

## EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

### Intensyviosios ir įprastinės reabilitacijos poveikis blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai atlikus priekinio kryžminio raiščio rekonstruojamąją operaciją

Vytautas Streckis, Albertas Skurvydas, Pavelas Zachovajevas, Rimtautas Gudas<sup>1</sup>,  
Justė Lukšaitė<sup>1</sup>, Vytenis Trumpickas<sup>2</sup>

Lietuvos kūno kultūros akademijos Žmogaus motorikos laboratorija, Kauno medicinos universiteto  
<sup>1</sup>Ortopedijos ir traumatologijos klinika, <sup>2</sup> Reabilitacijos klinika

**Raktažodžiai:** raumenų momentinė jėga, priekinis kryžminis raištis, intensyvioji reabilitacija, įprastinė reabilitacija, izokinetinis dinamometras.

**Santrauka.** Fizinio aktyvumo atsigavimas po kelio sąnario kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos tęsiasi nuo 3 iki 12 mėnesių. Toks platus fizinio aktyvumo atsigavimo laikotarpis vis dar ilgas. Daugumos autorių nuomone, po priekinio kryžminio raiščio rekonstruojamosios operacijos pacientas gali pradėti aktyvią fizinę veiklą tada, kai skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos tiesiamųjų blauzdos raumenų ne daugiau kaip 10–15 procentų.

Darbo tikslas. Palyginti intensyviosios ir įprastinės reabilitacijos poveikį blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos atgavimui po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos.

Tiriamųjų kontingentas ir tyrimo metodai. Tyrime dalyvavo 40 pacientų, kurie buvo suskirstyti į dvi grupes: pirmą grupę sudarė fiziškai aktyvūs pacientai, kuriems taikyta intensyvioji reabilitacija (16 vyrų ir 4 moterys). Pirmos grupės pacientų amžiaus vidurkis operacijų metu – 26,4±8,1 metų, ūgis – 179,8±8,5 cm, svoris – 76,0±14,0 kg. Antrą grupę sudarė retai kūno kultūra užsiimantys pacientai, kuriems taikyta įprastinė reabilitacija (13 vyrų ir 7 moterys). Jų amžiaus vidurkis – 27,0±9,3 metų, ūgis – 173,2±6,2 cm, svoris – 71,0±9,0 kg. Abiejų grupių pacientams po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos praėjus vidutiniškai 5,2 mėn., buvo atliktas raumenų jėgos izokinetinis įvertinimas „Biodex Medical System“ aparatu.

Rezultatai. Nustatėme, kad tiriamieji, kuriems buvo taikyta intensyvioji reabilitacija, išvystė didesnę blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momentą nei tie, kuriems buvo taikyta įprastinė reabilitacija. Taikant intensyviąją reabilitaciją, blauzdos tiesiamieji raumenys atsigauna greičiau nei taikant įprastinę reabilitaciją. Po intensyviosios reabilitacijos operuotos ir neoperuotos kojos tiesiamųjų blauzdos raumenų jėgos momento rodikliai skiriasi 11,51–12,74 procentų. Taikant įprastinę reabilitaciją, tiesiamųjų blauzdos raumenų jėgos rodiklių skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos yra 23,68–49,42 procentų.

Išvados. Intensyviosios reabilitacijos poveikis blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai atgauti po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos yra didesnis nei įprastinės.

#### Įvadas

Kelio sąnario kryžminiai raiščiai – gana dažnai pažeidžiama kelio sąnario struktūra. Priekiniai kryžminiai raiščiai pažeidžiami 30 kartų dažniau nei užpakaliniai (1).

Kasmet JAV įvyksta daugiau kaip 95 tūkst. priekinių kryžminių raiščių traumų. Kiekvienais metais padaroma apie 50–65 tūkst. priekinių kryžminių raiš-

čių rekonstruojamųjų operacijų (1). Šias traumas dažniausiai patiria sportuojantys žmonės. Dažniausiai priekinio kryžminio raiščio pažeidimą patiria futbolininkai, krepšininkai, rankininkai, tinklininkai, kalnų slidininkai (2, 3).

