = -.183$.09
FMS score	$r = .432$ < .001*	$r = .262$.02*	$r = .284$.01*
IKDC score	$r = .451$ < .001*	$r = .505$ < .001*	$r = .439$.001*

Notes. r – Correlation coefficient; *Significant difference, $p < .05$

Table 5. Correlations between LESS, FMS, IKDC and YBT test and ACL-RSI questionnaire results

	YBT anterior difference	YBT posteromedial difference	YBT composite score left	YBT composite score right	FMS score	ACL-RSI% score
LESS score	$r = -.119$.28	$r = -.198$.06	$r = -.320$.01*	$r = -.323$.07	$r = -.453$ < .001*	$r = -.298$.01*
FMS score	$r = .075$.47	$r = .017$.87	$r = .289$.01*	$r = .298$.01*	-	$r = .199$.05
IKDC score	$r = .315$.02*	$r = .303$.02*	$r = .023$.84	$r = .108$.35	$r = .314$.02*	$r = .541$ < .001*

Notes. r – Correlation coefficient; *Significant difference, $p < .05$

Table 6. Factors affecting the achievement of a pass result of RTS (LSI > 90%) after ACL reconstruction

	Regression coefficient (B)	SE	OR (95% CI)	p – value
Single HOP for distance LSI	0.293	0.125	1.341 (1.05 – 1.712)	.02*
Triple HOP for distance LSI	0.330	0.112	1.391 (1.116 – 1.734)	.003*
Crossover HOP for distance LSI	0.248	0.109	1.282 (1.035 – 1.587)	.02*
LESS	0.216	0.105	1.241 (1.011 – 1.524)	.04*

Notes. $R^2 = 0.855$ (Nagelkerke). Model $\chi^2(5) = 48.47$, $p < .001$. Correct model classification 93.2%. SE standard error; OR odds ratio; CI confidence interval *Significant difference between groups, $p < .05$

DISCUSSION

The main finding of this study was that the best RTS factor predictors were single HOP for distance, triple HOP for distance and LESS tests. According to other authors, one of the strongest RTS predictive factors is LSI in the single leg HOP test (Kitaguchi et al., 2019). These discoveries determined why we decided to compare our test results between groups, divided by single leg HOP test results. The most interesting findings were that if a patient had lower than 90% as a single leg HOP test result, we could say that the results of the FMS or LESS tests would be worse, and that the person would have less confidence in his/her knee function. According to Ithurburn, Longfellow, Thomas, Paterno, and Schmitt (2019), patients who went back to pre-injury activity levels had better results for the involved limb on the single leg HOP tests than those who did not return to sports activity. Also, other authors found that taking into account the single leg HOP tests and ACL-RSI questionnaire results together, just 37.9% of patients were ready to return to pre-injury activity levels (Meierbachtol, Yungtum, Paur, Bottoms, &

Chmielewski, 2018). The present study allowed us to see that higher single leg HOP test results can be associated with superior psychological readiness.

These authors have studied the mechanisms of ACL injury in depth. The most common mechanism of non-contact ACL injury involves a significant dynamic valgus rotational force directed onto a fixed planted foot (Alentorn-Geli et al., 2009). Clinical recommendations have begun to include LESS as a component of comprehensive criteria that may be used to identify common mechanisms of ACL injury (Welling et al., 2018). Our preliminary study showed that the LESS score could help predict ACL laxity. Researchers demonstrated that movement quality was also a predictive biomechanical risk factor of non-contact or indirect-contact ACL injury (Padua et al., 2015). We can conclude that higher ACL laxity affects jump biomechanics, which can be a cause of not returning to pre-injury physical activity levels.

Besides the relationship between physical impairments and RTS, evidence is emerging that psychological responses are strong predictors

associated with RTS rates following athletic injury (Arden et al., 2013). In this research, significant differences were found between groups in ACL-RSI and IKDC tests. Some authors state that psychological readiness and patient self-reported outcomes are not associated with physical function and knee laxity (Webster, Nagelli, Hewett, & Feller, 2018). However, this study revealed moderate correlation amongst the IKDC, ACL-RSI and single leg HOP, and LESS tests. So, it can be concluded that poor physical function determines low psychological response.

Recent studies have demonstrated an increased re-injury risk if patients do not meet objective test LSIs within testing batteries of >90% before RTS, inclusion of functional HOP and strength assessments (Ebert et al., 2018). In the present study there were 30 people who reached the RTS pass criteria after almost 9 months from surgery. Nonetheless, Gokeler and his co-authors (2017) found that at 6 months after ACLR there were no patients who scored LSI > 90%. The current data indicates that performance on the single HOP for distance test, triple HOP for distance test and LESS may be good indicators of the risk of future ACL injuries after ACLR and RTS. The single leg RTS tests and LESS can be performed in a relatively short timeframe with minimal cost and technical skills. Nevertheless, it is presently not known what the clinical appropriate cut off point is in order for the LESS to determine patients who are not fully recovered.

There are some limitations in our study. It included young patients who were operated on by the same surgeon at the same hospital. This may explain why the results are not very generalized. Secondly, there was a small number of patients included in this study. In order to demonstrate the chances of ACL re-rupture, a larger group of subjects is needed. Additionally, after carrying out the series of RTS tests, there is now a lack of information about patients' re-injuries after examination. This remains a focus point for our future work.

CONCLUSIONS

The evidence that emerges from this study suggests that patients 8 months after ACLR and willing to go back to pre-injury activity levels require additional rehabilitation and training. The main factors which can help to decide if a person can return to pre-injury physical activity levels are the single leg HOP test and LESS. Also, the use of single leg HOP tests and LESS, along with psychological and self-reported evaluation, is the best test combination for passing rate assessment 8 months after ACLR.

Conflict of interest statement. No conflict of interest is declared.

Funding. No funding was received for this study.

REFERENCES

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero D., Lázaro-Haro, C., & Cugat R. (2009). Prevention of noncontact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(7), 705–729. doi: 10.1007/s00167-009-0813-1.
- Arden, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., Whitehead, T. S., & Webster, K. E. (2013). Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(7), 1549–1558. doi: 10.1177/0363546513489284.
- Arden, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2014). Fifty-five percent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1543–1552. doi: 10.1136/bjsports-2013-093398.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006a). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(2), 62–72.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006b). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – Part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(3), 132–139.
- Cristiani, R., Mikkelsen, C., Edman, G., Forssblad, M., Engström, B., & Ståhlman, A. (2020). Age, gender, quadriceps strength and hop test performance are the most important factors affecting the achievement of a patient-acceptable symptom state after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28, 369–380. doi: 10.1007/s00167-019-05576-2.
- Ebert, J. R., Edwards, P., Currie, J., Smith, A., Joss, B., Ackland, T., Buelow, J. U., & Hewitt, B. (2018).

