

**LIETUVOS SPORTO UNIVERSITETAS  
SPORTO BIOMEDICINOS FAKULTETAS  
KINEZITERAPIJOS STUDIJŲ PROGRAMA**

**RENATA KERŠYTĖ**

**KINEZITERAPIJOS IR KINEZIOTEIPAVIMO  
MOMENTINIS POVEIKIS STATINEI IR DINAMINEI  
PUSIAUSVYRAI PRIEŠ PRIEKINIO KRYŽMINIO  
RAIŠČIO OPERACIJĄ**

**BAKALAURO BAIGIAMASIS DARBAS**

Darbo vadovas: doc. dr. N. Masiulis

Baigiamąjį darbą rengė 1 studentas (-ai)

Baigiamųjų darbų aprobavimo komisija ginti baigiamąjį darbą: *rekomenduoja/nerekomenduoja*

Baigiamųjų darbų aprobavimo pirmininkas:

Baigiamųjų darbų ir jų gynimo vertinimo komisijos įvertinimas:

Baigiamųjų darbų ir jų gynimo vertinimo komisijos sekretorė (-ius):

KAUNAS 2013

## PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas baigiamasis darbas (*pavadinimas*).....

1. Yra atliktas mano paties/pačios (jeigu darbą rengė keli studentai, įrašoma: Yra atliktas mūsų pačių);
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje;
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą panaudotos literatūros sąrašą.

.....  
(data)

.....  
(parašas)

.....  
(autoriaus vardas pavardė)

## PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklumą atliktame darbe.

.....  
(data)

.....  
(parašas)

.....  
(autoriaus vardas pavardė)

## BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADOS DĖL DARBO GYNIMO

.....  
(data)

.....  
(parašas)

.....  
(vadovo vardas pavardė)

### Baigiamasis darbas aprobuotas:

.....  
(aprobacijos data)

.....  
(Komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė)

.....  
(parašas)

Baigiamasis darbas yra patalpintas į ETD IS .....

.....  
(Gynimo komisijos sekretorės/iaus parašas)

### Baigiamojo darbo recenzentas:

.....  
(vardas, pavardė)

.....  
(parašas)

.....  
(Gynimo komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė)

Baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas: .....

.....  
(data)

.....  
(parašas)

.....  
(Gynimo komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė)

## TURINYS

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SANTRAUKA .....                                                                          | 4  |
| SUMMARY .....                                                                            | 5  |
| ĮVADAS .....                                                                             | 6  |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA .....                                                            | 8  |
| 1.1. Kelio sąnario ir priekinio kryžminio raiščio anatomija bei biomechanika .....       | 8  |
| 1.2. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo patogenezė ir etiologija .....                  | 10 |
| 1.3. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo klinika ir diagnostika .....                    | 12 |
| 1.4. Gydyimas po priekinio kryžminio raiščio plyšimo .....                               | 14 |
| 1.5. Pusiausvyra, jos pokyčiai po priekinio kryžminio raiščio plyšimo ir ištyrimas ..... | 16 |
| 1.6. Kineziterapija po priekinio kryžminio raiščio plyšimo .....                         | 19 |
| 1.7. Kinezioteipavimas .....                                                             | 21 |
| 2. TYRIMO METODAI IR ORGANIZAVIMAS .....                                                 | 25 |
| 2.1. Tiriamieji .....                                                                    | 25 |
| 2.2. Tyrimo metodai .....                                                                | 25 |
| 2.3. Tyrimo organizavimas .....                                                          | 27 |
| 2.4. Matematinė statistika .....                                                         | 30 |
| 3. TYRIMO REZULTATAI .....                                                               | 31 |
| 4. REZULTATŲ APTARIMAS .....                                                             | 35 |
| IŠVADOS .....                                                                            | 38 |
| REKOMENDACIJOS .....                                                                     | 39 |
| LITERATŪRA .....                                                                         | 41 |

# KINEZITERAPIJOS IR KINEZIOTEIPAVIMO MOMENTINIS POVEIKIS STATINEI IR DINAMINEI PUSIAUSVYRAI PRIEŠ PRIEKINIO KRYŽMINIO RAIŠČIO OPERACIJĄ

## SANTRAUKA

**Raktiniai žodžiai:** Priekinis kryžminis raištis, statinė ir dinaminė pusiausvyra, kinezioteipavimas.

**Tyrimo objektas:** Kineziterapijos ir kinezioteipavimo momentinis poveikis statinei ir dinaminei pusiausvyrai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.

**Tyrimo tikslas:** Nustatyti kineziterapijos ir kinezioteipavimo momentinį poveikį statinei bei dinaminei pusiausvyrai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Nustatyti kineziterapijos poveikį statinei ir dinaminei pusiausvyrai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.
2. Nustatyti kinezioteipavimo momentinį poveikį statinei ir dinaminei pusiausvyrai taikant kineziterapiją prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.

**Tyrimo hipotezė:** Manome, kad tiriamiesiems prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją, taikyta kineziterapija pagerins statinę ir dinaminę pusiausvyrą. Be to, pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos bus geresnė su kinezioteipu.

**Tyrimo rezultatai:** Nustatėme, kad svyravimai  $A_x$  ir  $A_y$  ašyse, stovint ant pažeistos kojos, buvo statistiškai reikšmingai mažesni po kineziterapijos. Taip pat, po kineziterapijos pagerėjo pusiausvyra  $A_x$  ašyje stovint ant sveikos kojos. Pusiausvyra po šuolio stovint ant sveikos ir pažeistos kojos statistiškai reikšmingai pagerėjo po kineziterapijos  $A_y$  ašyje. Stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu, nustatėme statistiškai patikimą skirtumą tarp dinaminės pusiausvyros stovint ant pažeistos kojos be kinezioteipo ir su juo. Pusiausvyra pagerėjo  $A_x$  ir  $A_y$  ašyse.

**Išvados:**

1. Po kineziterapijos pagerėjo statinė pusiausvyra pirmyn - atgal ir šonine kryptimis stovint ant pažeistos kojos. Taip pat pagerėjo statinė pusiausvyra stovint ant sveikos kojos šonine kryptimi. Be to, dinaminė pusiausvyra šonine kryptimi po kineziterapijos pagerėjo stovint ant pažeistos ir sveikos kojos.
2. Kinezioteipavimas neturėjo įtakos statinei pusiausvyrai stovint ant pažeistos kojos prieš kineziterapiją ir po jos. Prieš kineziterapiją kinezioteipavimas sumažino dinaminės pusiausvyros svyravimus šonine ir pirmyn - atgal kryptimis. Tačiau, po kineziterapijos, kinezioteipavimas neturėjo įtakos dinaminei pusiausvyrai.

# THE EFFECT OF PHYSICAL THERAPY AND INSTANTANEOUS KINESIO TAPING FOR STATIC AND DYNAMIC BALANCE BEFORE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMANT SURGERY

## SUMMARY

**Keywords:** Anterior cruciate ligament, static and dynamic balance, kinesio taping.

**Object of the study:** The effect of physical therapy and instantaneous kinesio taping for static and dynamic balance before anterior cruciate ligament surgery.

**Aim of the study:** To investigate effect of physical therapy and the instantaneous kinesio taping for static and dynamic balance before anterior cruciate ligament surgery.

**Goals of the study:**

1. To investigate the effect of physical therapy for static and dynamic balance before anterior cruciate ligament surgery.
2. To investigate the instantaneous effect of kinesio taping for static and dynamic balance before anterior cruciate ligament surgery.

**Hypothesis of the study:** We think that, static and dynamic balance will improve after physical therapy before anterior cruciate ligament surgery. Moreover, the balance of the injured limb will improve after instantaneous kinesio taping.

**Results of the study:** We found that variations of standing on injured limb was significantly lower after physical therapy in Ax and Ay axis. Also, balance of healthy limb improved after physical therapy. Moreover, the balance after jump of injured and healthy leg improved in Ay axis after physical therapy. Dynamic balance improved with kinesio tape on injured limb before physical therapy.

**Conclusions:**

1. Static balance forward - backward and side to side improved after physical therapy. Moreover, static balance standing on the injured limb improved side to side. Furthermore, dynamic side to side balance improved in both limbs after physical therapy.
2. Kinesio taping did not have an effect for static balance before and after physical therapy. Before physical therapy dynamic balance forward - backward and side to side improved after kinesio taping. However, kinesio taping did not have an effect for balance after physical therapy.

## IVADAS

Priekiniai kryžminiai raiščiai – labiausiai pažeidžiami kelio sąnario raiščiai. Dažniausiai traumos įvyksta sportinės veiklos metu, tokios kaip futbolas, krepšinis ir slidinėjimas (Neumann, 2002). Priekinių kryžminių raiščių traumų paplitimas yra didesnis tarp jaunų, aktyvių žmonių (Frobell et al., 2013). Tarp moterų šie pažeidimai pasitaiko dažniau negu tarp vyrų (Smith et al., 2012). Po priekinio kryžminio raiščio traumos sutrinka kelio sąnario funkcija, sumažėja fizinis aktyvumas. Dėl to pablogėja gyvenimo kokybė. Padidėja tikimybė susirgti kelio sąnario osteoartritu (Frobell et al., 2013).

Plyšus priekiniam kryžminiui raiščiui, susilpnėja šlaunies keturgalvio ir užpakalinių šlaunies raumenų aktyvacija bei jėga (Neumann, 2002). Šie raumenys yra vieni iš svarbiausių kontroliuojant kūno padėtį (Maninnci & Horak, 2010), todėl esant jų silpnumui yra sutrikdomas normalus kūno pusiausvyros išlaikymas. Be to, plyšus priekiniam kryžminiam kelio sąnario raiščiui, pažeidžiama kelio propriocepcija. Pažeista propriocepcija turi įtakos ne tik pablogėjusiam raumenų valdymui, bet ir statinei bei dinaminei pusiausvyrai (Cooper et al., 2005).

Plyšus priekiniam kryžminiam raiščiui I. Eitzen ir kt. (2010) nustatė, kad taikoma pratimų programa (propriocepcijos ir pusiausvyros lavinimo bei jėgą didinantys pratimai) prieš operaciją padidina keturgalvio ir užpakalinių šlaunies raumenų jėgos momentą, sumažina kelio sąnario tinimą bei skausmą. Taip pat D. Adams bei kiti bendra autoriai (2012) siūlio daugiau dėmesio skirti reabilitacijai prieš rekonstrukcijos operaciją, nes ji gali turėti teigiamos įtakos reabilitacijai po operacijos: greičiau atstatoma kelio sąnario funkcija bei fizinio aktyvumo lygis, kuris buvo prieš traumą. Deja, neradome duomenų, kad Lietuvoje būtų taikoma kineziterapija prieš priekinių kryžminių raiščių operaciją.

Daug tyrimų yra atlikta, kuriais buvo nustatyta kinezioteipavimo nauda gydymui ir ypač traumų prevencijai. Kinezioteipavimas stimuliuoja raumenų jėgą, mažina skausmą, edemą bei raumenų nuovargį (Williams et al., 2012; Hoyo et al., 2013).

Taip pat, pasak B. Kumbrink (2012), K. Bassett ir kt. (2010), kinezioteipas per odos mechanoreceptorius veikia propriocepciją, todėl yra geriau jaučiama kūno pozicija bei judesiai išlaikant kūno pusiausvyrą. Be to, kinezioteipas gerina raumenų tonusą, todėl galime daryti prielaidą, kad gerėja ir pusiausvyra. Tačiau, mums nepavyko rasti mokslinių darbų, kuriuose būtų ištirtas kinezioteipavimo momentinis poveikis pusiausvyrai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.

**Tyrimo hipotezė** - manome, kad tiriamiesiems prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją, taikyta kineziterapija pagerins statinę ir dinaminę pusiausvyrą. Be to, pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos bus geresnė su kinezioteipu.

**Tyrimo tikslas** - nustatyti kineziterapijos ir kinezioteipavimo momentinį poveikį statinei bei dinaminei pusiausvyrai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Nustatyti kineziterapijos poveikį statinei ir dinaminei pusiausvyrai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.
2. Nustatyti kinezioteipavimo momentinį poveikį statinei ir dinaminei pusiausvyrai taikant kineziterapiją prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. Kelio sąnario ir priekinio kryžminio raiščio anatomija bei biomechanika

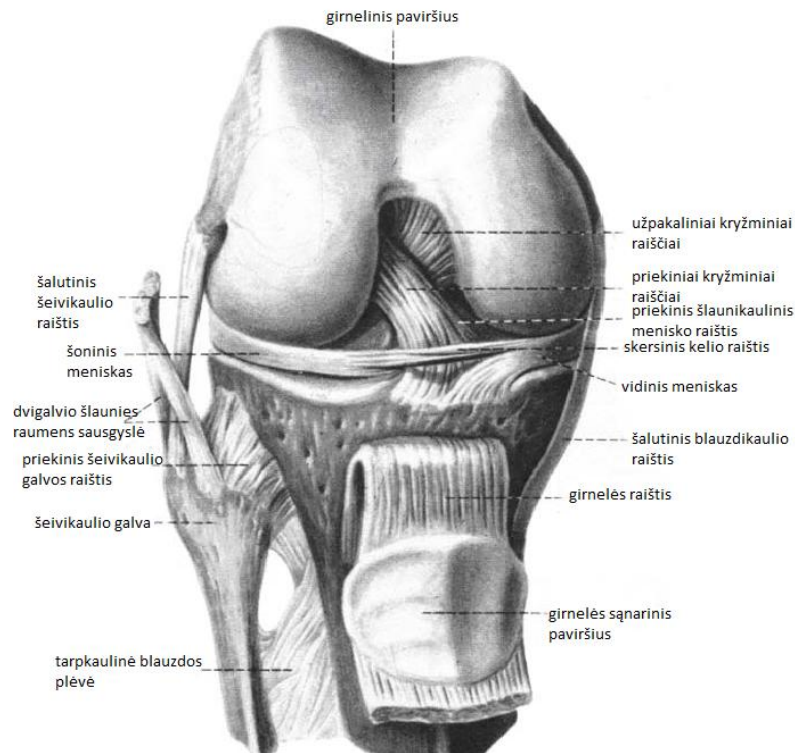
Kelio sąnarys – tai didžiausias žmogaus kūno sąnarys, pagal savo sandarą yra sudėtingasis krumplinis dviašis. Sąnarį sudaro šlaunikaulio išgaubti ir blauzdikaulio įgaubti krumpliai bei girnelė. Girnelė – keturgalvio šlaunies raumens sausgyslės sezamoidinis kaulas. Šlaunikaulio girnelinis paviršius priekyje sąnario sujungia šlaunikaulių krumplių sąnarinius paviršius. Dėl sąnarių paviršių nekongruentiškumo, sąnarinėje ertmėje yra du meniskai (vidinis ir šoninis) (Česnys ir kt., 2008).