Kryžminiai raiščiai pažeidžiami tiesioginio sąlyčio metu, tačiau dažnai šie raiščiai pažeidžiami staiga sustojus, keičiant bėgimo kryptį, kai dangos paviršius

nelygus, nušokant ant vienos kojos arba staiga pasukus koją per kelio sąnarį, kai čiurnos sąnarys fiksuotas (4). Moterys tokias traumas patiria 2,4–9,7 karto dažniau nei vyrai (2). Priekinių kryžminių raiščių traumų rizika moterims ovuliacijos metu padidėja tris kartus (5). Tai siejama su padidėjusiu estrogeno išsiskyrimu ir su tuo susijusiu sąnario elastingumu bei sumažėjusiu kelio sąnario šlaunies juosiamųjų raumenų tūsumu (5–7).

Dažniausiai priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosioms operacijoms naudojami paties ligonio transplantantai, tačiau sunkesnių raiščių pažeidimų atvejais gali būti naudojami ir donoro raiščiai (8, 9). Priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcijai dažniausiai naudojamas blauzdos lenkiamųjų raumenų sausgyslės (pusgyslinio – *m. semitendinosus* ir grakščiojo – *m. gracilis* raumenų sausgyslės) arba girnėlės raištis (10).

Pagrindinis sporto medicinos tikslas – rasti ir pritaikyti fiziologinius gijimo terminais pagrįstas reabilitacijos priemones ir kaip galima greičiau atkurti prieš traumą buvusį fizinį aktyvumą (11). Tai galima įgyvendinti atliekant mažiau invazinę priekinio kryžminio raiščio anatominę rekonstruojamą operaciją, kad būtų galima taikyti intensyviają reabilitaciją po operacijos bei įvertinti reabilitaciją objektyviais testavimo parametrais.

Po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos skirtingų šalių klinikose taikomos labai skirtingos reabilitacijos programos ir nėra visuotinai priimtinos nuomonės dėl jų modifikacijos (10–13). Dažniausiai literatūroje vartojami terminai yra *įprastinė* ir *intensyvioji* reabilitacija (14, 15). Reabilitacija parenkama atsižvelgiant į priekinių kryžminių raiščių rekonstrukcijos kokybę, transplantanto tipą, įtempimo jėgą, fiksacijos metodą bei stiprumą. Taip pat vertinamas paciento fizinio aktyvumo poreikis, psichologinė būseną, motyvacija greičiau atgauti buvusį fizinį aktyvumą. Prieš traumą buvusio fizinio aktyvumo atsigavimo laikas gali svyruoti nuo 16 savaičių iki 12 mėnesių, ar net daugiau. Kiekvienos reabilitacijos tikslas – atsižvelgiant į saugius fiziologinius rekonstruoto priekinio kryžminio raiščio transplantanto gijimo terminus, gražinti normalią kelio sąnario judesių amplitudę, raumenų jėgą, pusiausvyrą ir koordinaciją (11). Reabilitacijos programos intensyvumas priklauso nuo laiko, per kurį pacientas gali pasiekti ankstesnį fizinį aktyvumą (14).

Po priekinio kryžminio raiščio rekonstruojamosios operacijos taikant izokinetinius testavimus, galima įvertinti skirtingų raumenų grupių normalios funkcijos atgavimą ir stabilumo tarp agonistų/antagonistų rau-

menų grupių pusiausvyrą. Neatkūrus šios raumenų pusiausvyros, atsiranda „keturgalvio šlaunies raumens dominantės sindromas“, taip pat keletą kartų padidėja pakartotinio pažeidimo rizika. Izokinetiniu dinamometru galima išmatuoti raumens ar raumenų grupės susitraukimą esant nuolatiniam kontroliuojamam pasipriešinimui ir nustatyti įvairius raumens jėgos parametrus (16). Šiuo testu galima nustatyti ir palyginti operuotos ir sveikos kojos raumenų būklės momentinius jėgos rezultatus, nuspręsti, ar pacientas jau pajėgus atlikti aktyvią fizinę veiklą (17).