- Comparison of the 'Back in Action' Test Battery to Standard Hop Tests and Isokinetic Knee Dynamometry in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 389–400.
- Ebert, J. R., Edwards, P., Yi, L., Joss B., Ackland, T., Carey-Smith, R., Buelow, J. U., & Hewitt, B. (2018). Strength and functional symmetry is associated with post-operative rehabilitation in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(8), 2353–236. doi: 10.1007/s00167-017-4712-6.
- Gokeler, A., Welling, W., Zaffagnini, S., Seil, R., & Padua, D. (2017). Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(1), 192–199. doi: 10.1007/s00167-016-4246-3.
- Ithurburn, M. P., Longfellow, M. A., Thomas, S., Paterno, M. V., & Schmitt, L. C. (2019). Knee function, strength, and resumption of preinjury sports participation in young athletes following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(3), 145–153. doi: 10.2519/jospt.2019.8624.
- Kitaguchi, T., Tanaka, Y., Takeshita, S., Tsujimoto, N., Kita, K., Amano, H., Kinugasa, K., Tachibana, Y., Natsume, T., & Horibe, S. (2019). Importance of functional performance and psychological readiness for return to preinjury level of sports 1 year after ACL reconstruction in competitive athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28, 2203–2212. doi: 10.1007/s00167-019-05774-y.
- Kostyun, R. O., Burland, J. P., Kostyun, K. J., Milewski, M. D., & Nissen, C. W. (2019). Male and female adolescent athletes' readiness to return to sport after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 00, 1–5. doi: 10.1097/JSM.0000000000000751.
- Meierbachtol, A., Yungtum, W., Paur, E., Bottoms, J., & Chmielewski, T. L. (2018). Psychological and functional readiness for sport following advanced group training in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 48(11), 864–872. doi: 10.2519/jospt.2018.8041.
- Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(5), 513–518. doi: 10.1177/036354659101900518.
- Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., Motte, S. J., DiStefano, M. J., Steven, W., & Marshall, S. W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury–prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of Athletic Training*, 50(6), 589–595. doi: 10.4085/1062-6050-50.1.10.
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1996–2002. doi: 10.1177/0363546509343200.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(2), 92–99.
- Pua, Y. H., Mentiplay, B. F., Clark, R. A., & Ho, J. Y. (2017). Associations among quadriceps strength and rate-of-torque development six weeks post anterior cruciate ligament reconstruction and future hop and vertical jump performance: A prospective cohort study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(11), 845–852. doi: 10.2519/jospt.2017.7133.
- Robert, H., Nouveau, S., Gageot, S., & Gagnière, B. (2009). A new knee arthrometer, the GNRB®: Experience in ACL complete and partial tears. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 95(3), 171–176. doi: 10.1016/j.otsr.2009.03.009.
- Salatkaitė, S., Šiupšinskas, L., & Gudas, R. (2019). Translation and cultural adaptation of Lithuanian version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale. *PLoS ONE*, 14(7), 1–8. doi: 10.1371/journal.pone.0219593.
- Schilaty, N. D., Nagelli, C., Bates, N. A., Sanders, T. L., Krych, A. J., Stuart, M. J., & Hewett, T. E. (2017). Incidence of second anterior cruciate ligament tears and identification of associated risk factors from 2001–2010 using a geographic database. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(8), 1–8. doi: 10.1177/2325967117724196.
- Webster, K. E., Nagelli, C. V., Hewett, T. E., & Feller, J. A. (2018). Factors associated with psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(7), 1545–1550. doi: 10.1177/0363546518773757.
- Welling, W., Benjaminse, A., Seil, R., Lemmink, K., Zaffagnini, S., & Gokeler, A. (2018). Low rates of patients meeting return to sport criteria 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective longitudinal study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(12), 3636–3644. doi: 10.1007/s00167-018-4916-4.
- Wiggins, A. J., Grandhi, R. K., Schneider, D. K., Stanfield, D., Webster, K. E., & Myer, G. D. (2016). Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(7), 1861–1876. doi: 10.1177/0363546515621554.

RESEARCH ARTICLE

Translation and cultural adaptation of Lithuanian version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale

Saulė Salatkaitė^{1*}, Laimonas Šiupšinskas¹, Rimtautas Gudas^{1,2}

1 Department of Sports Medicine, Medical Academy, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania, **2** Sports Trauma and Arthroscopic Unit, Hospital of Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania

* saule.salatkaitė@ismuni.lt



Abstract

Purpose

To translate, cross-culturally adapt and validate the scale to Lithuanian.

Methods

The process of translation and cultural adaptation followed the recommendations of international guidelines. All included patients were after unilateral ACL reconstruction. Study participants completed Tegner Activity Scale, IKDC and ACL-RSI-Lt questionnaires. Reliability, construct validity and internal consistency were measured.

Results

Study included sixty-five patients after ACL reconstruction: mean age 25.55 ± 6.77 , mean height 180.91 ± 11.78 cm, mean weight 79.12 ± 14.88 kg and mean BMI 24.01 ± 2.90 . The ACL-RSI-Lt showed excellent internal consistency (Cronbach's alpha 0.94). Scale scores were correlated with IKDC score ($r = 0.637$, $p < 0.001$) and IKDC subscales ($r = 0.530$ – 0.581 , $p < 0.001$) and Tegner activity score ($r = 0.303$ – 0.493 , $p < 0.001$). Tegner activity score before injury was significantly higher than after ACLR (6.95 ± 1.49 vs. 6.1 ± 1.37 , $p < 0.001$).

Conclusions

The ACL-RSI is successfully translated into Lithuanian (ACL-RSI-Lt). It is valid and reliable scale to evaluate the psychological impact of returning to sports in Lithuanian patients after ACLR surgery.

OPEN ACCESS

Citation: Salatkaitė S, Šiupšinskas L, Gudas R (2019) Translation and cultural adaptation of Lithuanian version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale. PLoS ONE 14(7): e0219593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219593>

Editor: Nathan Schilaty, Mayo Clinic Rochester, UNITED STATES

Received: December 4, 2018

Accepted: June 27, 2019

Published: July 11, 2019

Copyright: © 2019 Salatkaitė et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the manuscript and its Supporting Information files.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Anterior cruciate ligament (ACL) is the most common ligamentous injury sustained by professional athletes at all levels of play [1]. According to the Lithuanian Arthroscopic Surgeon Association about 950 anterior cruciate ligament injuries occur and 750 surgeries are performed every year in Lithuania. ACL reconstruction (ACLR) is the current clinical standard for patients with an ACL tear and considered to be at a high risk of knee instability [2]. An important objective of ACLR is to enable patients to return to their pre injury sport or recreational activity [3]. In order to decrease the risk of long-term deterioration of the cartilage, the reconstruction should restore normal kinematics to the knee [4].

The aim of rehabilitation after ACLR is to return an individual to his or her chosen level of activity in a timely and safe manner [5]. Recent meta-analysis has compared that 83% of elite athletes and just 60% non-elite athletes return to sport after ACL surgery [6]. Mark et al. found that 37.5% of young patients report that they feel fear to get second ACL injury [7]. Recent work has shown that fear to injury is related with low-quality movements which can be cause of second ACL injury [8]. Fear of reinjury is a powerful emotion that appears to play a role in return to sport and activity after ACLR [8]. It is becoming obvious that some athletes should require special intervention for fear of reinjury to improve function and complete a successful return to sport.

ACL Return to Sport after Injury scale (ACL-RSI) is developed to measure psychological factors associated with returning to sport following ACLR surgery. It containing 12 items subdivided into 3 domains: emotions, performance and risk assessment [9]. Developing confidence in those aspects may provide a buffer from injury-related fear and anxiety and help the athlete to resume sport participation. Also this scale was afterwards translated and validated in Dutch, Turkish, Chinese, Brazilian-Portuguese, French and Swedish languages. All versions demonstrated excellent reliability and validation [10–15]. Therefore, the purpose of this study was to translate, cross-culturally adapt and validate the scale to Lithuanian.