Raumenys atliekantys kelio sąnario judesius priklauso priekinei ir užpakalinei šlaunies raumenų grupei. Priekinei grupei priklausančios raumenys: keturgalvis šlaunies raumuo (tiesusis, vidinis platusis, šoninis platusis ir tarpinis platusis šlaunies raumenys) – tiesia blauzdą. Taip pat priekinei grupei priklauso grakštusis ir siuvėjo raumenys, tačiau jie lenkia blauzdą bei suka ją į vidų. Pūsgyslinis ir pusplėvinis raumenys priklauso užpakalinei šlaunies raumenų grupei ir lenkia blauzdą bei sulenktą blauzdą suka į vidų. Dvigalvis šlaunies raumuo taip pat priklauso užpakalinei šlaunies raumenų grupei ir lenkia blauzdą bei suka ją į išorę. Be dvigalvio šlaunies raumens, blauzdą suka į vidų ir ją lenkia dvilypis raumuo, tačiau jis ir pakinklio raumuo priklauso užpakalinei blauzdos raumenų grupei. Pakinklio raumuo lenkia blauzdą bei suka ją į vidų (Česnys ir kt., 2008).

Kelio sąnario kapsulė yra plona ir laisva. Palei sąnarių paviršių pakraščius prie blauzdikaulio ir girnelės tvirtinasi kapsulės skaidulinė dalis. Į šią dalį įsipina raumenų sausgyslės bei raiščiai, kurie sutvirtina kelio sąnarį. Kelio sąnarį iš šonų sutvirtina šalutinis blauzdikaulio ir šalutinis šėvikaulio raiščiai. Šie raiščiai užtikrina kelio sąnario stabilumą, nes ištiesus blauzdą jie yra labiausiai įtempti ir neleidžia pritraukti bei atitraukti blauzdikaulio. Užpakalyje kelio sąnarį sutvirtina įstrižinis ir lankinis pakinklio raiščiai. Meniskus priekyje suriša skersinis kelio raištis. Taip pat kelio sąnario priekyje eina girnelės raištis. Vidiniai kryžminiai kelio sąnario raiščiai – tai stiprūs, tvirtai surišantys blauzdikaulį su šlaunikauliu raiščiai. Blauzdikauliui šlaunikaulio atžvilgiu į priekį neleidžia slinkti priekinis kryžminis raištis, o slinkti atgal – užpakalinis kryžminis (1 pav.) (Česnys ir kt., 2008).

**Priekinis kryžminis raištis** jungiasi nuo blauzdikaulio priekinės tarpkrumplinės plokštumos ir tęsiasi iki šoninio šlaunikaulio krumplio. Raiščio ilgis yra apie 38 mm ir plotis - apie 11 mm (Ng et al., 2012). Šio raiščio aprūpinamas kraujas – minimalus. Priekinis kryžminis raištis yra silpnesnis už užpakalinį kryžminį raištį (Moore et al., 2009).





**1 pav.** Kelio sąnarys (vaizdas iš priekio) (Karpavičienė ir kt., 2011).

Priekinio kryžminio raiščio kolageninės skaidulos sukasi viena su kita sudarydamos spiralinius pluošteliuos ar pluoštus. Pluoštai yra skiriami į posterior – lateralinį ir anterior – medialinį, priklausomai nuo kurios blauzdikaulio vietos jungiasi. Posterior – lateralinis pluoštas yra pagrindinė priekinio kryžminio raiščio dalis. Šis pluoštas labiausiai įsitempia esant pilnai kelio sąnario ekstenzijai (Neumann, 2002).

Priekinis kryžminis raištis kartu su užpakaline kapsule, šalutiniais raiščiais ir užpakaliniais šlaunies raumenimis sukuria įtempimą, kuris padeda stabilizuoti ištiestą ar beveik ištiestą kelio sąnarį. Be to, kad raištis stabilizuoja kelio sąnarį, jis atlieka ir šias funkcijas:

1. Riboja pernelyg didelį blauzdikaulio judėjimą anterior kryptimi ir pernelyg didelį šlaunikaulio judėjimą posterior.
2. Riboja pilną kelio sąnario tiesimą.
3. Riboja valgus, varus ir nugrežimo bei atgrežimo judesius (Neumann, 2002).

Kelio sąnario biomechanika: kelis perduoda apkrovą, atlieka judesius ir garantuoja jėgų sąveiką, kuri yra reikalinga kojos judesiams. Kelio sąnarys yra labai pažeidžiamas, nes jis yra tarp dviejų ilgiausius pečius žmogaus kūne turinčių svertų, tai – šlaunies ir blauzdos. Taip pat kelį veikia didelės jėgos (Muckus, 2006).

G. Česnys ir kt. (2008) rašo, kad kelio sąnarys yra dviašis, tačiau K. Muckus (2006) teigia, kad kelio sąnario judesiai vyksta visose trijose plokštumose. Didžiausias judesys yra strėlinėje plokštumoje: 140° kampas tarp kelio ištiesimo ir visiško sulenkimo. Blauzdos sukimas į vidų ir į

išorę vyksta skersinėje plokštumoje, tačiau priklauso nuo sąnario padėties strėlinėje plokštumoje, nes ištįstą koją dėl šlaunikaulio ir blauzdikaulio krumplių sukibimo beveik neįmanoma pasukti. Sulenkus kelį 90° kampu, blauzdą galima paskuti į išorę iki 45°, į vidų – iki 30°. Frontalinėje plokštumoje vyksta blauzdos atitraukimas ir pritraukimas, tačiau tik tada kai kelis yra sulenktas 30° kampu. Atitraukimas ir pritraukimas siekia vos kelis laipsnius (Muckus, 2006).

## **1.2. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo patogenezė ir etiologija**

Priekinio kryžminio raiščio plyšimas yra dažniausia ir pavojingiausia kelio sąnario trauma tarp jaunų žmonių populiacijos (Frobell et al., 2013). Jungtinėse Amerikos Valstijose kiekvienais metais yra gydoma daugiau negu 200 000 atvejų esant plyšusiems kryžminiems raiščiams (Adams et al., 2012). Dažniausiai trauma įvyksta krentat slidinėjimo metu (kai neatsilaisvina apkaustai) bei kontaktinio sporto metu, pvz., futbolas ar krepšinis (Ng et al., 2011).

Priekinio kryžminio raiščio plyšimas gali būti dalinis arba visiškas. Dalinis plyšimas gali svyruoti nuo kelių raiščio pluoštų įtrukimų iki beveik visų pluoštų plyšimo. Kartais, tik priekinio kryžminio raiščio deformacija be skaidulų įtrukimų gali sukelti raiščio nepakankamumą (Ng et al., 2011).

Pagal traumą, skaidulų plyšimą bei simptomus, išskiriami trys plyšimo laipsniai:

I laipsnis – lengvas sužalojimas, kuris sukelia tik mikroskopinius skaidulų plyšimus. Šis sužalojimas sukelia neryškius klinikinius simptomus. Nors raištis yra pažeistas, tačiau tai nesutrikdo kelio sąnario funkcijos ir negalima kliniškai nustatyti sąnario nestabilumo.

II – vidutinio sunkumo sužalojimas, skaidulos dalinai įplyšę. Kelio sąnarys gali būti šiek tiek nestabilus, pacientai skundžiasi skausmu, sąnario „išėjimu iš vietos“ stovint arba einant.

III – sunki trauma, kurios metu visiškai plyšta raištis. Jaučiamas stiprus skausmas traumos metu, tačiau po kiek laiko jis sumažėja. Kliniškai nustatomas kelio sąnario nestabilumas (Muckus, 2006; Bazemore et al., 2012).

Raiščiai gali plyšti kontaktinės arba nekontaktinės traumos metu (Bazemore et al., 2012; Boden et al., 2012). Kontaktinės traumos dažniausiai įvyksta kontaktinių sporto šakų metu (pvz., futbolas, krepšinis), kai kelio sąnarys yra priverstinėje padėtyje ir veikiamas stipraus smūgio. Nekontaktinės traumos įvyksta keičiant bėgimo kryptį, nušokant ant vienos kojos, staiga sustojus arba staiga pasukus koją per kelio sąnarį, kai tuo metu, čiurnos sąnarys yra fiksuotas (Agel et al., 2005; Boden et al., 2012).

D. A. Neumann (2002) išskiria tris pagrindinius priekinio kryžminio raiščio plyšimo mechanizmus:

1. Kelio sąnario hiperekstenzija.

2. Didelis valgas pakrypimas su pėdos plantarine fleksija.

3. Arba abu mechanizmai gali būti kombinuoti su vidiniu ašiniu sukimosi momentu (pvz., šlaunikaulis sukasi fiksuoto blauzdikaulio atžvilgiu) (Neumann, 2002).

Be to, kad kontaktinės sporto šakos yra rizikos veiksnys traumai, priekinio kryžminio raiščio pažeidimai dažniau pasitaiko tarp moterų negu tarp vyrų, nors ir gali būti užsiimama ta pačia sporto šaka. Tai gali būti dėl moters hormonų pokyčių menstruacijų metu, ypač priešovuliacinėje fazėje (padidėja estrogeno kiekis). Tačiau, yra manoma, kad didesnį plyšimo paplitimą tarp moterų lemia žymūs anatomiciniai skirtumai, tokie kaip kelio sąnario geometrija ir priekinio kryžminio raiščio plotis, didesnis kelio sąnario anterior – posterior paslankumas, apatinės galūnės statinis lygiavimas bei kūno masės indeksas (Smith et al., 2012a).

Vienas iš rizikos faktorių, yra amžius, nes didėjant žmogaus amžiui, keičiasi priekinių kryžminių raiščių histologija. Labiausiai kinta kolageno skaidulų dezorganizacija. Uždegimo procesai, kolageno degradacija, gleivinės degeneracija, cistiniai pokyčiai, raiščių apvalkalo uždegimas – histologiniai pokyčiai, kurie prasideda nuo 23 metų amžiaus. Taigi, nuo 23 metų yra didesnė tikimybė patirti raiščių traumą. Todėl didžiausias paplitimas yra tarp jaunų žmonių negu tarp vaikų ir vyresnio amžiaus žmonių (Hasegawa et al., 2012).

Prieš tai buvusi priekinio kryžminio raiščio trauma, taip pat yra rizikos faktorius, kad trauma gali pasikartoti. Tačiau, tam reikšmės turi ir tai kaip buvo pažeistas raištis bei pažeidimo laipsnis. Be to, svarbu, kaip pacientui po buvusios traumos sekėsi reabilitacijos procesas (raumenų jėgos, propriocepcijos ir neuroraumeninės kontrolės lavinimas), ar pilnai sugrįžo prie buvusios veiklos (Smith et al, 2012b).

Anatomicinės struktūros taip pat gali būti kaip atskiras rizikos faktorius, nes ne tik moterims, bet ir vyrams būna didesnis kelio sąnario anterior – posterior laisvumas. Taip pat, mažas šlaunikaulio griovelio plotis, sumažėjusi blauzdikaulio medialinė plokštuma – kombinacija, didinanti riziką plyšimui. Pavojinga ir kelio sąnario hiperekstenzija (Smith et al., 2012a).

Manoma, kad ir genetiniai veiksniai turi įtakos priekinio kryžminio raiščio plyšimui. Esant genetiniams veiksniams, įvyksta nekontaktinės priekinių kryžminių raiščių traumos (Smith et al., 2012b).

Viršsvoris – taip pat rizikos faktorius. Yra ištirta, kad moterys, gyvenančios Jungtinėse Amerikos Valstijose, turinčios didesnį negu vidutinis, kūno masės indeksą, dažniau patiria priekinio kryžminio raiščio traumą. Tačiau, nėra atlikta tokių tyrimų su vyrais (Smith et al., 2012b).

### 1.3. Priekinio kryžminio raiščio plyšimo klinika ir diagnostika

Priekinio kryžminio raiščio plyšimo metu dažnai yra girdimas pokštelėjimo garsas, žmogus jaučia kaip kelio sąnarys „išvažiuoja iš savo vietos“. Padidėja kelio sąnario laisvumas, sutrinka neuroraumeninė funkcija, dėl kurios atsiranda dinaminis sąnario nestabilumas (Moksnes et al., 2012).

Be to, raiščio plyšimo klinikiniai simptomai yra kelio sąnario skausmas, kraujo išsiliejimas sąnaryje ir patinimas, kuris po kelių dienų atslūgsta. Gali būti jaučiamas kelio „užsirakinimo“ jausmas (Ng et al., 2011). C. W. Bazemore ir kt. (2012), prie simptomų priskiria negalėjimą pilnai sulenkti ar ištiesti kelio sąnario.

Po kryžminio raiščio plyšimo susilpnėja keturgalvio šlaunies raumens aktyvacija bei jėga, nes yra pažeidžiama kelio sąnario propriocepcija (Cooper et al., 2005, Lynch et al., 2012).

Be to, po raiščio traumos užpakaliniai šlaunies raumenys yra spazmuojami, nes šiek tiek sulenkus kelio sąnarį norima sumažinti priekinio kryžminio raiščio įtempimą. Taigi, užpakaliniai šlaunies raumenys taip pat yra pažeidžiami ir susilpnėja po traumos (Neumann, 2002; Catafalmo et al., 2010).

Priekinio kryžminio raiščio traumų didžioji dalis gali būti diagnozuota surinkus anamnezę ir atlikus klinikinį ištyrimą. Klinikinį ištyrimą apima:

- apžiūra (galima įvertinti anatominių struktūrų lygiavimą, raumenų masės kiekį);
- palpacija (palpuojant kelio sąnarį yra jaučiamas minimalus arba vidutinis sąnario patinimas);
- judesių amplitudės (blauzdos tiesimo ir lenkimo) matavimas;
- bei raumenų jėgos (keturgalvio bei užpakalinių šlaunies) matavimas;
- specialieji testai (Ng et al., 2011).

Priekinis stalčiaus, Lachmano testai ir Pivot Shift testas yra dažniausiai naudojami diagnozuoti priekinių kryžminių raiščių plyšimui. Nors šie testai remiasi kineziterapeuto patirtimi, jie yra veiksmingiausi dėl savo specifiškumo (ypač specifiškas – Pivot Shift) ir testo atlikimo jautrumo (Ng et al., 2011; Bazemore et al., 2012).

Priekinio stalčiaus ir Lachmano testų atlikimas yra panašus, tik skiriasi kelio sąnario kampas testavimo metu. Priekinis stalčiaus testas atliekamas sulenkus kelio sąnarį 90° kampu. Stabilizuojant koją (kad pėda neslystų paviršiumi) yra atliekamas blauzdikaulio slydimas anterior kryptimi (2 pav). Lachmano testo metu kelio sąnarys turi būti sulenktas 20° kampu ir taip pat yra atliekamas blauzdikaulio slydimas anterior kryptimi (3 pav.). Jeigu yra jaučiamas sąnario laisvumas, blauzdikaulis lengvai slysta anterior kryptimi - tai Priekinio stalčiaus ir Lachmano testai yra teigiami (Gross et al., 2009; Rossi et al., 2011).