Lietuvoje izokinetiniai dinamometrai iki šiol buvo taikomi tik sveikų žmonių ar sportininkų funkciniai būklei vertinti. Lietuvoje traumas patyrusių pacientų būklė izokinetiniais dinamometrais dar nebuvo vertinta. Šio metodo įdiegimas padės įvertinti reabilitacijos efektyvumą, sukurti saugiausią, efektyvią reabilitacijos metodiką, padės saugiai ir kiek galima greičiau, pagal fiziologinius gijimo terminus padarius priekinių kryžminių raiščių rekonstrukciją, pacientui atgauti buvusį fizinį aktyvumą. Šio darbo tikslas – palyginti intensyvosios ir įprastinės reabilitacijos poveikį blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos atgavimui po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos.

### Tyrimo metodai

*Pacientų reabilitacija po operacijos.* Kauno medicinos universiteto klinikų stacionare vidutinė pacientų gydymo trukmė – 3,5 dienos. Reabilitacija po operacijos ligoniams buvo taikyta palatoje nuo pirmos operacijos dienos (pėdos tiesimas ir lenkimas, izometriniai pratimai abiem grupėms). Šias procedūras pacientai savarankiškai tęsė namuose. Abiejose tiriamųjų grupėse taikytos skirtingos (įprasta ir intensyvioji) reabilitacijos programos (15). Jos pradėtos taikyti jau kitą dieną po operacijos. Elektrostimuliacijos procedūra taikyta tik tiriamajai grupei (1 grupė), kuriai buvo paskirta intensyvioji reabilitacija. Skausmui ir tinimui mažinti po operacijos (abiem grupėms) buvo taikytos šalčio procedūros (indas su ledu buvo dedamas ant kelio sąnario iškart po operacijos ir po kineziterapijos procedūrų 15–20 min. 2–3 kartus per dieną).

Elektrostimuliacija, kurios kursas – 10 dienų, atlikta naudojant „Neuro Trac, Sports XL“ aparatą. Vienas kursas, kurio trukmė 50 min., suskirstytas į penkias fazes (1 lentelė).

### Fizinės veiklos apribojimai po operacijos

#### Įprastinės reabilitacijos apribojimai

*Lenkimas.* Taikant įprastą reabilitaciją, dvi savaites blauzdos lenkimo judesio amplitudė per kelio sąnarį buvo ribojama iki 30°.

1 lentelė. Elektrostimuliacijos fazės, darbo dažnis ir trukmė

Darbas/trukmė	Pirmoji fazė 5 min. (pramankšta)	Antroji fazė 15 min. (neper- traukiamas darbas)	Trečioji fazė 10 min. (neper- traukiamas darbas)	Ketvirtoji fazė 15 min. (neper- traukiamas darbas)	Penktoji fazė 5 min. (neper- traukiamas darbas)
Raumens darbo dažnis	10 Hz	20 Hz	30 Hz	20 Hz	5 Hz
Impulso trukmė	250 $\mu$ s	300 $\mu$ s	300 $\mu$ s	300 $\mu$ s	250 $\mu$ s
Ramybės dažnis	–	3 Hz	3 Hz	3 Hz	–
Atpalaidavimo laikas	–	2,5 sek.	2,5 sek.	2,5 sek.	–

Pastaba: procedūros metu elektrodai tvirtinami keturgalvio šlaunies raumens galuose (pradžioje ir pabaigoje), išdėstomi statmenai raumeninėms skaiduloms.

Nuo trečios savaitės šio judesio amplitudė tolydžio buvo didinama iki 90°. Didinant krūvį, blauzdos lenkimo per kelio sąnarį normali amplitudė buvo pasiekta po 7–8 savaitių.

*Tiesimas.* Blauzdą normaliai tiesti buvo galima tik po trijų savaitių.

*Atremtis.* Įprastos reabilitacijos metu pacientams leista dvi savaites koją priminti puse kūno svorio, po keturių savaitių buvo leidžiama remtis visu kūno svoriu.

*Tempimo pratimai.* Blauzdos lenkimas (kiek leidžia) atliekamas po dviejų mėnesių.