Materials and methods

Translation and cross-cultural adaptation

The ACL-RSI scale was translated into Lithuanian according to international guidelines [16]. After receiving the authors' agreement, the scale was translated by physical therapist and translator who were all native Lithuanian speakers and fluent in English. The translations were discussed by the translators and the authors of the study, and first drafts were agreed upon. A common Lithuanian version was created using translated versions through consensus between the authors and other bilingual experts. Then the translated scale was retranslated into English by two independent native English speakers who know Lithuanian well with no medical background and have no prior awareness of the original scale. This step was to ensure that the translated version reflected the same item content as the pre-original version. In the fourth stage, the back-translated two versions of the ACL-RSI Lithuanian (ACL-RSI-Lt) scale were compared to the original version of ACL-RSI by a committee consisting of the experts. The translators and researchers then held discussions to reconcile any differences, ambiguities or language expression issues that occurred in the questionnaire and the final version of ACL-RSI was then obtained. Afterward, 10 patients (7 male and 3 female, with a mean age 23 years) with ACL injuries were asked to answer the scale and comment if they have any difficulty in answering the questions. They provided suggestions on how to rewrite the statements in order to make the language clearer.

Participants

50 patients after ACL reconstruction surgery were involved in study. All patients were physically active a minimum of three times per week in sports that involved jumping, landing, planting, cutting, and pivoting. Inclusion criteria: participants older than 18 years, minimum 6 months after ACLR surgery, unilateral lesion of ACL. Patients who had revision surgery, multi-ligament surgery, meniscectomy or other leg injuries/surgeries were excluded. All patients received Tegner Activity Scale, IKDC and ACL-RSI scale.

Questionnaires

The original ACL-RSI scale consist of 12 questions regarding the psychological impact of returning to sports in this population. It is centered on the three psychological responses: emotions, confidence in performance and risk appraisal [9]. Questions are initially associated with an 11 point Likert scale in the form of boxes to be ticked from 0 to 100 [17]. ACL-RSI-Lt scale items are scored from 0 to 10. The total score is obtained by adding the values of the 12 responses, then obtaining their relationship to 100 and thereafter divide from 120 to obtain a percentage. High scores corresponded to a positive psychological response.

The Subjective Knee Evaluation Form (IKDC) is used to measure symptoms, function and sports activity for people with knee disorders. The score ranges from 0 (worst possible) to 100 (best possible) and is independently produced in each subscale [18].

The Tegner Activity Scale is a numerical scale ranging from an activity level of 0 (sick leave or disability pension due to knee problems) to 10 (competitive sports on a very high level) [19]. The activity level of 10 is considered soccer, football, rugby at the elite level, level of 6 is considered the same sports but at the recreational level. Sickness and disability due to knee problems is considered as an activity level of 0 [20].

Ethical approval was obtained from the Lithuanian Bioethics Committee (no BE-2-24). Each participant signed a consent form.

Statistical analysis

Descriptive statistics are presented as means and standard deviations. Internal consistency was measured using Cronbach's alpha. The alpha value between 0.70 and 0.90 was considered as good, greater than 0.90 was considered as excellent [21].

In order to confirm that the scale was unidimensional, a principal component analysis was performed. Construct validity was evaluated by correlating ACL-RSI-Lt with IKDC and IKDC subscales. A Spearman correlation coefficient greater than 0.90 was considered as excellent, between 0.71 and 0.90 was considered as good, between 0.51 and 0.70 was considered as moderate, between 0.31 and 0.50 was considered as weak and less than or equal to 0.30 was considered as low [22].

Content validity was assessed by analyzing score distribution and the occurrence of ceiling and floor effects. The percentages of responders who scored the lowest or highest in each separate question on the ACL-RSI-Lt were documented. Floor and ceiling effects were considered to be relevant if more than 15% of patients achieved a score at the limits of scale [21].

All analyzes were performed using IBM SPSS Statistics 22.0 software. Statistical significance was set at $p < 0.05$. (<http://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.3z7gp9n>)

Results

Translation and cross-cultural adaptation

The preliminary Lithuanian version of ACL-RSI questionnaire received no significant comments on the translation quality. The questionnaire was translated from English into

Table 1. Participants demographics.

	6 months after ACLR	12 months after ACLR	P-value
Age (yrs)	25.33 ± 6.69	26.00 ± 7.04	p = 0.781
Height (cm)	180.74 ± 11.10	181.23 ± 13.28	p = 0.713
Weight (kg)	79.58 ± 14.30	78.21 ± 16.25	p = 0.744
BMI	24.21 ± 2.73	23.63 ± 3.25	p = 0.332

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219593.t001>

Lithuanian by two native translators fluent in English. A Lithuanian version entitled “PKR-GST (Priekinis kryžminis raištis—grįžimas į sportą po traumos) klausimynas”. In order to facilitate data entry, we retained the scale of 11 boxes that were rated from 0 to 10. No changes were made after preliminary testing, as all of the patients stated that the questions were clear and easy to understand.

Study participants

The study included 65 (39 male, 26 female) participants: mean age 25.55 ± 6.77 years, mean height 180.91 ± 11.78 cm, mean weight 79.12 ± 14.88 kg and mean BMI 24.01 ± 2.90. Minimum time after surgery among the participants was six months (43 patients), maximum—12 months (22 patients). All participants had undergone unilateral ACL reconstruction. Demographic information is listed in Table 1.

Return to sport

Activity level was measured using the Tegner Activity Scale. Also, participants were asked to evaluate their level before injury. If Tegner activity score was equal or higher than the Tegner activity score before ACL injury, it was considered that the patient returned to the pre injury level. Forty-three of sixty-five participants (66%) returned to their pre injury level. Twenty-two patients (34%) had not reached their pre injury level. Those participants who returned to sport had higher ACL-RSI score (Table 2). Tegner activity score before ACL injury was statistically significantly higher than the Tegner activity score after ACLR (Table 3, Table 4).

Reliability

The internal consistency was assessed by the Cronbach's alpha coefficient, which was considered to be “excellent” if $\alpha > 0.90$. Translated ACL-RSI scale based upon the strength of the correlation among the 12 items under consideration was “excellent” with a Cronbach's alpha index of 0.94. Split-half reliability for the entire questionnaire was 0.89 and 0.92 for both halves. Guttman split-half coefficient was 0.88, correlation between first and second halves was 0.79, and Spearman-Brown prophecy coefficient was 0.89.

Table 2. Differences in ACL-RSI scores between participants who returned/did not return to sport.

	ACL-RSI score Mean Score ± SD	P-value
Return to sport n = 43 (66%)	79.96 ± 12.60	p < 0.001
No return to sport n = 22 (34%)	50.19 ± 19.59	

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219593.t002>

Table 3. Mean values of scales and correlations between the ACL-RSI-Lt scale and other scales after 6 months after ACLR.