**2. pav.** *Priekinio stalčiaus testas (Rossi et al., 2011).*



**3 pav.** *Lachmano testas (Lam et al., 2009).*

Pivot Shift testas – kompleksinis testas. Atliekant testą, tyrėjas turi abiem rankom suimti ištiestos kojos blauzdą. Viena ranka ties kelio sąnariu, kita – virš čiurnos sąnario. Tada atliekama vidinė blauzdos rotacija. Lenkiant kelio sąnarį iki  $40^\circ$ , keliui suteikiama valgus apkrova (4 pav). Jeigu testo metu jaučiamas ir girdimas pokštelėjimas arba įvyksta blauzdikaulio subluksacija ties  $20^\circ$  kelio sąnario lenkimu – testas teigiamas (Lam et al., 2009).



**4 pav.** *Pivot Shift testas (Lam et al., 2009).*

Tačiau, esant ūmiai raiščio traumai, dėl skausmo ar patinimo gali būti ribotas klinikis ištyrimas. Be to, testų atlikimą gali riboti ir kitos traumos, pvz., mensiko plyšimas. Todėl patvirtinti diagnozei yra atliekami radiologiniai tyrimai: rentgeninis tyrimas, kompiuterinė tomografija ir magnetinis bangų rezonansas (Ng et al., 2011).

Rentgeninio tyrimo metu yra sunku pastebėti priekinio kryžminio raiščio plyšimą. Todėl rentgeno nuotraukoje priekinio kryžminio raiščio plyšimas yra siejamas su kaulinių struktūrų pakitimais. Dažniausiai visiškas raiščio plyšimas būna kartu su avulsiniu blauzdikaulio lateralinio krumplio lūžiu. Jeigu priekinio kryžminio raiščio plyšimas buvo pastebėtas rentgeninio tyrimo metu, tada kompiuterinė tomografija yra naudinga apibūdinant plyšimo dydį (Ng et al., 2011).

Išsamiausias radiologinis tyrimas - magnetinis bangų rezonansas. Jo metu yra matoma plyšimo vieta, bei pažeistų skaidulų kiekis (Bazemore et al., 2012). Pagal tai plyšimas skirstomas į lengvą (plyšę mažiau negu 10 proc. skaidulų), vidutinį (10 – 50 proc. skaidulų plyšę) ir sunkų plyšimą (daugiau negu 50 proc. plyšę) (Ng et al., 2011).

#### **1.4. Gydyimas po priekinio kryžminio raiščio plyšimo**

Priekinio kryžminio raiščio plyšimo gydymas yra pakankamai brangus, tačiau ne visada sėkmingas, nes kai kuriais atvejais nepavykstama sugrįžti prie buvusio fizinio aktyvumo lygio (Smith et al., 2012).

Gydymas yra skirstomas į konservatyvų ir chirurginį. Konservatyvus gydymas yra taikomas po traumos - ūmiame periode, taip pat, jei pacientas nėra fiziškai aktyvus, jei paciento stiprus raumenynas ir nesužaloti kiti raiščiai. Chirurginis gydymas taikomas tada, kai kelio sąnarys yra nestabilus, skausmingas ir ištinęs, nors po traumos praėjo kelios savaitės, jei yra sąnaryje artrininiai pokyčiai bei jeigu pacientas yra jaunas, sportuojantis ir nori būti fiziškai aktyvus (Meuffels et al., 2012).

Ūmioje raiščio plyšimo fazėje svarbiausia yra kontroliuoti ir mažinti kelio sąnario skausmą, patinimą bei apsaugoti kelio sąnario kitas struktūras nuo sužeidimų. Taikomas PRICE metodas (P – apsaugoti sąnarį, R – ramybė, I – šaldymas, C – kompresija (arba imobilizacija), E – galūnės pakėlimas). Skausmo ir uždegimo mažinimui gali būti naudojami medikamentai prieš uždegimą arba taikomi krioterapijos, elektrinio transkutaninio nervo stimuliavimo (TENS) metodai (Bazemore et al., 2012).

Taip pat konservatyvus gydymas apima pratimus, kurie gerina kelio sąnario funkciją, didina jėgą, judesių amplitudę bei funkciją pajėgumą. Be to, yra lavinama pusiausvyra. Konservatyvus

gydymo metu – svarbu stebėti bei kontroliuoti kelio sąnario nestabilumą, stiprinant raumenis (keturgalvio šlaunies) ar taikant funkcinį kelio sąnario įtvarą (Meuffels et al., 2012).

Be to, gali būti taikoma manualinė terapija: PNF tempimo metodika ir masažas. Šios metodikos gerina kraujotaką, didina raumens lankstumą bei kelio sąnario judesių amplitudę (Bazemore et al., 2012).

Plyšus priekiniams kryžminiems raiščiams, 65 proc atvejų yra gydomi atliekant operaciją (Adams et al., 2012). Chirurginis gydymas taikomas atliekant plyšusio priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos operaciją artroskopiniu būdu. Priekinio kryžminio raiščio tranplantantu gali būti pusgyslinio, grakščiojo raumens raiščiai, girnelės raištis bei sintetinis raištis (Eck et al., 2011; Frobell et al., 2013).

Gali būti taikoma ankstyva rekonstrukcija, maždaug po 2 – 3 savaičių, po traumos, kai praeina kelio sąnario uždegimas, sumažėja skausmas bei tinimas. Gali būti taikoma ir vėlyva rekonstrukcijos operacija (pvz., praėjus penkiems metams po traumos). Vėlyva operacija taikoma, dėl to, kad ankščiau nebuvo pastebėta trauma arba operacija yra vis atšaukiama dėl kitų priežasčių (pvz., sveikatos sutrikimų) (Fobell et al., 2013).

Reabilitacija po priekinių kryžminių raiščių operacijos – tai taip pat konservatyvus gydymas. Reabilitacija po rekonstrukcijos operacijos - ilgai trunkantis procesas, kuris pagal D. Adams ir kt. (2012) apima penkias fazes: reabilitacija iš karto po operacijos, ankstyva reabilitacija, vidurinė ir paskutinė reabilitacijos fazės. Reabilitacijos metu yra kontroliuojama kelio sąnario apkrova, eisenos biomechanika, mažinami klinikiniai požymiai likę po operacijos. Taip pat lavinama pusiausvyra, didinama raumenų jėga (White et al., 2013).

Be to, D. Adams ir kt. (2012) teigia, kad tinkamai taikoma reabilitacija prieš priekinių kryžminių raiščių operaciją gali turėti teigiamos įtakos rezultatams taikomai reabilitacijai po rekonstrukcijos operacijos. Pacientams po reabilitacijos prieš operaciją yra atstatoma pilna kelio tiesimo amplitudė, pacientas gali kelti koją, pilnai ištiestą per kelio sąnarį. Taip pat, sumažėja arba visiškai išnyksta kraujas išsiliejimas į sąnarį. Todėl, po operacijos yra greičiau atstatoma kelio sąnario funkcija bei fizinio aktyvumo lygis, kuris buvo prieš traumą. (Adams et al., 2012). Taip pat yra didinama keturgalvio šlaunies ir užpakalinių šlaunies raumenų jėga (Greenberg, 2012).

Taigi, pagrindiniai reabilitacijos tikslai prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją yra:

- Išnykęs arba minimalus kraujas išsiliejimas į kelio sąnario ertmę;
- Pilna kelio sąnario tiesimo amplitudė;
- Keliant tiesią koją, kelio sąnarys turi būti pilnai ištiestas (kelio sąnario tiesimas neturi „atsilikti“) (Adams et al., 2012).

Reabilitacija prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją taip pat naudinga tuo, kad pacientas yra supažindinamas su reabilitacija po operacijos. Išmokstama taisyklingai atlikti pratimus (Greenberg, 2012).

### 1.5. Pusiausvyra, jos pokyčiai po priekinio kryžminio raiščio plyšimo ir ištyrimas

Pusiausvyra – tai sudėtingas procesas, kurio metu yra išlaikoma pastovi kūno padėtis. (Guskiewiz & Perrin, 1996). Kiti mokslininkai teigia, kad žmogaus pusiausvyros terminas neturi savo tikslaus apibrėžimo. Jie pusiausvyrą susieja su kūno padėties kontrole, nes ši kontrolė apibrėžiama kaip pusiausvyros išlaikymas ar atstatymas esant bet kokioje pozicijoje ar atliekant įvairius veiksmus (Pollock et al., 2000).

Pusiausvyros kontrolė – kūno masės centro kontrolė už jo stabilumo ribų (Maninnci & Horak, 2010). Kūno masės centras – tai ekvivalentinis taškas, kuriame yra visa kūno masė. Kūno masės centro vertikali projekcija su žeme yra dažnai vadinama gravitacijos centru (Guskiewiz & Perrin, 1996).

Pusiausvyros sistemos funkciniai tikslai apima: 1) išlaikymą tiesios kūno padėties sėdint ar stovint, 2) paprasčiausių judesių palengvinimą, tokių kaip kūno padėties pasikeitimas, 3) reakcijas, kurios reikalingos išlaikyti pusiausvyrą esant trikdžiams, pvz., paslydus, užkluvius ar pastūmus. Be to, žmogaus kūno pusiausvyra yra ne tik būtina išlaikyti pastovią kūno padėtį - **statinė pusiausvyra**, bet ir reikalinga saugiam žmogaus mobilumui kasdieniniame gyvenime, pvz., stovint atlikti įvairius manualinius judesius, sėsti - stotis nuo kėdės, vaikščioti ir apsisukti - **dinaminė pusiausvyra** (Maninnci & Horak, 2010).

Pusiausvyra yra išlaikoma dėl kompleksinių kūno sistemų integracijos ir koordinacijos. Kūno padėties išlaikyme dalyvauja vestibulinė, vizualinė, klausos, motorinė ir premotorinė sistemos (Maninnci & Horak, 2010). Vestibulinis aparatas ir akys dalyvauja reakcijose kūno išlaikymo vertikalioje padėtyje. Šios reakcijos yra vienos svarbiausios valdant kūno pozos išlaikymą. O judėjimo pusiausvyros (dinaminės) valdymas priklauso nuo atramos reakcijų, kurios priklauso nuo pėdų kontaktavimo su paviršiumi. (Skurvydas, 2011).

Pusiausvyros kontrolei svarbų vaidmenį turi raumenų verpstės ir Goldžio receptoriai (II tipo aferentiniai receptoriai) sausgyslėse. Jie teikia informaciją nervų sistemai apie kiekvieno raumens būklę, nes raumens ilgis ir jo pokyčiai yra registruojami tempimo receptorių, kurie yra raumenyse. Raumens verpstės siunčia šią informaciją į nervų sistemą. Goldžio receptoriai (proprioceptorai), esantys netoli sausgyslės jungimosi vietoje su raumenimi, yra atsakingi už informacijos perdavimą apie raumens įtempimą. (Guskiewicz & Perrin, 1996).



Taigi, statinei pusiausvyrai išlaikyti yra reikalingas grįžtamasis ryšys tarp galvos smegenų ir kaulų – raumenų sistemos. Kojų, pėdų ir liemens raumenynas dėl grįžtamuojo ryšio leidžia žmogui stovėti tiesiai nugalint gravitacijos jėgas (Guskiewicz & Perrin, 1996).

Pusiausvyros išlaikymo mechanizmas yra pagrįstas vidiniais modeliais. Vidiniai modeliai susiformuoja galvos smegenyse. Jų veikimo esmė: įvertinę kūno padėtį, aplinką ir prieš tai buvusią patirtį bei iš anksto prognozavę norimą kūno būseną (pusiausvyrą), sukuria tokią motorinę programą, kuri leistų pasiekti norimą tikslą. Pagrindinis šio mechanizmo privalumas yra tas, kad pusiausvyra koreguojama labai greitai, nes vidiniai modeliai ne tik iš anksto užfiksuoja klaidas, bet ir greitai jas taiso (Skurvydas, 2011).

Be vidinio modelio mechanizmų, pusiausvyros išlaikyme dalyvauja raumenų ir sąnarių kinematinė grandinė. Pagrindiniai raumenys kontroliuojant kūno pozą yra: juosmens ir pilvo raumenys, užpakaliniai šlaunies raumenys, keturgalvis šlaunies, dvilypis blauzdos ir priekinis blauzdos raumuo. Jų sinergija ypač svarbi einant arba esant netikėtam pusiausvyros sutrikdymui (dinaminė pusiausvyra) (Chvatal & Ting, 2013).

Pusiausvyros valdymo mechanizmai yra mobilizuojami nuo distalinių raumenų ar sąnarių link proksimalinių. Žinomos trys pusiausvyros išlaikymo strategijos: 1) blauzdos – pėdos, 2) klubo, 3) „žingsnio“. Vyresni žmonės dažniau pasirenka klubo ir „žingsnio“ strategijas (Skurvydas, 2011).

**Pusiausvyros sutrikimai** gali atsirasti ne tik dėl patalogijų (pvz., neurologinių ligų), bet ir dėl sensorinių sutrikimų bei dėl raumenų silpnumo (Maninnci & Horak, 2010; Skurvydas, 2011). Plyšus priekiniam kryžminiam raiščiui susilpnėja užpakalinių šlaunies raumenų bei keturgalvio šlaunies raumens aktyvacija ir jėga (Neumann, 2002). Šie raumenys yra vieni iš svarbiausių kontroliuojant kūno padėtį, esant jų silpnumui yra sutrikdomas normalus kūno pusiausvyros išlaikymas (Maninnci & Horak, 2010).

Plyšus priekiniam kryžminiam raiščiui yra sutrikdoma kelio sąnario propriocepcija (neuro aferentacija į CNS) (Cooper et al., 2005), sumažėja kelio sąnario kinestezija (kūno dalies ar dalių padėties ir judėjimo krypties jautrumas), sutrikdomas grįžtamasis ryšys iš nervinių centrų, todėl pablogėja pažeistos kojos gebėjimas išlaikyti pusiausvyrą. Propriocepcija yra pažeidžiama nepriklausomai nuo to plyšimas dalinis ar visiškas (Guskiewicz & Perrin, 1996).

Proprioceptoriai yra ne tik odoje ir sausgyslėse, bet ir sąnariuose bei raumenyse. Pažeista propriocepcija turi įtakos pablogėjusiam raumenų valdymui tuo pačiu ir statinei bei dinaminei pusiausvyrai, nes propriocepcijos aferentai (mechanoreceptoriai) dalyvauja išlaikant kūno pozą (statinė pusiausvyra) bei kontroliuojant kūno poziciją judant (dinaminė pusiausvyra) (Kumbrink, 2012).

**Pusiausvyros ištyrimas** yra skirstomas į klinikinį ir į objektyvų. Klinikinis apima funkcinius, fiziologinius ir kiekybinius pusiausvyros įvertinimo metodus. Objektyvus pusiausvyros

įvertinimas – instrumentiniai metodai (naudojant kompiuterines technikas, jutiklius). Klinikinis ištyrimas padeda įvertinti kritimų riziką bei apibrėžti pagrindines pusiausvyros sutrikimų priežastis, tačiau objektyvus ištyrimas yra išsamesnis ir specifiskesnis negu klinikinis (Maninnci & Horak, 2010).