Taikant įprastą reabilitaciją, blauzdą lenkti leidžiama daug vėliau. Reabilitacijos trukmė ilgesnė, pratimai ne tokie įvairūs, krūvis mažesnis, pratimai atliekami ne daugiau kaip 3–4 dienas per savaitę stengiantis viską atlikti lėtai, be jokio skausmo. Jei kelio sąnarys patinsta, krūvis nutraukiamas, atliekami tik izometriniai pratimai.

#### *Intensyviosios reabilitacijos apribojimai*

*Lenkimas.* Taikant intensyviają reabilitaciją, lenkimo per kelio sąnarį amplitudė pirmą savaitę ribojama iki 90°. Antrą savaitę didinama iki 110°. Toliau didinant krūvį, normali lenkimo per kelio sąnarį amplitudė pasiekama po 4–5 savaitių.

*Tiesimas.* Normalaus tiesimo per kelio sąnarį, jei taikoma intensyvioji reabilitacija, siekiama nuo pirmųjų dienų po operacijos.

*Atremtis.* Taikant intensyviają reabilitaciją, pacientams buvo leidžiama remtis visa operuota koja, pacientų saugumui keturias dienas jiems leista naudotis alkūniniais ramentais.

*Tempimo pratimai.* Per kelio sąnarį lenkiama (kiek leidžia) nuo 2–3 savaitės.

#### *Intensyviosios reabilitacijos protokolas (po artroskopinės priekinio kryžminio raiščio rekonstrukcijos)*

- Laikotarpis iki operacijos:
  - funkcijos ir jėgos treniravimas;
  - informacija apie operaciją ir eigą po operacijos;
  - pacientų informavimas apie galimų kraujosruvų atsiradimą;
  - paciento raumenyno treniravimas 2–3 kartus per savaitę du mėnesius iki operacijos.

- Laikotarpis po operacijos  
Elektrostimuliacija pradama kiek įmanoma anksčiau ir tęsiama per visą reabilitaciją įvairiais kurtais ir režimu (1 lentelė).

Kiekvieną intensyviosios reabilitacijos programą sudarė penki etapai.

Pirmojo etapo tikslai (iki 14 dienų):

- Mažinti skausmą ir tinimą.
- Stiprinti raumenis.
- Didinti kelio sąnario judesių amplitudę.
- Išmokyti pacientą taisyklingai vaikščioti su ramentais.

Antrojo etapo tikslai (2–4 savaitės):

- Mažinti skausmą.
- Mokyti taisyklingos eisenos.
- Didinti judesių amplitudę.
- Stiprinti raumenis.

Trečiojo etapo tikslai (1–2 mėnesiai):

- Nuosekliai stiprinti raumenis ir jų ištvėrmę.
- Gražinti normalių judesių amplitudę.
- Siekti buvusio fizinio aktyvumo.

Ketvirtojo etapo tikslai (2–4 mėnesiai):

- Stiprinti raumenis.
- Gerinti lankstumą.
- Gražinti didžiausią judesių amplitudę.

- Gerinti raumenų ištvermę.
  - Pradėti specifinę sportinę veiklą.
- Penktojo etapo tikslai (4–6 mėnesiai):
- Visiškai atgauti raumenų jėgą.
  - Pasiiekti ankstesnį fizinį aktyvumą.

### Tiriamieji ir eksperimento eiga

Tyrimas atliktas Lietuvos kūno kultūros akademijos Žmogaus motorikos laboratorijoje. Tyrime dalyvavo pacientai, kurie atitiko šiuos kriterijus:

- padaryta pirminė priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamoji operacija;
- pašalinti priekinio kryžminio raiščio pažeidimai, sveikas to paties kelio sąnario meniskas ir kremzlė;
- nepažeistas antrosios kojos kelio sąnarys;
- po operacijos nebuvo komplikacijų ar blogos bendros fizinės būklės požymių.

Tyrimo dalyvavo 40 pacientų, kuriems priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamoji operacija daryta naudojant paties paciento girmelės raiščio transplantą. Visi pacientai operuoti Kauno medicinos universiteto klinikų Sporto traumų ir artroskopijos sektoriuje. Operavo tas pats ortopedas-traumatologas, tuo pačiu rekonstruojamuoju metodu, reabilitacija atlikta Kauno medicinos universiteto Reabilitacijos klinikoje.