Scale	6 months Mean Score $\pm$ SD	Correlation with ACL-RSI-Lt	P-value
ACL-RSI-Lt	68.10 $\pm$ 21.04	-	-
IKDC	78.29 $\pm$ 10.67	$r = 0.648$	$p < 0.001$
IKDC symptom	27.54 $\pm$ 5.02	$r = 0.579$	$p < 0.001$
IKDC function	7.28 $\pm$ 1.45	$r = 0.574$	$p < 0.001$
IKDC sport	33.30 $\pm$ 4.07	$r = 0.488$	$p < 0.001$
Tegner score before injury	6.72 $\pm$ 1.49*	$r = 0.368$	$p < 0.001$
Tegner score after ACLR	6.02 $\pm$ 1.30*	$r = 0.302$	$p < 0.001$

* $p = 0.002$ <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219593.t003>

Floor and ceiling effects

The overall mean score for ACL-RSI was 69.88 ± 20.78 . The floor and ceiling effects of each question and the overall score were acceptable. For floor effect, the percentage of score 0 for each question ranged from 0 to 6%. The maximum permissible ceiling effect, adequate to the percentage of patients with 10 point for each question, ranged from 8 to 20%. For the overall score, 2% of participants scored below 20 and 14% of participants scored above 90. No item of the ACL-RSI-Lt was missed.

Construct validity

Principal component analysis showed one underlying factor of the ACL-RSI-Lt with an explained variance of 62.62% and an eigenvalue of 7.51. The moderate positive correlation was observed with IKDC subjective form, subscale IKDC-symptom and weak correlation was observed with Tegner activity score before injury and after ACLR. The correlations were also moderate with subscales including IKDC-function and IKDC-sports (Table 3, Table 4).

Discussion

The purpose of this study was to translate, cross-culturally adapt and validate the scale to Lithuanian. Lithuanian version of the ACL-RSI proved to be internal consistent, valid and reliable questionnaire for patients after ACLR. Internal consistency of the ACL-RSI-Lt, according to Cronbach alpha index, was 0.94 which is considered as excellent. Compared to the findings of our study, the Dutch [10] and Swedish [15] versions had the same Cronbach alpha (0.94), the

Table 4. Mean values of scales and correlations between the ACL-RSI-Lt scale and other scales after 12 months after ACLR.

Scale	12 months Mean Score $\pm$ SD	Correlation with ACL-RSI-Lt	P-value
ACL-RSI-Lt	73.37 $\pm$ 20.28	-	-
IKDC	79.10 $\pm$ 14.59	$r = 0.640$	$p < 0.001$
IKDC symptom	28.05 $\pm$ 6.36	$r = 0.536$	$p = 0.01$
IKDC function	7.68 $\pm$ 1.70	$r = 0.567$	$p = 0.006$
IKDC sport	33.09 $\pm$ 5.82	$r = 0.597$	$p = 0.003$
Tegner score before injury	7.41 $\pm$ 1.44*	$r = 0.438$	$p = 0.042$
Tegner score after ACLR	6.27 $\pm$ 1.52*	$r = 0.342$	$p = 0.02$

* $p = 0.007$ <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219593.t004>

Chinese [12] and French [14] versions had 0.96, the Turkish [11] version had 0.88 and the Brazilian [13] version had 0.87. All studies consolidate the strong correlation between the 12 questions of the scale, demonstrating that 3 subscales (emotions, confidence in the performance and risk assessment) cannot be used separately. Previous studies have shown the relationship between fear and physical function performance, activity [23] and second ACL injury risk [6]. Some authors revealed that 85% of the patients reported the fear of reinjury (kinesiophobia) as the main reason for not returning to sport [24]. Chmielewski and George [25] also reported that greater kinesiophobia at 4 weeks post-surgery increase the odds for not meeting advanced rehabilitation criteria at 12 weeks post-surgery. However, in literature review we haven't found a scale that specifically measures the psychological impact of returning to sport after incurring an ACL injury, with the exception of the ACL-RSI scale.

Some of the measurement properties of the ACL-RSI-Lt have been evaluated. We found that the mean score of the ACL-RSI-Lt was 69.43 and varied from 15–99. Also the mean scores by the gender were above 63. Ardern with authors revealed that a score of fewer than 56 points at the ACL-RSI may indicate an increased risk of not returning to the pre injury level and may help clinicians to identify at-risk athletes [26]. Either, Langford et al. [17] concluded that patients who did return to sport had a better ACL-RSI score 6 months after surgery. In our study, the scales score revealed that all patients had no increased risk to not return to the pre injury level. When comparing this study mean score with other studies, we got a little higher ACL-RSI score than Turkish (53.5), Dutch (56.1), Chinese (61.3), French (62.04) and original English versions. Likewise, in this study, no floor or ceiling effects were observed.

When compared ACL-RSI with the IKDC, the results revealed moderate correlation coefficients. In the Dutch version correlation between ACL-RSI and IKDC was 0.51 [10], in the Brazilian version was 0.58 [13], while in the Turkish version was 0.44 [11] and in the French version the correlation was 0.42 [14]. Chen et al. [12] reported a week correlation between ACL-RSI and IKDC subscales. In our study, only the correlation between ACL-RSI-Lt and subscale IKDC-sports was weak. These moderate correlations can be explained by the IKDC 2000 primary developed to measure constructs, such as symptoms, limitations in function and sports due to impairment of the knee, but do not specifically evaluate psychological impact upon the return to sport. Likewise, the results of one study showed that the ACL-RSI and the IKDC are significant predictors of passing all return to sport criteria [27].

Our study has some limitations. First of all, the ACL-RSI questionnaire was not compared with other scale like KOOS scale. Secondly, the follow-up duration was too short. Future studies should examine the change in results from 6 to 12 months after ACLR. A large population of patients, following ACLR, return to the pre injury level later than 6 months.

A strength of this study is population. Included patients did not only participate in competitive sport but also took part in a recreational sports, such as jogging or cycling. Therefore, it can be suggested that the results of our study are able to represent all patients with ACL reconstruction.

Conclusion

The ACL-RSI is successfully translated into Lithuanian (ACL-RSI-Lt). It is valid and reliable scale to evaluate the psychological impact of returning to sports in Lithuanian patients after ACLR surgery.

Supporting information

S1 File. ACL-RSI data.
(XLSX)

Author Contributions

Conceptualization: Rimtautas Gudas.

Formal analysis: Saulė Salatkaitė.

Investigation: Saulė Salatkaitė.

Methodology: Laimonas Šiupšinskas.

Project administration: Laimonas Šiupšinskas.

Supervision: Rimtautas Gudas.

Visualization: Rimtautas Gudas.

Writing – original draft: Saulė Salatkaitė.

Writing – review & editing: Laimonas Šiupšinskas.