M. Maninnci ir F. B. Horak (2010) išskiria dažniausiai naudojamus specialiuosius testus pusiausvyrai įvertinti:

- Bergo funkcinė pusiausvyros skalė. Ji apima sėdėjimą, stovėjimą, kūno pozos išlaikymą, tačiau nevertina dinaminės pusiausvyros.
- Tinetti pusiausvyros ir eisenos įvertinimas. Įvertinimą sudaro 14 pusiausvyros ir 10 eisenos testų.
- Stotis ir Eiti testas. Tiriamasis sėdi ant kėdės, atsistoja, eina tiesiai 3 m, apsisuka, grįžta atgal ir vėl atsisėda. Matuojamas laikas, per kurį pacientas atlieka testą (norma – apie 10 s).
- Stovėjimas ant vienos kojos. Stovint ant vienos kojos, kita pėda laikoma virš grindų, šalia testuojamos kojos, rankos ant klubų. Matuojamas laikas nuo testo pradžios iki tol kol pėda paliečia grindis arba rankomis nebesilaikoma už klubų (Maninnci & Horak, 2010).

B. L. Riemann ir R. Schmitz (2012) išskiria ir Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testą skirtą dinaminei pusiausvyrai įvertinti.

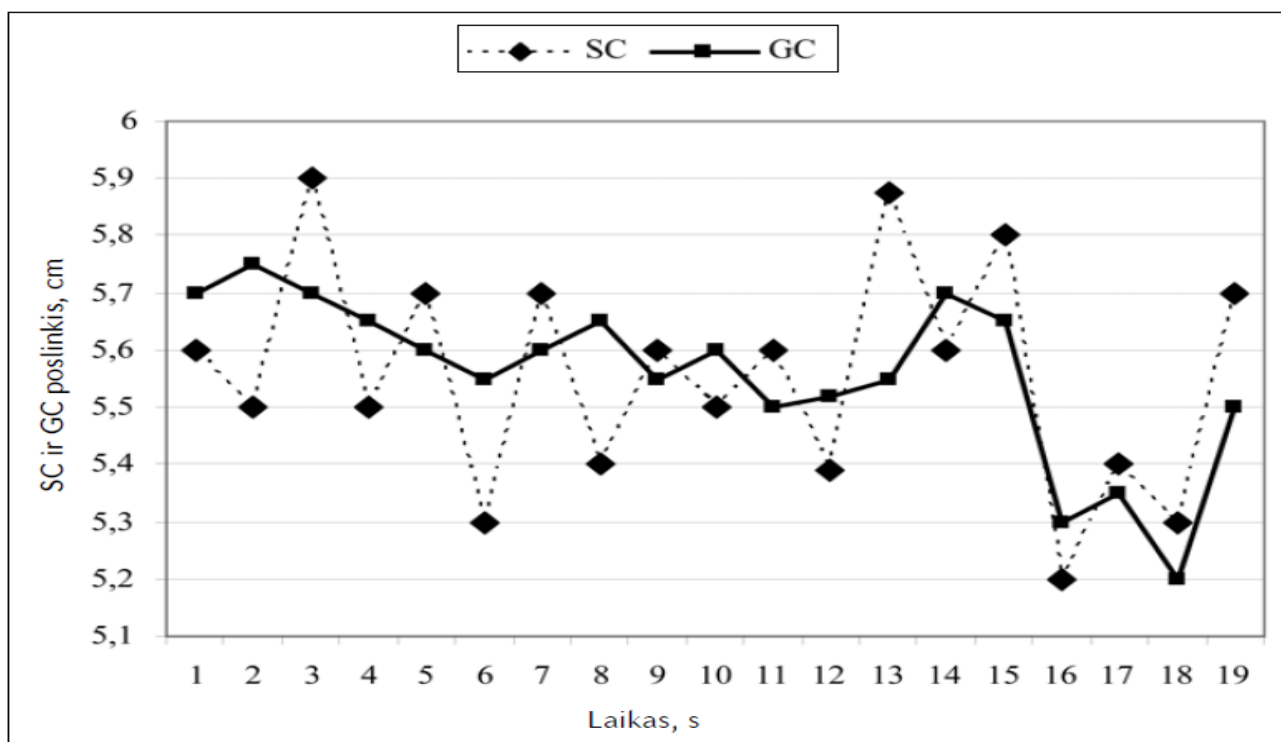
Instrumentiniai tyrimai taikomi pusiausvyrai tirti – statinės ir dinaminės posturografijos. Jų metu galima tiksliau išsiaiškinti pusiausvyros sutrikimo priežastis. Be to, posturografijų metu galima tirti įvairių veiksnių poveikį pusiausvyrai, parinkti tinkamą reabilitacijos programą bei įvertinti jos poveikį (Maninnci & Horak, 2010; Juodžbalienė ir Muckus, 2010).

Posturografijoms tirti yra naudojamos tenzoplatiforos (pvz., Kistler jėgos plokštė, Biodekso pusiausvyros sistema) bei kompiuterinė įranga, kuri registruoja rodiklius. Registruojami rodikliai – slėgio centro arba gravitacijos centro slėgio koordinatės (Mohammadirad et al., 2012, Česnaitienė ir kt., 2009). Pusiausvyra gali būti tiriama pacientui stovint ant abiejų ar ant vienos kojos, einant atliekant šuolio testus (pvz., vertikalus šuolis) (Maninnci & Horak, 2010).

Posturografijų metu yra nustatomos ne tik kūno masės centro koordinatės ir yra įvertinamas jo stabilumas. Tačiau, V. Juodžbalienė ir K. Muckus (2010) teigia, kad yra sudėtinga išmatuoti kūno masės centro padėties stabilumą, todėl apie jo koordinates sprendžiama iš slėgio centro arba gravitacijos centro poslinkių (5 pav.) (Juodžbalienė ir Muckus, 2010).

Nors instrumentiniai pusiausvyros tyrimai yra išsamens, tačiau sudėtinga juos atlikti, nes ne visos įstaigos turi tam reikalingas priemones (jėgos plokštės, jutiklius, kompiuterinę techniką) (Maninnci & Horak, 2010).

Instrumentiniai ir specialieji testai gali būti naudojami tiriant pusiausvyrą po priekinio kryžminio raiščio plyšimo (Maninnci & Horak, 2010; Mohammadirad et al., 2012).



**5 pav.** Gravitacijos centro (GC) ir slėgio centro (SC) padėties pokyčių kreivės ramiai stovint statinės postorografijos tyrimo metu (Juodžbalienė ir Muckus, 2010).

## 1.6. Kineziterapija po priekinio kryžminio raiščio plyšimo

Po priekinio kryžminio raiščio plyšimo pagrindiniai kineziterapijos tikslai yra:

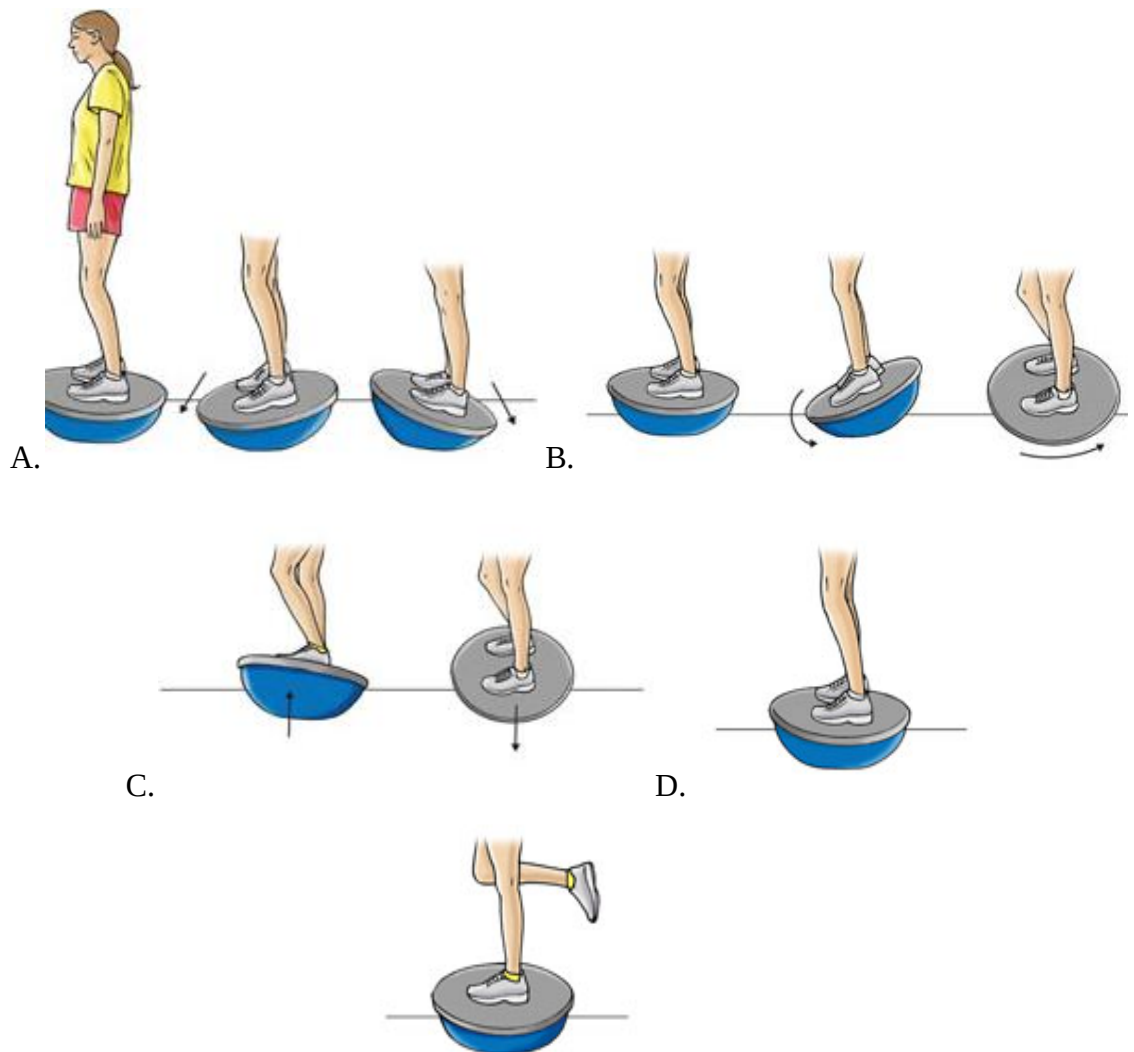
- mažinti klinikinius požymius (kelio sąnario tinimą, kraujo išsiliejimą į sąnarį skausmą);
- didinti kelio sąnario stabilumą;
- stiprinti keturgalvio ir užpakalinius šlaunies raumenis;
- gerinti pusiausvyrą (Adams et. al., 2012).

Kai sumažėja kelio sąnario tinimas, kraujo išsiliejimas į sąnarį bei skausmas, iš karto yra taikomi intensyvūs pusiausvyros, kinestezijos lavinimo, jėgos stiprinimo, pliometriniai pratimai (Eitzen et al., 2010).

Taigi, kineziterapiją sudaro pusiausvyros ir propriocepcijos treniravimo pratimai (6 pav.). Šie pratimai turi teigiamos įtakos kelio sąnario funkcijai, nes gerina kelio sąnario padėties jutimą bei lavina statinės ir dinaminės pusiausvyros išlaikymą. Pratimai gali būti statiniai (pvz., svorio pernešimas) bei dinaminiai (pvz., išlaikyti pusiausvyrą ant nestabilios plokštumos, atliekant

judesius rankomis arba koja) (Meuffels et al., 2012). Pusiausvyrai skirti pratimai yra laipsniškai sunkinami didinant nestabilumą, keičiant atramos plotą. Šie pratimai gali būti atliekami ir užsimerkus (Schwager, 2009).

Be to, pusiausvyros pratimai ne tik gerina apatinių galūnių pusiausvyrą, bet ir lavina liemens raumenis, kurie yra svarbūs išlaikant kūno pozą statinės ir dinaminės pusiausvyros metu (White et al., 2013).



**6 pav.** Pusiausvyros ir propriocepcijos lavinimo pratimų su nestabilia plokštuma pavyzdžiai (Schwager, 2009).

*A – pratimas atliekamas pernešant svorį ant pirštų galų, tada ant kulnų;*

*B – plokštumos sukimas;*

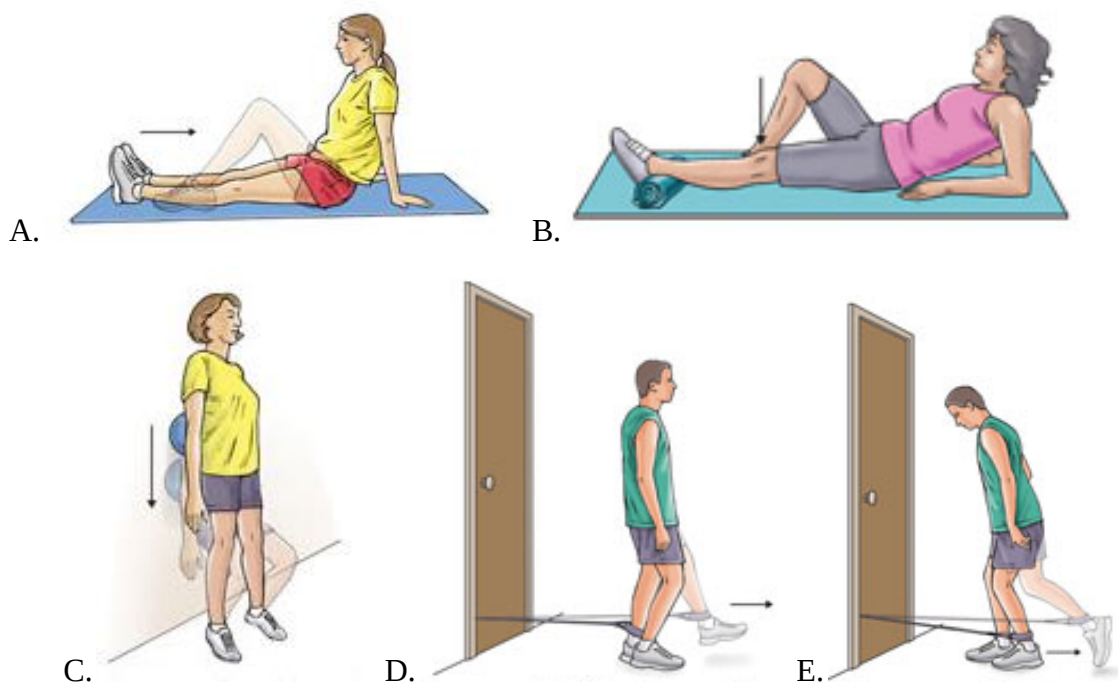
*C – svorio pernešimas ant vienos kojos, po to ant kitos;*

*D – pusiausvyros išlaikymas stovint ant abiejų kojų; pusiausvyros išlaikymas stovint ant vienos kojos.*

Po priekinio kryžminio raiščio plyšimo taip pat ir po rekonstrukcijos operacijos, pagrindiniai stiprinami raumenys yra keturgalvio bei užpakaliniai šlaunies raumenys. Šiems raumenims stiprinti yra taikomi atviros ir uždaros kinematinės grandinės pratimai. Taip pat yra taikomi pliometriniai,

izometriniai, ekscentriniai, kocentriniai pratimai (7 pav.) (Meuffels et al., 2012). Atviros kinematinės grandinės pratimai ypač didina keturgalvio šlaunies raumens jėgą. Pratimai yra atliekami ir sveika ir pažeista koja, arba tik su pažeista. (Eitzen et al., 2010).