References

1. Lyman S, Koulouvaris P, Sherman S, Do H, Mandl LA, Marx RG. Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91(10):2321–2328. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00539> PMID: 19797565
2. Shea KG, Carey JL, Richmond J, et al. The American Academy of Orthopedic Surgeons evidence-based guideline on management of anterior cruciate ligament injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2015; 97(8):672–674 <https://doi.org/10.2106/jbjs.n.01257> PMID: 25878313
3. Brand E, Nyland J. Patient outcomes following anterior cruciate ligament reconstruction: The influence of psychological factors. *Orthopedics*. 2009; 32(5):335–341 PMID: 19472959
4. Andriacchi TP, Koo S, Scanlan SF. Gait Mechanics Influence Healthy Cartilage Morphology and Osteoarthritis of the Knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91(1):95–101. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01408> PMID: 19182033
5. McGrath TM, Waddington G, Scarvell JM, Ball N, Creer R, Woods K, et al. An Ecological Study of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part 2. *Orthop J Sports Med*. 2017; 5(2):1–9. <https://doi.org/10.1177/2325967116688443> PMID: 28255567
6. Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *Br J Sports Med*. 2018; 52:128–138. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096836> PMID: 28223305
7. Paterno MV, Flynn K, Thomas S, Schmitt LC. Self-Reported Fear Predicts Functional Performance and Second ACL Injury After ACL Reconstruction and Return to Sport: A Pilot Study. *Sports Health*. 2018; 10(3):228–233. <https://doi.org/10.1177/1941738117745806> PMID: 29272209
8. Triggsted SM, Cook DB, Pickett KA, Cadmus-Bertram L, Dunn WR, Bell DR. Greater fear of reinjury is related to stiffened jump-landing biomechanics and muscle activation in women after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018; 26:3682–3689. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-4950-2> PMID: 29700560
9. Webster KE, Feller A, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport*. 2008; 9(1):9–15. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.09.003> PMID: 19083699
10. Slagters AJ, Reininga IHF, Akker-Scheek I. The Dutch language anterior cruciate ligament return to sport after injury scale (ACL-RSI)—validity and reliability. *J Sport Sci*. 2017; 35(4):393–401. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1167230> PMID: 27079625
11. Harput G, Tok D, Ulusoy B, Eraslan L, Yildiz TI, Turgut E, et al. Translation and cross-cultural adaptation of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale into Turkish. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017; 25(1):159–164 <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4288-6> PMID: 27539403
12. Chen T, Zhang P, Li Y, Webster K, Zhang J, Yao W, Yin Y, et al. Translation, cultural adaptation and validation of simplified Chinese version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale. *PLoS ONE*. 2017; 12(8):1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183095> PMID: 28817645

13. Silva LO, Mendes LMR, Lima POP, Almeida GPL. Translation, cross-adaptation and measurement properties of the Brazilian version of the ACL-RSI Scale and ACL-QoL Questionnaire in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Braz J Phys Ther.* 2018; 22(2):127–134. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.09.006> PMID: 28941959
14. Bohu Y, Klouche S, Lefevre N, Webster K, Herman S. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI) scale. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23(4):1192–1196. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-2942-4> PMID: 24676789
15. Kvist J, Österberg A, Gauffin H, Tagesson S, Webster K, Arden C. Translation and measurement properties of the Swedish version of ACL-Return to Sports after Injury questionnaire. *Scand J Med Sci Spor.* 2013; 23(5):568–575. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01438.x> PMID: 22257241
16. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F et al. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine.* 2000; 25(24):3186–3191 PMID: 11124735
17. Langford JL, Webster KE, Feller JA. A prospective longitudinal study to assess psychological changes following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Br J Sports Med.* 2009; 43(5):377–381. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.044818> PMID: 19019910
18. Irgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001; 29(5):600–613. <https://doi.org/10.1177/03635465010290051301> PMID: 11573919
19. Swenborg J, Kochd JPP, Meier N, Wirth B. Function and activity in patients with knee arthroplasty: validity and reliability of a German version of the Lysholm Score and the Tegner Activity Scale. *Swiss Med Wkly.* 2014; 1–6. <https://doi.org/10.4414/smw.2014.13976> PMID: 24921654
20. Briggs KK, Steadman JR, Hay CJ, Hines SL. Lysholm Score and Tegner Activity Level in Individuals with Normal Knees. *The American Journal of Sports Medicine.* 2009; 37(5):898–901. <https://doi.org/10.1177/0363546508330149> PMID: 19307332
21. Terwee CB, Bot SD, de Boer MR, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol.* 2007; 60(1):34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.03.012> PMID: 17161752
22. Fermanian J. Measuring agreement between 2 observers: a quantitative case. *Rev Epidemiol Sante Pub.* 1984; 32(6):408–413. PMID: 6531504
23. Lentz TA, Zeppieri G Jr, George SZ, et al. Comparison of physical impairment, functional, and psychosocial measures based on fear of reinjury/lack of confidence and return-to-sport status after ACL reconstruction. *Am J Sports Med.* 2015; 43(2):345–353. <https://doi.org/10.1177/0363546514559707> PMID: 25480833
24. Rosso F, Bonasia DE, Cottino U, Cambursano S, Dettoni F, Rossi R. Factors Affecting Subjective and Objective Outcomes and Return to Play in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Cohort Study. *Joints.* 2018; 6:23–32. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1636931> PMID: 29675503
25. Chmielewski TL, George SZ. Fear avoidance and self-efficacy at 4 weeks after ACL reconstruction are associated with early impairment resolution and readiness for advanced rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 27(2):397–404. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5048-6> PMID: 29971519
26. Arden CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological Responses Matter in Returning to Preinjury Level of Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Am J Sport Med.* 2013; 41(7):1549–1558. <https://doi.org/10.1177/0363546513489284> PMID: 23733635
27. Welling W, Benjaminse A, Seil R, Lemmink K, Zaffagnini S, Gokeler A. Low rates of patients meeting return to sport criteria 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective longitudinal study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26:3636–3644. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-4916-4> PMID: 29574548

PRIEDAI

1 priedas



KAUNO REGIONINIS BIOMEDICININIŲ TYRIMŲ ETIKOS KOMITETAS

Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, A. Mickevičiaus g. 9, LT-44307 Kaunas, tel. (+370) 37 32 68 89, el. paštas: kaunorbttek@lsmuni.lt

LEIDIMAS ATLIKTI BIOMEDICININĮ TYRIMĄ

2017-06-22 Nr. BE-2-24

Biomedicininio tyrimo pavadinimas:	"Jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, patyrusių kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio traumą, tolimųjų gydymo rezultatų įvertinimas".
Protokolo Nr.:	1
Data:	2017-03-07
Versija:	1
Asmens informavimo forma	2017-06-19, versija nr. 2
Pagrindinis tyrėjas:	Prof. Dr. Rimtautas Gudas
Biomedicininio tyrimo vieta:	LSMU MA, Sporto institutas
Įstaigos pavadinimas:	Tilžės g. 18, Kaunas
Adresas:	

Išvada

Kauno regioninio biomedicininio tyrimų etikos komiteto posėdžio, įvykusio 2017 m. balandžio mėn. 4 d. (protokolo Nr. BE-10-5) sprendimu pritarta biomedicininio tyrimo vykdymui.

Mokslinio eksperimento vykdytojai įsipareigoja: (1) nedelsiant informuoti Kauno Regioninį biomedicininio Tyrimų Etikos komitetą apie visus nenumatytus atvejus, susijusius su studijos vykdymu, (2) iki sausio 15 dienos – pateikti metinį studijos vykdymo apibendrinimą bei, (3) per mėnesį po studijos užbaigimo, pateikti galutinį pranešimą apie eksperimentą.

Kauno regioninio biomedicininio tyrimų etikos komiteto nariai			
Nr.	Vardas, Pavardė	Veiktos sritis	Dalyvavo posėdyje
1.	Prof. Edgaras Stankevičius	Fiziologija, farmakologija	taip
2.	Prof. Skaidrius Millauskas	Pulmonologija, vidaus ligos	taip
3.	Med. dr. Jonas Andriuskevičius	Chirurgija	ne
4.	Doc. Gintautas Gumbrevičius	Klinikinė farmakologija	taip
5.	Prof. Kestutis Petrikonis	Neurologija	taip
6.	Dr. Ramunė Kasparavičienė	Filologija	ne
7.	Eglė Vaižgelienė	Visuomenės sveikata	ne
8.	Žydrūnė Luneckaitė	Visuomenės sveikata	taip
9.	Jurgita Laurinaitytė	Teisė	ne

Kauno regioninis biomedicininis tyrimų etikos komitetas dirba vadovaudamasis etikos principais nustatytais biomedicininio tyrimų etikos įstatyme, šleiskio deklaracijoje, vaistų tyrinėjimo Geros klinikinės praktikos taisyklėmis.

Kauno RBTEK Pirmininkas

Prof. Edgaras Stankevičius



prof. R. Gudas
Informacijai
2017 08 11



Lietuvos sveikatos mokslų universitetas

GAUTA
2017 m. 08 mėn. 11 d.
Nr. DVT-1124

VALSTYBINĖ DUOMENŲ APSAUGOS INSPEKCIJA

Lietuvos sveikatos mokslų universitetui
(per E. pristatymo informacinę sistemą
ir el. paštu: saule.salaikaite@ismuni.com)

Pagr. tyrėjas: prof. dr. R. Gudas

SPRENDIMAS
DĖL LEIDIMO LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETUI
ATLIKTI ASMENS DUOMENŲ TVARKYMO VEIKSMUS

2017 m. rugpjūčio 11 d. Nr. 2R-5100(2.6-1.)
Vilnius

Valstybinė duomenų apsaugos inspekcija, išnagrinėjusi Lietuvos sveikatos mokslų universiteto pateiktą 2017-07-05 Pranešimą dėl išankstinės patikros Nr. 1 (Inspekcijoje gauta 2017-07-11, reg. Nr. IR-5308) (toliau – Pranešimas), taip pat 2017-07-20 raštu Nr. DVT2-1154 ir 2017-08-08 raštu Nr. DVT2-1227 pateiktus Pranešimo patikslinimus (Inspekcijoje gauta 2017-07-24, reg. Nr. IR-5575 ir 2017-08-09, reg. Nr. IR-6003) dėl asmens duomenų tvarkymo mokslinio medicininio tyrimo tikslu,

n u s t a t ė,

kad Pranešime ir jo patikslinimuose nurodyti asmens duomenų tvarkymo veiksmai atitinka Lietuvos Respublikos asmens duomenų teisinės apsaugos įstatyme nustatytus asmens duomenų tvarkymo ir duomenų subjektų teisių įgyvendinimo reikalavimus bei numatytos tinkamos organizacinės ir techninės duomenų saugumo priemonės.

Valstybinė duomenų apsaugos inspekcija, vadovaudamasi Lietuvos Respublikos asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo 33 straipsniu, Valstybinės duomenų apsaugos inspekcijos direktoriaus 2016 m. birželio 22 d. įsakymu Nr. 1T-23 patvirtintų Išankstinės patikros atlikimo taisyklių 12 ir 19.2 punktais,

n u s p r e n d ž i a

Lietuvos sveikatos mokslų universitetui išduoti leidimą atlikti Pranešime ir jo patikslinimuose nurodytų ypatingų asmens duomenų apie sveikatą tvarkymo mokslinio medicininio tyrimo „Jauno amžiaus fiziškai aktyvių asmenų, patyrusių kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio traumą, tolimųjų gydymo rezultatų įvertinimas“ tikslu veiksmus.

Prevencijos skyriaus vedėja,
laikinais vykdanti direktoriaus funkcijas



Daiva Vyčiniene

D. Almanienė, tel. (8 5) 2197277, el. p. dovile.almaniene@ada.lt

Atkurtai
Lietuvai

Biudžetinė įstaiga
A. Juozapavičiaus g. 6
LT-09310 Vilnius

Tel. (8 5) 279 1445
Faks. (8 5) 261 9494
El. p. ada@ada.lt

Duomenys kaupiami ir saugomi
Juridinių asmenų registre
Kodas 188607912

2000 IKDC subjektyvi kelio sąnario funkcijos įvertinimo forma

Paciento dalis:

Vardas _____

Pavardė _____

Šios dienos data: ____ / ____ / ____
metai mėnuo dienaTraumos data: ____ / ____ / ____
metai mėnuo diena

Simptomai per paskutinę savaitę:

1. Koks aukščiausias aktyvumo lygis, kuriame jūs galite atlikti veiklą be žymesnio kelio sąnario skausmo?

- ☐ labai sunki fizinė veikla, kaip šuoliai ar judesio krypties keitimas (krepšinis, futbolas)
- ☐ sunki fizinė veikla, kaip sunkus fizinis darbas, slidinėjimas ar tenisas
- ☐ vidutinė fizinė veikla, kaip vidutinis fizinis darbas, bėgimas, greitas ėjimas
- ☐ nesunkus fizinis darbas, ėjimas, namų ruoša ar darbas darže
- ☐ negalima jokia fizinė veikla dėl kelio sąnario skausmo

2. Kaip dažnai jums skaudėjo per paskutines 4 savaites?

Niekada 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pastoviai

3. Jei jums skauda, tai kaip stipriai?

Niekada 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pastoviai

4. Kaip stipriai sustingęs ar sutinęs buvo jūsų kelio sąnarys per paskutines 4 savaites?

- ☐ nebuvo
- ☐ nežymiai
- ☐ vidutiniškai
- ☐ stipriai
- ☐ labai stipriai

5. Koks aukščiausias aktyvumo lygis, kuriame jūs galite atlikti veiklą be žymesnio kelio sąnario tinimo?

- ☐ labai sunki fizinė veikla, kaip šuoliai ar judesio krypties keitimas (krepšinis, futbolas)
- ☐ sunki fizinė veikla, kaip sunkus fizinis darbas, slidinėjimas ar tenisas
- ☐ vidutinė fizinė veikla, kaip vidutinis fizinis darbas, bėgimas, greitas ėjimas
- ☐ nesunkus fizinis darbas, ėjimas, namų ruoša ar darbas darže
- ☐ negalima jokia fizinė veikla dėl kelio sąnario tinimo

6. Ar per paskutines 4 savaites jūsų selio sąnarys buvo „užsiblokavęs“ ar „užstrigęs“?

- ☐ Taip ☐ Ne

7. Koks aukščiausias aktyvumo lygis, kuriame jūs galite atlikti veiksmą be žymesnių kelio sąnario panirimų?

- ☐ labai sunki fizinė veikla, kaip šuoliai ar judesio krypties keitimas (krepšinis, futbolas)
- ☐ sunki fizinė veikla, kaip sunkus fizinis darbas, slidinėjimas ar tenisas
- ☐ vidutinė fizinė veikla, kaip vidutinis fizinis darbas, bėgimas, greitas ėjimas
- ☐ nesunkus fizinis darbas, ėjimas, namų ruoša ar darbas darže
- ☐ negalima jokia fizinė veikla dėl kelio sąnario patinimo

Sportinė veikla:

8. Koks aukščiausias fizinio aktyvumo lygis, kuriame jūs paprastai dalyvaujate?

- ☐ labai sunki fizinė veikla, kaip šuoliai ar judesio krypties keitimas (krepšinis, futbolas)
- ☐ sunki fizinė veikla, kaip sunkus fizinis darbas, slidinėjimas ar tenisas
- ☐ vidutinė fizinė veikla, kaip vidutinis fizinis darbas, bėgimas, greitasėjimas
- ☐ nesunkus fizinis darbas,ėjimas, namų ruoša ar darbas darže
- ☐ negalima jokia fizinė veikla dėl kelio sąnario