Kineziterapijos programa kiekvienam pacientui turi būti sudaryta individualiai, atsižvelgiant į paciento buvusį ir esamą fizinio aktyvumo lygį, į nuovargį bei savijautą. (Eitzen et al., 2010).



**7 pav.** *Raumenų stiprinimo pratimų pavyzdžiai (Schwager, 2009).*

*A – slydimas kulnu;*

*B – izometrinis raumenų įtempimas spaudžiant volelį žemyn;*

*C – pritūpimai, atliekami remiantis į sieną su kamuoliu.*

*D – šlaunies lenkimas išlaikant tiesią koją per kelio sąnarį, kai suteikiamas pasipriešinimas su „Thera – band“ juosta.*

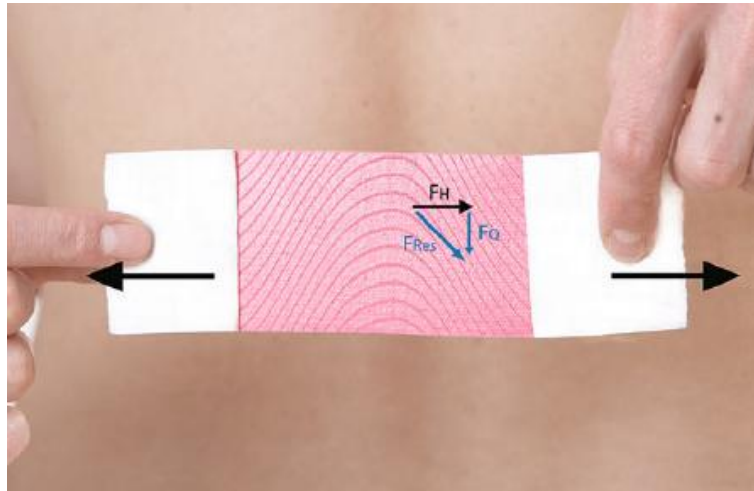
*E – kojos tiesimas atgal su „Thera – band“ juosta.*

## 1.7. Kinezioteipavimas

Kinezioteipą ir kinezioteipavimo metodus 1970 metais sukūrė japonų chiropraktikas D. Kenso Kase. Jis buvo sukurtas sportinių traumų prevencijai ir gydymui. Kinezioteipavimas principas: kinezioteipas neriboja judesių amplitudės ir leidžia atsistatyti pačiai kūno raumenų – griaučių sistemai (Williams et al., 2012).

Kinezioteipas yra elastinis pleistras, 5 cm pločio. Kinezioteipo storis yra toks pats kaip žmogaus odos epidermio (Kase et al., 2003). Viena kinezioteipo pusė padengta kliju. Akriliniai kliju yra išlieti išilgai kinezioteipo, pasikartojančia sinusoidine forma (8 pav.). Toks išilginių jėgų

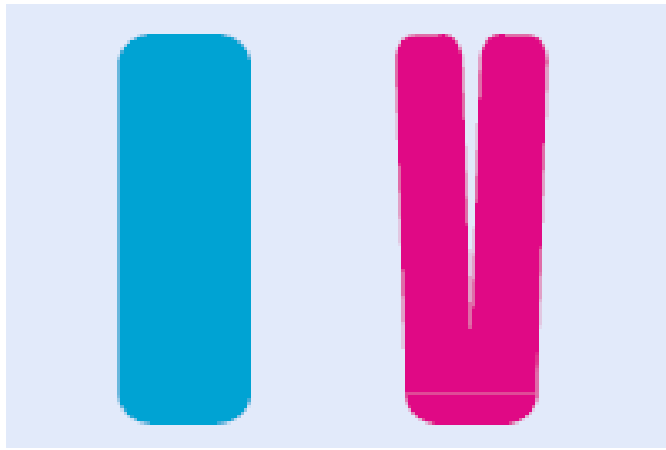
judėjimas leidžia ištempti kinezioteipą. Jis gali būti ištempiamas iki 130 – 140 proc. savo ilgio. Tempimas yra svarbus naudojant įvairias kinezioteipavimo technikas (Kumbrink et al, 2012; Campolo et al, 2013).



**8 pav.** Kinezioteipo klijų sinusoidinis išsidėstymas ir veikiančių jėgų pasiskirstymas.  $F_H$  – išilginė jėga,  $F_Q$  – skersinė jėga,  $F_{Res}$  – klijų pasiskirstymas (Kumbrink, 2012).

Kinezioteipavimo technikos yra skirstomos pagal kinezioteipo juostos iškirptą formą: „I“, „Y“ (9 pav.), „X“, vėduoklė, tinklas, spurga (Kase et al., 2003).

- „Y“ – dažniausiai naudojama technika, skirta silpniems raumenims, norint padidinti jų jėgą.
- „I“ technika dažniausiai naudojama ūmios traumos metu pažeistiems raumenims. Šios technikos tikslas – mažinti edemą ir skausmą.
- „X“ - naudojama raumenims, kurių yra pasikeitęs funkcijos „modelis“ dėl netaisyklingų padėčių.
- Vėduoklės ir tinklo technikos naudojamos limfos tekėjimui gerinti.
- Spurgos technika yra skirta edemai mažinti uždegimo „židinio“ vietoje (Kase et al., 2003).



**9 pav.** „I“ ir „Y“ kinezioteipavimo technikos (Kumbrink, 2012).

Be to, pagal tai, ką norima paveikti kinezioteipavimu, K. Kase ir kt. (2003) išskiria šešias metodikas:

1. Mechaninė korekcinė metodika. Jos metu yra stimuliuojami raumenys, fascijos, koreguojama sąnarių padėtis.
2. Fascijos korekcija. Kinezioteipas naudojamas prilaikyti arba padėti fascijai išbūti tam tikroje padėtyje.
3. Erdvės sukūrimo. Šios metodikos metu yra šiek tiek pakeliama oda virš uždegiminės vietos.
4. Raiščių / sausgyslių. Naudojama norint padidinti mechanoreceptorių stimuliaciją.
5. Funkcinė technika. Naudojama norint padidinti proprioceptorių stimuliaciją.
6. Limfinė. Ši technika naudojama norint pagerinti limfos nutekėjimą (Kase et al., 2003).

B. Kumbrink (2012) išskiria šias kinezioteipavimo metodikas:

- Raumeninė – kinezioteipas ištempiamas 10 proc., naudojama „I“ ir „Y“ technikos.
- Raištinė – maksimalus kinezioteipo ištempimas, „I“ technika.
- Korekcinė – taip pat maksimalus kinezioteipo ištempimas, tačiau naudojama „Y“ technika.
- Limfinė – dažniausiai taikoma be kinezioteipo tempimo (Kumbrink, 2012).

Taip pat, yra išskiriami du pagrindiniai kinezioteipavimo būdai, slopinimo ir stimuliacijos. Norint slopinti raumens veiklą (dėl pertempimo ar nuovargio), kinezioteipas yra klijuojamas nuo raumens pabaigos link raumens pradžios ir ištempiamas 15 – 25 proc. Norint stimuliuoti raumenį, padidinti jo tonusą, kinezioteipas klijuojamas nuo raumens pradžios link pabaigos su 25 – 50 proc. ištempimu. Tačiau, kinezioteipuojant abiem būdais, kinezioteipas, klijavimo pradžioje ir pabaigoje, klijuojamas be įtempimo, kad žmogus nejaustų diskomforto (Kase et al., 2003; Yasukawa, 2006).

Kontraindikacijos kinezioteipavimui (Kumbrink, 2012):

- atviros žaizdos;

- nesugiję randai;
- odos bėrimai, pvz., žvynelinė;
- alergija sudedamajai kinezioteipo daliai akrilui;
- nėštumo pirmo trimestro metu negalima taikyti kinezioteipavimo lyties organų zonoje;
- vartojami antikoagulantai (priežastys dar nėra žinomos, tačiau, žmonėms vartojantiems šiuos medikamentus, užklįjavus kinezioteipą ant odos atsiranda mažos hemoragijos) (Kumbrink, 2012).

Pagrindinės kinezioteipavimo funkcijos: gerinti raumenų funkciją bei kraujotaką, mažinti skausmą, koreguoti sąnario funkciją. (Kumbrink, 2012).

**Plyšus priekiniams kryžminiems raiščiams** yra taikomas kinezioteipavimas prieš operaciją ir po jos. Taikant kinezioteipavimą prieš operaciją, pagrindinis tikslas yra padidinti blauzdos lenkėjų ir tiesėjų raumenų jėgą. Po operacijos, dažniausiai kinezioteipavimas taikomas norint sumažinti kelio sąnario skausmą ir tinimą (Murray, 2000).

Taip pat, plyšus priekiniams kryžminiems raiščiams yra sutrikdomas normalus kūno pusiausvyros išlaikymas (Maninnci & Horak, 2010). Todėl kinezioteipas per odos mechanoreceptorius veikia propriocepriją ir yra geriau jaučiama kūno pozicija bei judesiai išlaikant kūno pusiausvyrą. (Kumbrink, 2012).

Tačiau, kinezioteipavimas yra dažniausiai naudojamas sveikiems sportininkams, norint išvengti priekinio kryžminio raiščio traumų (Williams et al., 2012, Bassett et al., 2010).



## **2. TYRIMO METODAI IR ORGANIZAVIMAS**

### **2.1. Tiriamieji**

Tyrime dalyvavo 8 netreniruoti, tačiau fiziškai aktyvūs vyrai, kuriems yra plyšę kairės arba dešinės kojos priekiniai kryžminiai kelio sąnario raiščiai. Tiriamieji traumą patyrė maždaug prieš tris mėnesius. Tiriamųjų amžius  $35,5 \pm 9,1$  metų, svoris –  $85 \pm 19,6$  kg., ūgis  $182,4 \pm 4,8$  cm. Pagrindiniai tiriamųjų atrankos kriterijai:

1. Traumuotas tik vieno kelio sąnario priekinis kryžminis raištis.
2. Tiriamiesiems negali būti atlikta priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos operacija.

Į tyrimą nebuvo įtraukti tiriamieji, kurie:

1. Ankščiau buvo patyrę bet kurio kelio raiščio plyšimą arba buvo atliktos priekinio kryžminio raiščio operacijos.
2. Šiuo metu yra plyšę kiti bet kurio kelio sąnario raiščiai.
3. Serga osteoartritu.

Tiriamieji buvo supažindinti su tyrimo eiga, tikslais, metodais bei sutiko, kad jų duomenys, gauti tyrimo metu, būtų naudojami mokymosi tikslais.

### **2.2. Tyrimo metodai**

#### **Statinės ir dinaminės pusiausvyros nustatymas posturografijos metodu stovint ant vienos kojos**

Tiriamųjų pusiausvyrai nustatyti buvo taikomas instrumentinis posturografijos metodas su KISTLER jėgos plokšte (Šveicarija, Slimline System 9286). Buvo naudojama ne tik tenzoplatforma, bet ir kompiuterinė įranga signalams registruoti.

KISTLER jėgos plokštė (10 pav.) tiria žmogaus biomechanines ypatybes. Su šia jėgos plokšte yra registruojami žmogaus slėgio centro bei atramos reakcijos jėgos vertikaliosios dedamosios vektoriaus pradžios taško koordinatų pokyčiai. Iš gautų rezultatų galima nustatyti slėgio centro svyravimus  $A_x$  (šonine) ir  $A_y$  (pirmyn - atgal) ašyse. Taip pat galima nustatyti svyravimų greitį bei jų trajektorijos ilgį (Česnaitienė ir kt., 2009; Česnaitienė ir kt., 2008).



**10 pav.** KISTLER platforma ([http://www.kmu.edu.tw/~sportsmed/Guo/English/lib\\_1.htm](http://www.kmu.edu.tw/~sportsmed/Guo/English/lib_1.htm)).

Pusiausvyra buvo matuojama tiriamajam stovint ant platformos. Pusiausvyra pradedama registruoti tik tada, kai tiriamasis taisyklingai stovi. Testavimo metu tiriamasis turėjo žiūrėti tiesiai į akių lygyje pažymėtą tašką, už 2m.

Statinei pusiausvyrai nustatyti buvo prašoma tiriamųjų stovėti ant vienos kojos, kitą koją būti sulenkus  $90^\circ$  kampu per kelio sąnarį, rankos turi būti nuleistos prie šonų. Duomenų registravimo laikas - 20s.

Dinaminei pusiausvyrai nustatyti buvo naudojamas šuolis ant vienos kojos. Tiriamasis turi stovėti tiesiai, ant vienos kojos, kitą sulenkęs  $90^\circ$  kampu, rankas taip pat nuleidęs prie šonų. Po duoto signalo, tiriamasis pašoko ant vienos kojos ir nusileido ant tenzoplatfomos. Pusiausvyrą po šuolio reikėjo išlaikyti 15s.

Registruojamo laiko diskretizacija – 10 ms.

Tyrimo metu buvo matuojama:

- Pusiausvyra stovint ant sveikos kojos (20 s);
- Pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos (20 s);
- Pusiausvyros išlaikymas po šuolio ant sveikos kojos (15 s);
- Pusiausvyros išlaikymas po šuolio ant pažeistos kojos (15 s);
- Pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu (20 s);
- Pusiausvyros išlaikymas po šuolio ant pažeistos kojos su kinezioteipu (15 s).

Tarp šių matavimų būdavo skirta po 60 s laiko pailsėti, kad nuovargis neturėtų įtakos tyrimo rezultatams.

Posturografijos metu buvo registruojamos kūno masės slėgio centro koordinatijų kitimo kreivės sagitalinėje (x) ir skersinėje (y) ašyse.

Tiriamųjų pusiausvyros būklei įvertinti buvo skaičiuojami parametrai:

- $A_x$  – kūno masės slėgio centro poslinkis (mm) šonine kryptimi;
- $A_y$  - kūno masės slėgio centro poslinks (mm) pirmyn – atgal kryptimi.

## 2.3. Tyrimo organizavimas

Tyrimas buvo atliktas 2013 metų vasario – kovo mėnesį, Lietuvos Sporto Universitete, Judesių fundamentaliųjų ir klinikinių tyrimų laboratorijoje. Tiriamieji buvo iš VŠĮ Kauno Raudonojo Kryžiaus klinikinės ligoninės.

Tyrimo metu posturografijos metodu buvo testuojama:

- statinė pusiausvyra stovint ant vienos kojos (20 s);
- dinaminė pusiausvyra ant vienos kojos (15 s).

Testuojamos sveika ir pažeista kojos.

Testavimai vyko du kartus:

1. Prieš kineziterapiją.
2. Po kineziterapijos.

Taip pat, testavimo metu buvo taikomas kinezioteipavimas pažeistos kojos keturgalvio šlaunies raumeniui bei užpakaliniams šlaunies raumenims. Po kinezioteipavimo turi būti 10 - ies min. pertrauka, nes per šį laiką, kinezioteipas visiškai prilimpa prie odos. Po petraukos vėl matuojama statinė ir dinaminė pusiausvyra posturografijos metodu stovint ant pažeistos kojos. Po testavimo, tiriamieji, jeigu norėjo galėjo likti su kinezioteipu kelias dienas, tačiau, tuo metu negalėjo vykdyti kineziterapiją, nes tiriamieji kinezioteipavimo momentinį poveikį.

Kinezioteipavimas buvo atliekamas raumenine technika, kinezioteipą iškirpus „Y“ ir „I“ formomis bei klijavimo metu jį įtempiant 10 proc.

Tyrimo metu buvo naudotas Švedų įmonės „Hegu Svenska AB“ kinezioteipas „Balance“, kuris yra 5 cm pločio, pagamintas iš medvilnės, o lipimui naudojama netoksiška rišamoji medžiaga Termsol.

Prieš klijuojant kinezioteipą, tiriamiesiems nuo teipuojamos odos vietos buvo pašalinami plaukai, kad geriau priliptų kinezioteipas. Pamatavus reikiamą kinezioteipo ilgį, juostelių galai turi būti suapvalinami žirkklėmis, tam kad kinezioteipas neatsiklijuotų. Užklijavus kinezioteipą, jis yra patrinamas su ranka, kad rišamoji medžiaga būtų suaktyvinta ir kinezioteipas priliptų prie odos.

**Keturgalvio šlaunies raumens kinezioteipavimas:** buvo taikoma „Y“ kinezioteipavimo metodika. Tiriamasis guli ant nugaros taip, kad pažeista koja būtų prie kušetės krašto.

Visų pirma tiriamasis nuleidžia koją žemyn nuo kušetės, tam kad būtų maksimalus keturgalvio šlaunies raumens įtempimas. Tada matuojamas reikalingas kinezioteipo ilgis. Matuojama nuo blauzdikaulio šiuurkštumos iki priekinio apatinio klubakaulio dyglio. Vienas kinezioteipo galas yra padalinamas į dvi dalis („Y“) (Kumbrink, 2012).

Kinezioteipas klijuojamas nuo apatinio klubakaulio dyglio link girnelės. Pradžioje kinezioteipas klijuojamas be įtempimo ir koja turi būti ant kušetės. Po to, koja vėl nuleidžiama nuo

kušetės ir kinezioteipas įtempiamas 10 proc. Galiausiai, kinezioteipo juostelės likę galai klijuojami be ištempimo prie lateralinio ir medialinio girnelės kraštų (11 pav.) (Kumbrink, 2012).



**11 pav.** Šlaunies keturgalvio raumens kinezioteipavimas (Kumbrink, 2012).

*A – kinezioteipo ilgio matavimas;*

*B – kinezioteipas pradedamas klijuoti (be ištempimo);*

*C – kinezioteipo klijavimas įtempiant jį 10 proc.;*

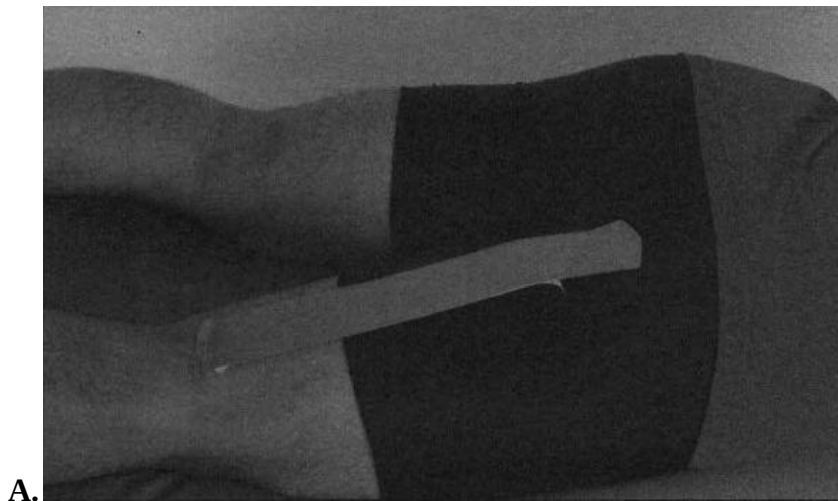
*D – kinezioteipo klijavimas prie girnelės kraštų (be ištempimo);*

*E – užklijuotas kinezioteipas.*

**Užpakalinių šlaunies raumenų kinezioteipavimas:** taikoma „I“ metodika, kinezioteipą įtempiant 10 proc. jo ilgio. Tiriamasis guli ant pilvo taip, kad pažeista koja būtų prie kušetės krašto.

Visų pirma, tiriamasis nuleidžia koją nuo kušetės, tam kad būtų ištempiami užpakaliniai šlaunies raumenys. Tada matuojamas reikalingas kinezioteipo ilgis, nuo sėdimojo gumburo iki kelio sąnario (Kase et al., 2003).

Tiesi koja užkelta ant kušetės, kinezioteipas pradedamas klijuoti be įtempimo nuo sėdimojo gumburo. Tada, koja vėl nuleidžiama nuo kušetės ir kinezioteipas klijuojamas link kelio sąnario įtempiant 10 proc. Pabaigiama klijuoti be tempimo (12 pav.) (Kase et al., 2003).



**A.**



**B.**

**12 pav.** Užpakalinių šlaunies raumenų kinezioteipavimas (Kase et al., 2003).

*A – pradedamas klijuoti kinezioteipas nuo sėdimąjo gumburo (be įtempimo).*

*B – ištempiami užpakaliniai šlaunies raumenys, klijuojamas kinezioteipas su 10 proc. ištempimu.*

**Kineziterapija** vyko Lietuvos Sporto Universiteto patalpose, iš viso buvo taikoma 10 k., tris kartus per savaitę (paskutinę savaitę – vieną kartą). Kiekviena kineziterapijos programa trukdavo 1 valandą. Kineziterapijos programą sudarė trys dalys: įvadinė (apšilimas), pagrindinė dalis ir baigiamoji (tempimo pratimai šlaunies keturgalviui ir užpakaliniams šlaunies raumenims).

Pagrindinėje dalyje buvo taikomi pusiausvyrą bei propriocepriją lavinantys pratimai. Šių pratimų metu buvo laipsniškai didinamas nestabilumas, keičiamas atramos plotas. Buvo taikomi statiniai pratimai – pusiausvyros išlaikymas ant nestabilios plokštumos, stovint ant abiejų kojų, ant vienos, svyruoti į šonus, pernešti svorį. Taip pat buvo taikomi dinaminiai pratimai – stovint ant nestabilios plokštumos atliekami judesiai rankomis, koja. Visi pratimai gali būti atliekami užsimerkus.

Taip pat, pagrindinėje dalyje buvo atliekami keturgalvio ir užpakalinių šlaunies raumenų jėgą didinantys pratimai. Buvo taikomi atviros ir uždaros kinematinės grandinės pratimai, pliometriniai pratimai, izometriniai, ekscentriniai pratimai be pasipriešinimo ir su pasipriešinimu. Kineziterapijos procedūrų eigoje buvo didinamas pratimų kartojimų skaičius bei pasipriešinimas (pvz., pratimai atliekami su didesnio pasipriešinimo „Thera-Band“ juosta).

Be to, kartojimų skaičius bei pasipriešinimas tiriamiesiems buvo parinktas individualiai, atsižvelgiant į jų būklę (į nuovargį bei į kelio sąnario skausmą). Kiekvienas pratimas buvo kartojamas po tris serijas. Visi pratimai buvo atliekami ir su pažeista ir su sveika koja.

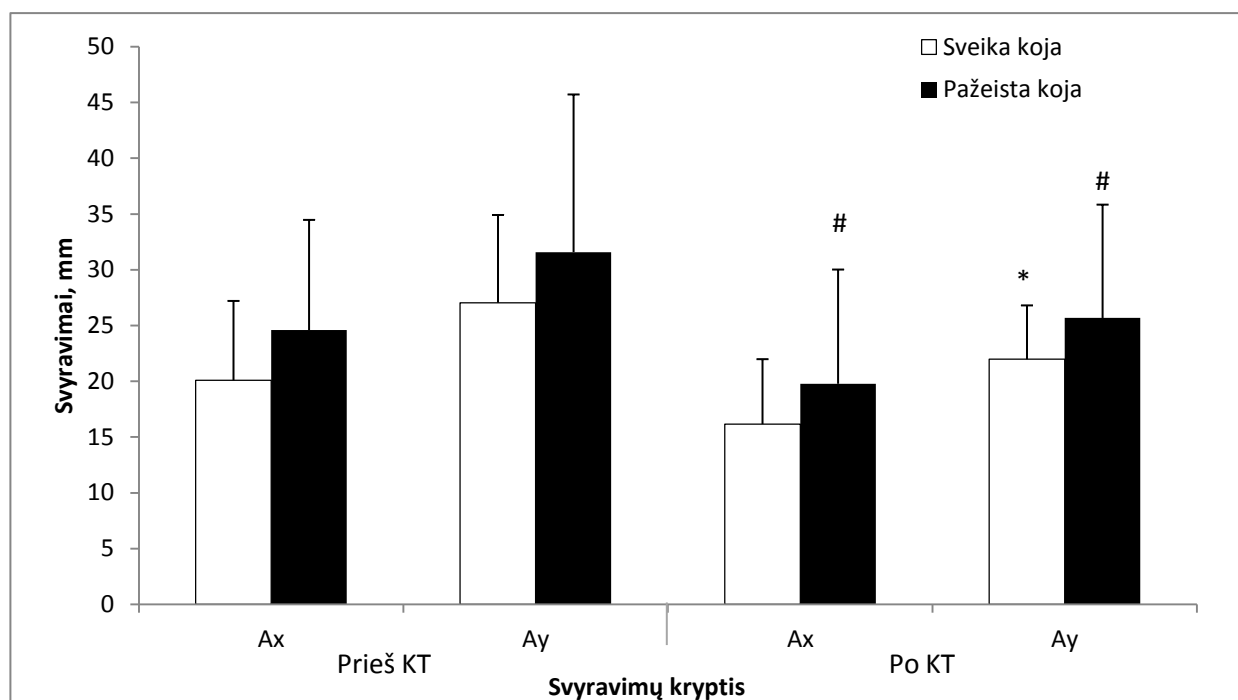
Naudotos pagalbinės priemonės pusiausvyros bei propriocepcijos treniravimui: „Thera-Band“ stabilumo treniruokliai, *BOSU* pusiausvyros treniruoklis. Pagalbinės priemonės raumenų jėgos stiprinimo pratimams: „*Thera-Band*“ juostos, *Gymnic* kamuoliai, voleliai.

## 2.4. Matematinė statistika

Tyrimo metu gauti duomenys buvo apskaičiuojami naudojantis matematinės statistikos metodais su *Microsoft Excel 2007* kompiuterine programa. Skaičiuojami statistiniai parametrai: aritmetinis vidurkis bei standartinis nuokrypis.

Patikimumo vertinimui buvo taikomas Stjudento  $t$  kriterijus. Jeigu reikšmingumo lygmuo  $p < 0,05$ , tai skirtumas tarp skirtingų rezultatų yra statistiškai patikimas. Jei  $p > 0,05$ , skirtumas tarp skirtingų rezultatų – statistiškai nepatikimas.

### 3. TYRIMO REZULTATAI



**13 pav.** Pusiausvyra stovint ant vienos kojos  
KT – kineziterapija.

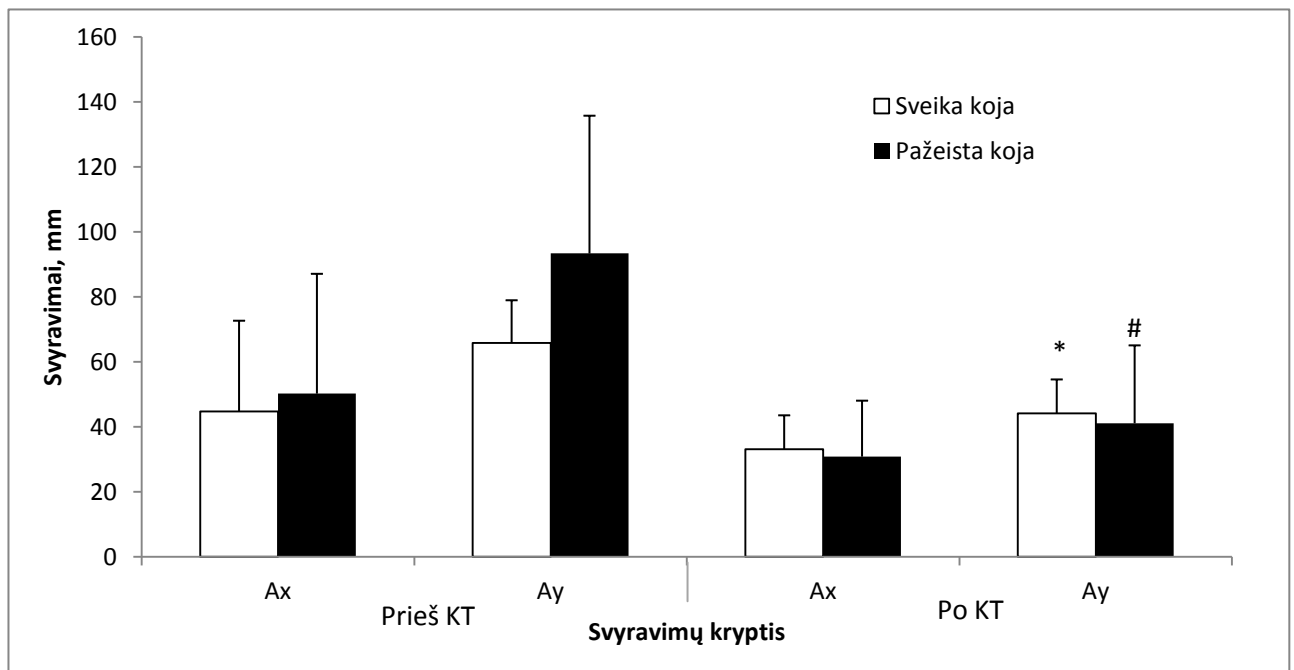
\*- statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) sveikos kojos svyravimų skirtumas prieš kineziterapiją ir po jos.  
# - statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) skirtumas tarp pažeistos kojos svyravimų prieš kineziterapiją ir po kineziterapijos.

Prieš kineziterapiją, stovint ant sveikos kojos, svyravimai Ax ašyje buvo  $20,08 \pm 7,12$  mm, o Ay –  $27,05 \pm 7,87$  mm. Po kineziterapijos svyravimai Ax ašyje sumažėjo iki  $16,16 \pm 5,82$  mm, tačiau skirtumas nėra statistiškai patikimas. Svyravimai Ay ašyje po kineziterapijos sumažėjo statistiškai patikimai ( $p < 0,05$ ), iki  $21,97 \pm 4,83$  mm (13 pav.).