9. Kaip jūsų kelio sąnarys įtakoja jūsų galimybes:

		Visai nesunku	Minimaliai sunku	Vidutiniškai sunku	Labai sunku	Neįmanoma
a.	Lipti laiptais į viršų	☐	☐	☐	☐	☐
b.	Lipti laiptais žemyn	☐	☐	☐	☐	☐
c.	Klauptis	☐	☐	☐	☐	☐
d.	Atsitūpti	☐	☐	☐	☐	☐
e.	Sėstis lenkiant kelius	☐	☐	☐	☐	☐
f.	Atsikelti nuo kėdės	☐	☐	☐	☐	☐
g.	Bėgti į priekį	☐	☐	☐	☐	☐
h.	Pašokti ant traumuotos kojos	☐	☐	☐	☐	☐
i.	Staigiai sustoti ir pradėti	☐	☐	☐	☐	☐

Kelio sąnario funkcija:

10. Kokia būtų jūsų įprastinė kelio sąnario funkcija, vertinant skalėje nuo 0 iki 10, kai 10 – būtų normali sveika kelio sąnario funkcija ir, 0 – negalima atlikti jokių įprastinių judesių bei sportuoti.

Kelio sąnario funkcija, kuri buvo prieš pažeidimą:

Negalima atlikti jokių 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Be apribojimų
įprastinių judesių

Dabartinė kelio sąnario funkcija:

Negalima atlikti jokių 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Be apribojimų
įprastinių judesių

Funkcinė judesių vertinimo (angl. *FMS*) sistema

Tiriamąjo kodas _____ Data _____

Testas			Tarpinis balas	Galutinis balas
Gilus pritūpimas				
Žingsnis per kliūtį		Kairė		
		Dešinė		
Ištūpastas		Kairė		
		Dešinė		
Peties mobilumas		Kairė		
		Dešinė		

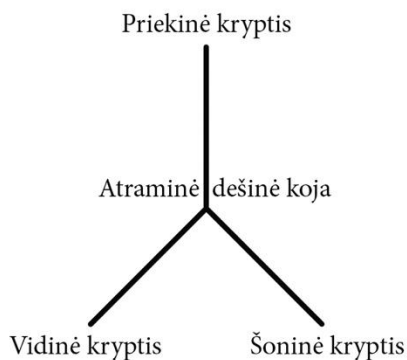
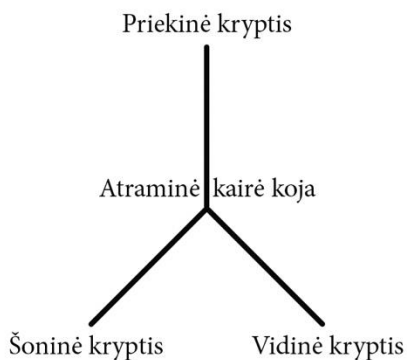
Testas			Tarpinis balas	Galutinis balas
Peties ankštumo provokacijos testas		Kairė		
		Dešinė		
Aktyvus tiesios kojos kėlimas		Kairė		
		Dešinė		
Liemens stabilumas pasikeliant				
Atsilenkimo atgal provokacija				
Liemens rotacinis stabilumas		Kairė		
		Dešinė		
Lenkimosi į priekį provokacija				
Iš viso				

Y pusiausvyros (angl. YBT) testas

Tiriamąjo kodas _____

Data _____

Dešinės kojos ilgis (cm) _____



	Kairė koja	Dešinė koja	Skirtumas
Priekinė kryptis			
Vidinė kryptis			
Šoninė kryptis			

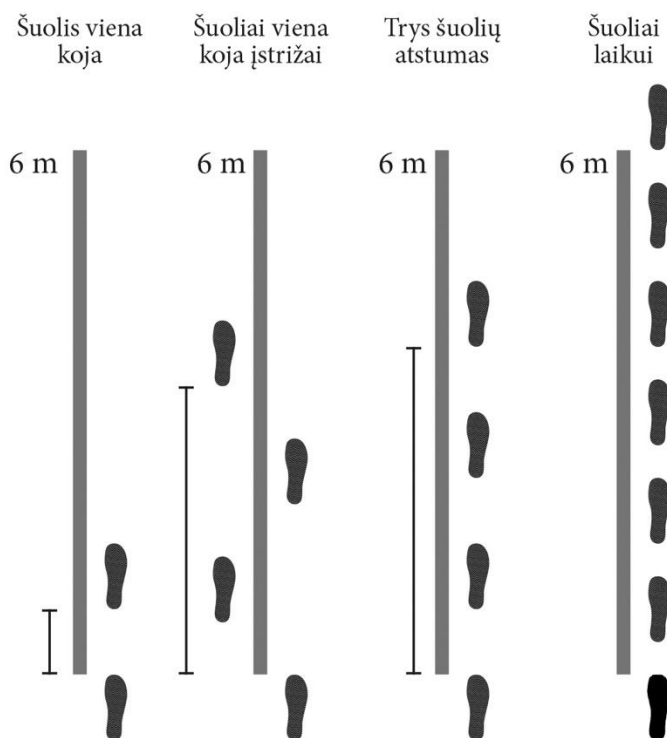
$$\text{Suminis balas} = \frac{(\text{Priekinė kryptis} + \text{Vidinė kryptis} + \text{Šoninė kryptis})}{(3 \times \text{dešinės kojos ilgis})} \times 100$$

	Suminis balas
Dešinė koja	
Kairė koja	

Šuolių viena koja HOP testas

Tiriamąjo kodas _____ Tyrimo data _____

Pažeidimas _____ Laikas po operacijos _____



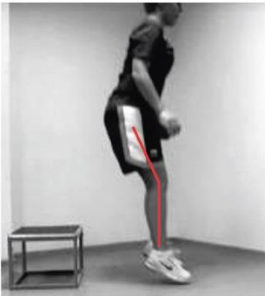
Trauma	Koja	Šuolis viena koja	Trys šuoliai zig zag	Trys šuoliai	6 m greičiui
	Kairė				
	1 bandymas	cm	cm	cm	: s
	2 bandymas	cm	cm	cm	: s
	3 bandymas	cm	cm	cm	: s
	Dešinė				
	1 bandymas	cm	cm	cm	: s
	2 bandymas	cm	cm	cm	: s
	3 bandymas	cm	cm	cm	: s

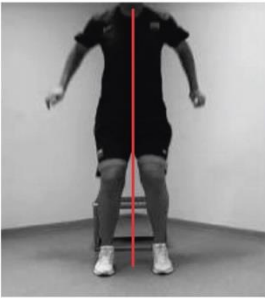
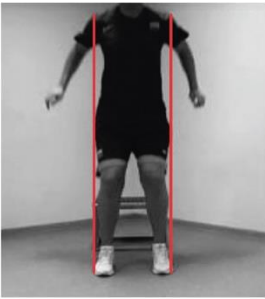
LESS (angl. *Landing error scoring system*)