Po kineziterapijos svyravimai Ax ašyje stovint ant pažeistos kojos sumažėjo nuo  $24,60 \pm 9,88$  mm iki  $19,78 \pm 10,24$  mm, Ay – nuo  $31,58 \pm 14,14$  mm iki  $25,68 \pm 10,16$  mm. Šie svyravimų skirtumai prieš kineziterapiją ir po jos – statistiškai patikimi ( $p < 0,05$ ) (13 pav.).

Lyginant tarpusavyje pusiausvyrą stovint ant sveikos kojos (svyravimai Ax –  $20,08 \pm 7,12$  mm; Ay –  $27,05 \pm 7,87$  mm) su pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos (Ax –  $24,60 \pm 9,88$  mm; Ay –  $31,58 \pm 14,14$  mm), prieš kineziterapiją yra matoma tendencija, kad svyravimai Ax ir Ay ašyje yra didesni stovint ant pažeistos kojos. Tačiau, šie skirtumai nėra statistiškai reikšmingi (13 pav.). Po kineziterapijos, taip pat nėra statistiškai patikimų svyravimų skirtumų tarp svyravimų stovint ant sveikos kojos (Ax –  $16,16 \pm 5,82$  mm; Ay –  $21,97 \pm 4,83$  mm) ir stovint ant pažeistos kojos (Ax –  $19,78 \pm 10,24$ ; Ay –  $25,68 \pm 10,16$ ), nors svyravimai stovint ant pažeistos kojos - didesni (13 pav.).





**14 pav.** Pusiausvyra stovint ant vienos kojos po šuolio.

KT – kineziterapija.

\*- statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) skirtumas tarp sveikos kojos svyravimų prieš kineziterapiją ir po kineziterapijos.

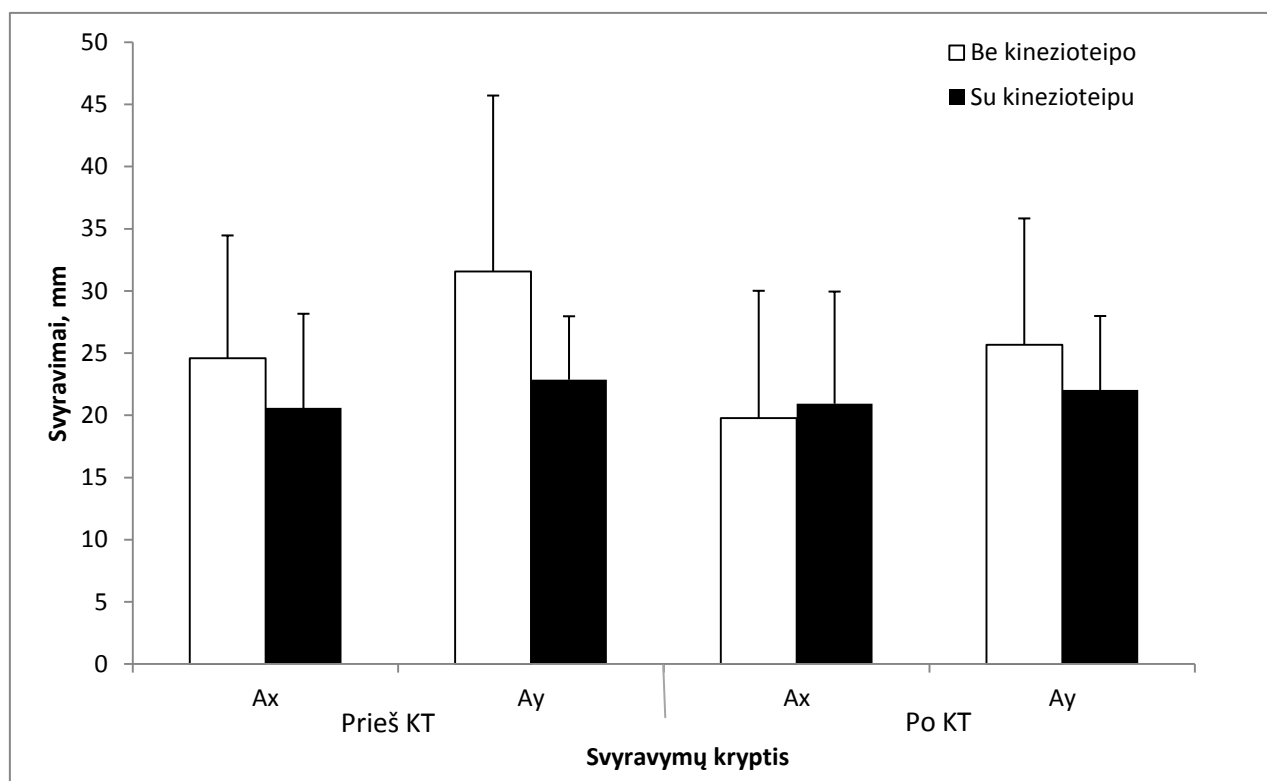
# - statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) skirtumas tarp pažeistos kojos svyravimų prieš kineziterapiją ir po kineziterapijos.

Pusiausvyra po šuolio ant sveikos kojos, po kineziterapijos turėjo tendenciją mažėti Ax ašyje nuo  $44,77 \pm 27,92$  mm iki  $33,14 \pm 10,44$  mm, tačiau statistiškai nereikšmingai. Ay ašyje pusiausvyra stovint ant sveikos kojos sumažėjo statistiškai patikimai ( $p < 0,05$ ), nuo  $65,85 \pm 13,15$  mm iki  $44,14 \pm 10,5$  mm (14 pav.).

Svyravimai stovint ant pažeistos kojos po šuolio, prieš kineziterapiją buvo  $50,26 \pm 36,87$  mm, po kineziterapijos –  $30,86 \pm 17,23$  mm. Tačiau, šis svyravimų skirtumas nėra statistiškai patikimas. Svyravimai Ay ašyje po kineziterapijos taip pat pagerėjo, nuo  $93,36 \pm 42,41$  mm iki  $41,12 \pm 23,99$  mm. Skirtumas tarp svyravimų (Ay) stovint ant pažeistos kojos prieš kineziterapiją ir po – statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) (14 pav.).

Lyginant tarpusavyje pusiausvyrą po šuolio stovint ant sveikos kojos su pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos po šuolio, matoma tendencija, kad svyravimai prieš kineziterapiją Ax ir Ay ašyse - didesni pažeistos kojos (Ax sveikos kojos svyravimai –  $44,77 \pm 27,92$  mm, pažeistos –  $50,26 \pm 36,87$  mm; Ay sveikos kojos svyravimai –  $65,85 \pm 13,15$ , pažeistos –  $93,36 \pm 42,41$ ). Svyravimų skirtumai tarp pusiausvyros stovint ant sveikos ir pažeistos kojos nėra statistiškai patikimi. Po kineziterapijos buvo tendencija, kad svyravimai Ax ašyje (stovint ant sveikos kojos –  $33,14 \pm 10,44$ ; stovint ant pažeistos kojos –  $30,86 \pm 17,23$ ) bei Ay ašyje (stovint ant sveikos kojos –  $44,14 \pm$

10,50 mm; stovint ant pažeistos –  $41,12 \pm 23,99$  mm) yra didesni stovint ant sveikos kojos negu pažeistos, tačiau, šie skirtumai taip pat nėra statistiškai reikšmingi (14 pav.).

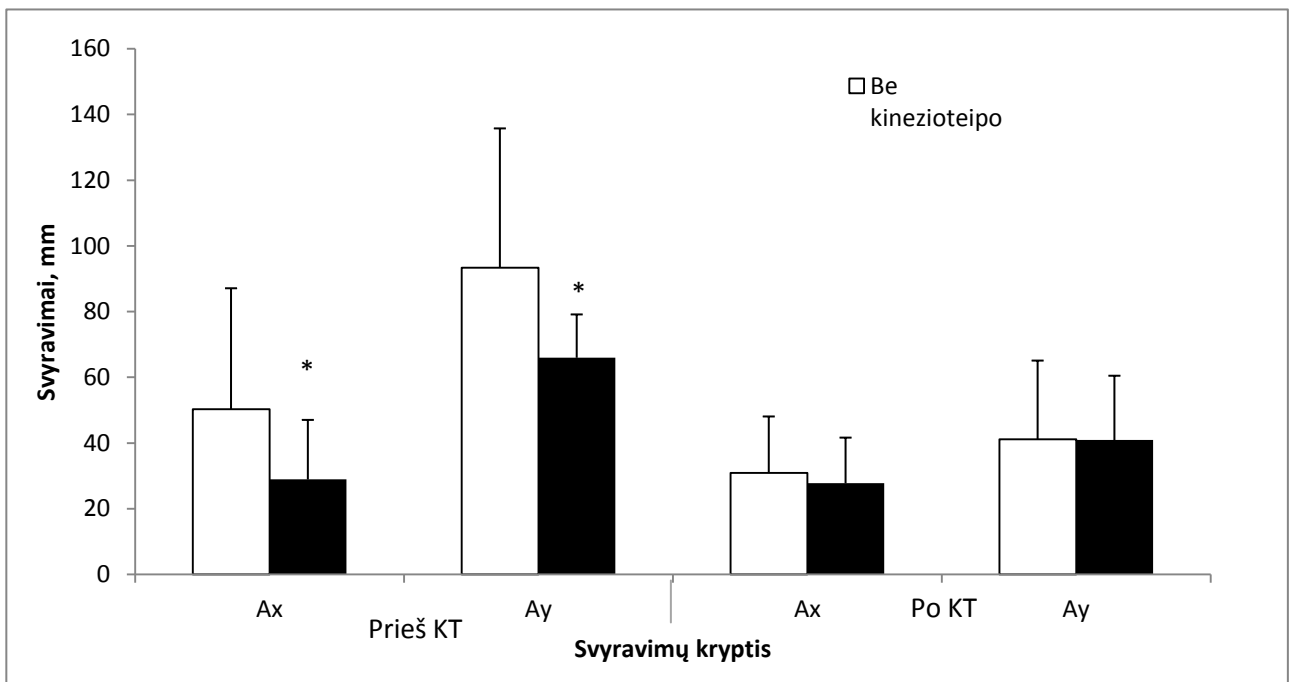


**15 pav.** Pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu.  
KT – kineziterapija.

Lyginant tarpusavy svyravimus stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu ir be kinezioteipo, Ax ir Ay ašyse prieš kineziterapiją, svyravimai turėjo tendenciją mažėti esant su kinezioteipu. Ax ašyje svyravimai mažėjo nuo  $24,60 \pm 9,88$  mm iki  $20,60 \pm 7,58$  mm, o Ay – nuo  $31,58 \pm 14,14$  mm iki  $22,87 \pm 5,10$  mm tačiau statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatėme (15 pav.).

Po kineziterapijos Ax ašyje svyravimai turėjo tendenciją didėti su kinezioteipu, negu be jo, nuo  $19,78 \pm 10,24$  mm iki  $20,94 \pm 9,02$ , tačiau šie skirtumai nėra statistiškai reikšmingi. Ay ašyje yra matoma tendencija, kad svyravimai mažėja su kinezioteipu nuo  $25,68 \pm 10,16$  mm iki  $22,04 \pm 5,95$  mm, tačiau tai nėra statistiškai patikimas svyravimų skirtumas (15 pav.).

Lyginant prieš ir po kineziterapijos svyravimus stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu Ax ašyje (nuo  $20,60 \pm 7,58$  iki  $20,94 \pm 9,02$  mm), statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatėme. Taip pat nenustatėme statistiškai reikšmingų skirtumų lyginant svyravimus prieš ir po kineziterapijos Ay ašyje (nuo  $22,87 \pm 5,10$  iki  $22,04 \pm 5,95$  mm) (15 pav.).



**16 pav.** Pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos po šuolio su kineziofote.  
KT – kineziterapija.

\*- statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) skirtumas tarp pažeistos kojos svyravimų be kineziofote ir su kineziofote, prieš kineziterapiją.

Prieš kineziterapiją, stovint ant pažeistos kojos po šuolio svyravimai Ax ašyje buvo  $50,26 \pm 36,87$  mm, o su kineziofote sumažėjo iki  $28,92 \pm 18,13$  mm. Šis svyravimų skirtumas yra statistiškai patikimas ( $p < 0,05$ ) (pav.). Svyravimai Ay ašyje prieš kineziterapiją be kineziofote buvo  $93,36 \pm 42,41$  mm, o su kineziofote sumažėjo statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) iki  $65,97 \pm 13,19$  mm (16 pav.).

Po kineziterapijos, svyravimai stovint ant pažeistos kojos po šuolio Ax ašyje be kineziofote buvo  $30,86 \pm 17,23$  mm, o su kineziofote turėjo tendenciją mažėti iki  $27,75 \pm 13,19$  mm, tačiau tai nėra statistiškai patikima (16 pav.). Ay ašyje be kineziofote svyravimai -  $41,12 \pm 23,99$  mm, o su kineziofote buvo tendencija, kad svyravimai mažėja iki  $40,92 \pm 19,58$  mm, tačiau skirtumas nėra statistiškai patikimas (16 pav.).

Lyginant tarpusavy svyravimus stovint ant pažeistos kojos po šuolio su kineziofote prieš kineziterapiją ir po jos, nenustatėme statistiškai reikšmingų skirtumų Ax ašyje (svyravimai prieš kineziterapiją –  $28,92 \pm 18,13$  mm, po kineziterapijos –  $27,75 \pm 13,91$  mm) bei Ay ašyje ( prieš kineziterapiją -  $65,97 \pm 13,19$  mm, po jos -  $40,92 \pm 19,58$  mm) (16 pav.).

## **4. REZULTATŲ APTARIMAS**

Tyrimo metu nustatėme, kad svyravimai šonine (Ax) ir pirmyn – atgal (Ay) kryptimi, stovint ant pažeistos kojos, buvo mažesni po kineziterapijos. Taip pat, po kineziterapijos pagerėjo pusiausvyra šonine (Ax) kryptimi stovint ant sveikos kojos. Tiriant pusiausvyrą po šuolio, nustatėme, kad po kineziterapijos sumažėjo svyravimai stovint ant sveikos ir pažeistos kojos šonine kryptimi (Ay). Taikant momentinį kinezioteipavimą pažeistos kojos keturgalvio šlaunies ir užpakaliniams šlaunies raumenims, stovint ant pažeistos kojos, šonine kryptimi (Ax) ir pirmyn – atgal (Ay) svyravimai prieš kineziterapiją ir po jos beveik nepakito. Tiriant dinaminę pusiausvyrą, taikant kinezioteipavimą, nustatėme, kad prieš kineziterapiją pagerėjo dinaminė pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos. Tačiau, po kineziterapijos, kinezioteipavimas neturėjo įtakos dinaminei pusiausvyrai.