Tiriamąo kodas _____ Tyrimo data _____

Ūgis _____ Svoris _____ Amžius _____metai

Traumuota koja _____

Testo pavadinimas	Judesys	Klaida atliekant judesį	Balas	Komentariai
Kampas kelio sąnaryje kontakto su žeme metu		Kontakto su žeme metu kelio sąnarys sulenkiamas mažiau nei 30°		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Kampas klubo sąnaryje kontakto su žeme metu		Kontakto su žeme metu šlaunis yra vienoje linijoje su liemeniu		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Liemens lenkimo kampas sagitalioje plokštumoje kontakto su žeme metu		Kontakto su žeme metu liemuo yra vertikalus arba tiesus klubų atžvilgiu		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra

Testo pavadinimas	Judesys	Klaida atliekant judesį	Balas	Komentarai
Čiurnos plantarinė fleksija kontakto su žeme metu		Kontakto su žeme metu pėda pastatoma nuo kulno ant pirštų arba pilna pėda		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Genu valgum laipsnis kontakto su žeme metu		Kontakto su žeme metu girkelės centras yra pasislinkęs medialiau nuo pėdos centro		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Šoninis liemens lenkimas kontakto su žeme metu		Kontakto su žeme metu liemens vidurio linija yra pasislinkusi į kairę arba dešinę puses		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Kojų padėtis: plati		Kontakto su žeme metu pėdų padėtis platesnė nei pečių plotis		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra

Testo pavadinimas	Judesys	Klaida atliekant judesį	Balas	Komentariai
Kojų padėtis: siaura		Kontakto su žeme metu pėdų padėtis siauresnė nei pečių plotis		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Pėdos padėtis: išorinė rotacija		Tarp kontakto su žeme metu ir maksimalaus pritūpimo pėda pasukta į išorę daugiau kaip 30°		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Pėdos padėtis: vidinė rotacija		Tarp kontakto su žeme metu ir maksimalaus pritūpimo pėda pasukta į vidų daugiau kaip 30°		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Pėdų simetriškumas pirmo kontakto su žeme metu		Viena pėda žemę paliečia anksčiau nei kita arba viena pėda nusileidžia nuo kulno ant pirštų, o kita – nuo pirštų ant kulno		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra

Testo pavadinimas	Judesys	Klaida atliekant judesį	Balas	Komentariai
Kampo kelio sąnaryje pokytis		Tarp kontakto su žeme ir gilaus pritūpimo kampas kelio sąnaryje yra mažesnis nei 45°		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Kampo klubo sąnaryje pokytis		Tarp kontakto su žeme ir gilaus pritūpimo šlaunis nesilenkia daugiau nei liemuo		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Liemens lenkimo pokytis		Tarp kontakto su žeme ir gilaus pritūpimo liemens kampas nesikeičia		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra
Genu valgum pokytis		Maksimalaus pritūpimo metu girnelės centras yra pasislinkęs medialiai pėdos centro atžvilgiu		0 = klaidos nėra 1 = klaida yra

Testo pavadinimas	Judesys	Klaida atliekant judesį	Balas	Komentariai
Sąnarių paslankumas/mobilumas		Puikus (minkštas): tiriamasis demonstruoja gerą liemens, klubo, kelio sąnarių mobilumą/paslankumą. Vidutinis: tiriamasis demonstruoja nepilną mobilumą/paslankumą. Prastas: tiriamasis demonstruoja prastą arba išvis neturi liemens, klubo, kelio sąnarių mobilumą/paslankumo		0 = puikus (minkštas) 1 = vidutinis 2 = prastas
Bendras įspūdis		Puikus: tiriamasis atlieka „minkštą“ nusileidimą be jokių papildomų judesių frontaliajoje ir sagitaliojoje plokštumose. Vidutinis: minkštas nusileidimas su papildomais judesiais frontaliajoje ir sagitaliojoje plokštumose. Prastas: tiriamasis šuolio metu atlieka didelės amplitudės judesius frontaliajoje ir sagitaliojoje plokštumose arba atlieka „kietą“ nusileidimą su keliais papildomais judesiais plokštumose		0 = puikus 1 = vidutinis 2 = prastas
Bendras rezultatas (balų suma)				

ACL–RSI klausimynas

Tiriamąjį kodas _____ Data _____

Šis klausimynas padės įvertinti Jūsų emocinę būklę, pasitikėjimą savimi sportuojant bei rizikos vertinimą prieš grįžtant įs portą po kelio sąnario priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos. Prašome į kiekvieną klausimą atsakyti pagal Jūsų dabartinę būklę.

1. Ar Jūs nervinatės prieš pradėdamisportuoti?

Labai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
nervinuosi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	nesinervinu

2. Ar Jus trikdo mintys apie savo kelio sąnarį sportuojant?

Labai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
trikdo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	netrikdo

3. Ar jaučiatės atsipalaidavę sportuodami?

Tikrai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Tikrai
ne	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	taip

4. Ar bijote iš naujo susižeisti kelio sąnarį sportuodami?

Labai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
bijau	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	nebijau

5. Ar bijote atsitiktinai susižeisti kelio sąnarį sportuojant?

Labai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
bijau	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	nebijau

6. Ar pasitikite savo kelio sąnario funkcija sportuojant?

Visiškai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
nepasitikiu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	pasitikiu

7. Ar esate užtikrintas, kad galite sportuoti, nesirūpindami dėl kelio sąnario?

Visiškai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
neužtikrintas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	užtikrintas

8. Ar esate įsitikinęs, kad kelio sąnarys atlaikys apkrovą?

Visiškai	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai
neįsitikinęs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	įsitikinęs

9. Ar esate įsitikinęs, kad galite sportuoti, išlaikydamas ankstesnį lygį?

Visiškai neįsitikinęs	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai įsitikinęs
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

10. Ar pasitikite savo galimybėmis kokybiškai sportuoti?

Visiškai nepasitikiu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Visiškai pasitikiu
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

11. Ar manote, kad galite vėl susižeisti kelio sąnarių sportuodami?

Tikrai taip	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Tikrai ne
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

12. Ar mintys apie pakartotinę operaciją ir reabilitaciją stabdo Jus nuo užsiėmimo sportu?

Tikrai taip	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Tikrai ne
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Amžius _____

Traumos data _____

Operacijos data _____

Ūgis _____

Svoris _____

Kontaktinė trauma/nekontaktinė trauma (*pabraukti*)

CURRICULUM VITAE

Name, Surname: Saulė Salatkaitė
Address: Lithuanian University of Health Sciences, Department of Sports Medicine, Department of Sports Medicine
Tilžės 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania
Phone: +370 689 39498
E-mail: saule.salatkaite@lsmuni.lt

Education:

2016–2020 Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Faculty of Nursing; Department of Sports Medicine, Doctoral studies
2014–2016 Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Faculty of Nursing; Department of Sports Medicine, Master degree of Physical therapy
2010–2014 Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Faculty of Nursing; Department of Sports Medicine, Bachelor's degree of Rehabilitation

Work experience:

2020–till present Hospital of Lithuanian University of Health Sciences Kauno klinikos, Department of Sports medicine, administrator
2018–till present Women's handball club "HC Garliava", physiotherapist
2016–till present Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Department of Sports medicine, administrator's assistant
2015–till present Lithuanian basketball federation, women and junior national team's physiotherapist
2017–2019 Lithuanian sports medicine centre, Kaunas department, physiotherapist
2016–2017 Women's basketball team "Hoptrans – Sirenos", physiotherapist
2014–2016 Women's basketball team "Aistės – LSU", physiotherapist