### **Pusiausvyra stovint ant vienos kojos**

Gauti tyrimo duomenys parodė, kad stovint ant vienos kojos, Ax ir Ay svyravimai yra šiek tiek didesni pažeistos kojos negu sveikos. Nors svyravimų skirtumas – statistiškai nereikšmingas, manome, kad stovint ant pažeistos kojos svyravimai yra didesni, nes plyšus priekiniam kryžminiam raiščiui yra pažeidžiama kelio sąnario propiocepcija. B. Kumbrink (2012) rašo, kad propiocepcija yra atsakinga už kūno orientaciją erdvėje. Propriocepcijos aferentiniai neuronai (mechanoreceptoriai) dalyvauja išlaikant statinę ir dinaminę pusiausvyrą. Šie receptoriai yra sąnariuose, raumenyse, sausgyslėse ir odoje. Taigi, dėl receptorių pažeidimo, priekinio kryžminio raiščio plyšimo metu, sutrinka statinė ir dinaminė pusiausvyra (Cooper et al., 2005).

Be to, nustatėme, kad po kineziterapijos pagerėjo statinė pusiausvyra Ax ir Ay ašyse stovint ant pažeistos kojos bei statinė pusiausvyra Ay ašyje stovint ant sveikos kojos. Manome, kad statinė pusiausvyra pagerėjo, nes kineziterapijos metu buvo taikomi propiocepcijos bei pusiausvyros lavinimo pratimai. I. Eitzen ir kt. (2010) nustatė, kad šių pratimų taikymas kartu su jėgos didinimo pratimais turi teigiamos įtakos pusiausvyros išlaikymui.

### **Pusiausvyra stovint ant vienos kojos po šuolio**

Tiriant pusiausvyrą stovint ant vienos kojos po šuolio, nustatėme, kad po kineziterapijos statistiškai reikšmingai sumažėjo svyravimai Ay ašyje stovint ant sveikos kojos ir stovint ant pažeistos kojos.

W. H. Park et al. (2010) teigia, kad tarp raumenų jėgos ir dinaminės pusiausvyros kontroliavimo yra ryšys - kuo stipresni raumenys, stabilizuojantys kelio sąnarį (keturgalvio šlaunies), tuo bus mažesni svyravimai.

Taigi, galime daryti prielaidą, kad po mūsų taikytos kineziterapijos, padidėjo abiejų kojų keturgalvio šlaunies ir užpakalinių šlaunies raumenų jėga, nes kineziterapijos metu buvo atliekami ne tik pusiausvyrą lavinantys pratimai, bet ir raumenų stiprinimo. Be to, pratimai buvo atliekami ir su pažeista ir su sveika koja.

I. Eitzent ir kt. (2010), panašiai kaip mūsų atliktame tyrime taikė jėgos stiprinimo bei pusiausvyros lavinimo pratimus prieš priekinio kryžminio raiščio operaciją. Po penkių savaičių (10k. kineziterapijos) taip pat pagerėjo kelio sąnario funkcija bei pusiausvyra.

### **Pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu**

Ištyrus pusiausvyrą stovint ant pažeistos kojos su kinezioteipu, galima matyti, kad svyravimai Ax ir Ay ašyse, prieš kineziterapiją ir po jos, statistiškai nereikšmingai sumažėjo. Nors pagal Kumbrink (2012), kinezioteipas turėtų gerinti pusiausvyrą.

B. Kumbrink (2012) bei K. Bassett ir kiti bendraautorai (2010) pusiausvyros gerėjimą užklįvus kinezioteipą aiškina taip, kad kinezioteipas pro odos mechanoreceptorius stimuliuoja propriocepciją. Todėl iš pažeistos kojos gaunama daugiau informacijos apie sąnario padėtį, judesio kryptį ir atlikimo greitį.

### **Pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos po šuolio su kinezioteipu**

Kinezioteipavimas turėjo teigiamos įtakos pusiausvyrai po šuolio stovint ant pažeistos kojos prieš kineziterapiją, nes svyravimai Ax ir Ay ašyse buvo mažesni su kinezioteipu negu be jo. Manome, kad pusiausvyra pagerėjo, nes kinezioteipas stimuliuoja propriocepciją. Be to, kinezioteipuojant taikėme raumenų stimuliavimo metodiką keturgalviui ir užpakaliniams šlaunies raumenims. (Kumbrink, 2012; Kase et al. 2003).

M. Hoyo ir kt. (2013), taip pat kaip ir mūsų atliktame tyrime, kelia hipotezę, kad kinezioteipas stimuliuodamas propriocepciją bei didindamas raumens susitraukimo jėgą turėtų pagerinti pusiausvyrą po šuolio. Tačiau jų atliktas tyrimas su sportininkais paneigė hipotezę ir mūsų tyrimo rezultatai nesutapo su M. Hoyo ir kt. (2013) gautais rezultatais. Manome, kad kinezioteipas neturėjo įtakos dinaminei pusiausvyrai, nes M. Hoyo ir kt. (2013) tyrime dalyvavo sportininkai, kurių raumenynas yra pakankamai stiprus.

Mūsų atliktame tyrime kinezioteipavimas neturėjo įtakos dinaminei pusiausvyrai po kineziterapijos programos. Manome, kad kineziterapijos metu buvo sustiprinti raumenys, dalyvaujantys kūno pusiausvyros išlaikyme (keturgalvis šlaunies ir užpakaliniai šlaunies raumenys), todėl kinezioteipo efektyvumas buvo mažesnis (Williams et al., 2012).

Apibendrinant, galima teigti, jog kineziterapija ir momentinis kinezioteipavimas turėjo teigiamą poveikį statinei ir dinaminei pusiausvyrai, tačiau ne visais atvejais.

Po kineziterapijos pagerėjo statinė ir dinaminė pusiausvyra stovint ant pažeistos kojos. Svyravimai stovint ant vienos kojos (statinė pusiausvyra) sumažėjo pirmyn – atgal ir šonine kryptimis, o svyravimai stovint ant vienos kojos po šuolio (dinaminė pusiausvyra) sumažėjo šonine kryptimi.

Taikant momentinį kinezioteipavimą prieš kineziterapiją, sumažėjo pusiausvyra pirmyn – atgal ir šonine kryptimis, stovint ant pažeistos kojos po šuolio. Tačiau, daugiau reikšmingo pusiausvyros pagerėjimo taikant momentinį kinezioteipavimą – nepastebėta.

## IŠVADOS

1. Po kineziterapijos pagerėjo statinė pusiausvyra pirmyn - atgal ir šonine kryptimis stovint ant pažeistos kojos. Taip pat pagerėjo statinė pusiausvyra stovint ant sveikos kojos šonine kryptimi. Be to, dinaminė pusiausvyra šonine kryptimi po kineziterapijos pagerėjo stovint ant pažeistos ir sveikos kojos.
2. Kinezioteipavimas neturėjo įtakos statinei pusiausvyrai stovint ant pažeistos kojos prieš kineziterapiją ir po jos. Prieš kineziterapiją kinezioteipavimas sumažino dinaminės pusiausvyros svyravimus šonine ir pirmyn - atgal kryptimis. Tačiau, po kineziterapijos, kinezioteipavimas neturėjo įtakos dinaminei pusiausvyrai.

## REKOMENDACIJOS

1. Ateityje būtų galima tęsti tyrimus šia tema. Tačiau reikėtų į tyrimo metodus įtraukti ir pusiausvyros nustatymą po priekinio kryžminio raiščio operacijos bei po reabilitacijos. Tada paaiškėtų kineziterapijos, taikytos prieš operaciją, poveikis.
2. Norint tiksliau nustatyti kineziterapijos ir kinezioteipavimo poveikį, reikėtų kontrolinės grupės.
3. Tiriant pusiausvyrą, reikėtų atsižvelgti į kitas pusiausvyros kontroliavime dalyvaujančias kūno sistemas (sinergija tarp apatinių galūnių ir liemens raumenų, sensomotorika, propiocepcija, rega, klausa). Šių sistemų sutrikimai gali turėti neigiamos įtakos tyrimo rezultatams.



## LITERATŪRA

1. Adams, D., Logerstedt, D., Hunter-Giordano, A., Axe, M. J., Snyder-Mackler, L. (2012). Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *Journal of Orthopaedics & Sports Physical Therapy*, 42(7), 601–614.
2. Agel, J., Arendt, E. A., Bershadsky, B. (2005). Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 524-531.
3. Bassett, K., Lingman, S. A., Ellis, R. F. (2010). The use and treatment efficacy of kinaesthetic taping for musculoskeletal conditions: a systematic review. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 38(2), 43 – 84.
4. Bazemore, C. W., Brazell, M. B., Griggs, S. L., Levensgood, G. A., Patel, H. A. (2012). Knee ligament sprains. *Therapeutic Programs for Musculoskeletal Disorders*: United States.
5. Boden, B. P., Sheehan, F. T., Torg, J. S., Hewett, T. E. (2010). Non-contact ACL injuries: mechanisms and risk factors. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 18(9), 520–527.
6. Campolo, M., Babu, J., Dmochowska, K., Scaria, S., Varughese, J. (2013). A comparison of two taping techniques (kinesio and mcconnell) and their effect on anterior knee pain during functional activities. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 105.
7. Catalfamo, P. F., Aguiar, G., Crui, J., Braidot, A. (2010). Anterior cruciate ligament injury: compensation during gait using hamstring muscle activity. *The Open Biomedical Engineering Journal*, 4(99), 99-106.
8. Chvatal, S. A. and Ting, L. H. (2012). Common muscle synergies for balance and walking. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 7(48), 1-14.
9. Cooper, R. L., Taylor, N. F., Feller, J. A. (2005). A randomised controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Research in Sports Medicine*, 13(3), 217–230.
10. Česnaitienė, V. J., Pukėnas, K., Skurvydas, A., Mickevičienė, D., Juraitis, T. (2009). Skirtingo amžiaus moterų pusiausvyros kaitos kompleksiškumo vertinimas netiesinės dinamikos metodais. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 1(72), 27—32.
11. Česnaitienė, V. J., Sipavičienė, S., Juodžbalienė, V., Mockus, P., Lietuvninkaitė, L. (2008). Amžiaus ir fizinio aktyvumo poveikis kojų raumenų funkciniai būklei ir pusiausvyrai. *Ugdymas. Kūno kultūra. Sportas*, 2(69), 11—17.
12. Česnys, G., Tutkuvienė, J., Barkus, A. ir kt. (2008). *Žmogaus anatomija*. Vilnius: Vilniaus Universiteto leidykla.

13. Eck, C. F., Samuelsson, K., Vyas, S. M. ir kt. (2011). Systematic review on cadaveric studies of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(8), 101–108.
14. Eitzen, I., Moksnes, H., Snyder-Mackler, L., Risberg, M. A. (2010). A Progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(11), 705–721.
15. Frobell, R. B., Roos, H. P., Roos, E. M. ir kt. (2013). Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of randomised trial. *British Medical Journal*, 346(232).
16. Gross, J. M., Fetto, J., Rosen E. (2009). *Musculoskeletal Examination*. Singapore.
17. Guskiewicz, K.M., Perrin, D.H. (1996). Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 5, 45-63.
18. Hasegawa, A., Otsuki, S., Pauli, C. ir kt. (2012). Anterior cruciate ligament changes in human joint in aging and osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 64(3), 696–704.
19. Hoyo, M., Alvazero-Mesa, A., Sanudo, Carrascaso, L., Dominguez, S. (2013). Immediate effect of kinesio taping on muscle response in young elite soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22, 53-58.
20. Hung A, H., Griffith, J. F., Hung, E., H., Y. ir kt. (2011). Imaging of anterior cruciate ligament. *World Journal of Orthopaedics*, 2(8), 75–84.
21. Yasukawa, A., Patel, P., Sisung, C. (2006). Pilot study: investigating the effects of kinesio taping ® in acute pediatric rehabilitation setting. *American Journal of occupational Therapy*, 60, 104-110.
22. Juodžbalienė, V. ir Muckus, K. (2010). Statinės pusiausvyros rodiklių analizės tendencijos. *Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija*, 1(2), 9-13.
23. Karpavičienė, A., Seibutienė, A., Zachovajevs, P. (2011). *Žmogaus anatomija. Kaulai. Jungtys*. Kaunas: LKKA
24. Kase, K., Wallis, J., Kase, T. (2003). *Clinical therapeutic applications of the kinesio taping method*. 2nd ed.. Tokyo, Japan: Ken Ikai Co.Ltd.
25. Kumbrink, B. (2012). *K Taping: An Illustrated Guide - Basics - Techniques - Indications*: Springer.
26. Lynch, A. D., Logerstedt, D. S., Axe, M. J., Snyder – Mackler, L. (2012). Quadriceps activation failure after anterior cruciate ligament rupture is not mediated by knee joint effusion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(6), 502–510.
27. Mancini, M., Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46, 239-248.

28. Meuffels, D. E., Poldervaart, M. T., Diercks, R. L. ir kt. (2012). Guideline on anterior cruciate ligament injury. A multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association. *Acta Orthopædia*, 83 (4), 379–386.
29. Mohammadirad, S., Salavati, M., Takamjani, I. E. ir kt. (2012). Intra and intersession reliability of a postural control protocol in athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction: a dual – task paradigm. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(6), 627-636.
30. Moksnes, H., Engebretsen, L., Risberg, M. A. (2012). Management of anterior cruciate ligament injuries in skeletally immature individuals. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(3), 172-183.
31. Moore, K. L., Dalley, A. F., Agur, A. M. R. (2009). *Clinically Oriented Anatomy: sixth edition*. Philadelphia.
32. Muckus, K. (2006). *Biomechanikos pagrindai*. Kaunas: LKKA.
33. Murray, H. (2000). Kinesio taping, muscle strength and ROM after ACL repair. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 30, 1.
34. Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation*. United States.
35. Ng, W. H. A., Griffith, J. F., Hung, E. H. Y. ir kt. (2011). Imaging of the anterior cruciate ligament. *World Journal of Orthopedics*, 2(8), 75-84.
36. Park. W. H., Kim., D. K., Yoo, J. C. ir kt. (2010). Correlation between dynamic postural stability and muscle strenght, anterior instability, and knee scale in anterior cruciate ligament deficient. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 130, 1013–1018.
37. Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P.J., Paul, J.P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*;14(4),402-6.
38. Riemann, B. L. & Schmitz R. (2012). The relationship between various modes of single leg postural control. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 257–266.
39. Rossi, R., Dettoni, F., Bruzzone, M. ir kt..(2011). Clinical examination of the knee: know your tools for diagnosis of knee injuries. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3(1), 3 - 25.
40. Schwager, T. (2009). The anterior cruciate ligament. *American Fitness*, 27(4), 22-28.
41. Skurvydas, A. (2011). *Modernioji neuoreabilitacija. Judesių valdymas ir proto treniruotė*. Kaunas: LKKA.
42. Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J. ir kt. (2012a). Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature – part 1: neuromuscular and anatomic risk. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(1), 69-78.

43. Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J. ir kt. (2012b). Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature – part 2: hormonal, genetic, cognitive function, previous injury, and extrinsic risk factors. *Sports Health: A Multidisciplinary*, 4(2), 155–161.
44. White, K., Stasi, S. L. D., Smith, A. H., Snyder – Mackler (2013). Anterior cruciate ligament – specialized post – operative return-to-sports (ACCL-SPORTS) training: a randomised control trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 108 – 114.
45. Williams, S., Whatman, C., Hume, P. A., Sheerin, K. (2012). Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries. A meta-analyses of the evidence for its effectiveness. *Sports Medicine Journal*, 42(2), 153-164.