40 pacientų buvo suskirstyti į dvi grupes, naudotas nuosekliojo lyginimo metodas. Į pirmą grupę atrinkti fiziškai aktyvūs pacientai (16 vyrų ir 4 moterys), amžiaus vidurkis –  $26,4 \pm 8,1$  metų, ūgis –  $179,8 \pm 8,5$  cm, svoris –  $76,0 \pm 14,0$  kg. Visiems taikyta intensyvioji reabilitacija. Antrą grupę sudarė fiziškai pasyvūs pacientai (13 vyrų ir 7 moterys), amžiaus vidurkis –  $27,0 \pm 9,3$  metų, ūgis –  $173,2 \pm 6,2$  cm, svoris –  $71,0 \pm 9,0$  kg. Jiems taikyta įprastinė reabilitacija.

Tiesiamųjų blauzdos raumenų jėga buvo vertinama praėjus vidutiniškai 5,2 mėnesio po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos. Vertinama trimis raumenų jėgos testavimo kampiniais greičiais –  $120^\circ/s$ ,  $240^\circ/s$ ,  $360^\circ/s$ . Visi testavimai atlikti naudojant specializuotą (skirtą testuoti ir reabilituoti) aparatūrą („Biodex Medical System 3 PRO“). Sertifikuota ISO 9001 EN 46001). Tokie greičiai parinkti atsižvelgus į tai, jog buvo tiriami žmonės, patyrę priekinių kryžminių raiščių traumą, (t. y. prieš rekonstruojamąją operaciją jų kelio sąnariai buvo nestabilūs), o atliekant testavimą izokinetiniu režimu, šiais greičiais sumažinama kelio sąnario apkrova, kartu sumažinamas priekinis blauzdikaulio poslinkis. Testo metu visi pacientai buvo skatinami verbaliai didžiausiomis pastangomis įveikti aparato sukeltą pasipriešinimą, kai kampinio greičio dydžiai skirtingi. Testavimas buvo atliekamas izokinetiniu režimu pagal sukurta

protokolą (žr. skyrių „Tyrimo protokolas“). Pirmiausia buvo testuojama nepažeista koja, vėliau operuota.

### Dinamometro nustatymas

1. Tiriamasis sėdasi ant „Biodex System“ įrenginio kėdės (1 pav.).

2. Prie dinamometro pritvirtinamas papildomas kelio įtaisas. Kelio anatominė sąnario ašis nustatyta ir sulyginta su dinamometro ašimi, vėliau nustatoma testuojamos kojos lenkimo amplitudė (ištiesus ir sulenkus koją per kelio sąnari).

3. Tiriamasis apjuostas pečių, liemens, šlaunies diržais. Blauzda sutvirtinta diržu su sagtimi apatiniajame trečdalyje 4 cm virš kulnakaulio gumburo, blauzda pasverta  $60 \pm 5^\circ$  padėtyje (gravitacinė sunkio jėga) (1 pav.).

### Tyrimo protokolas

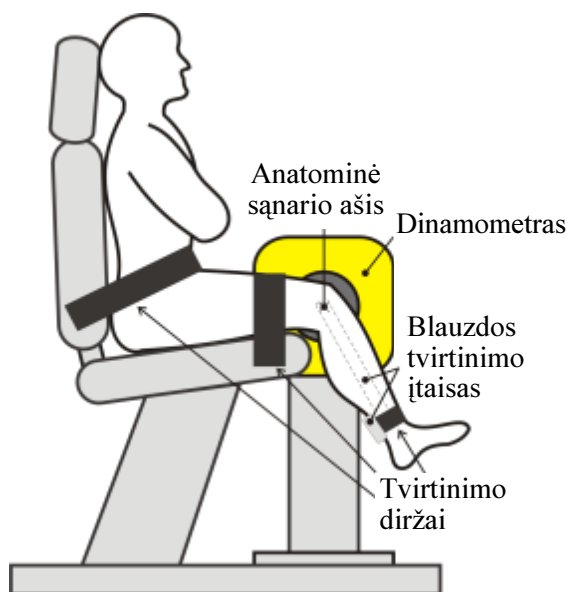
1. Pramankšta: veloergometro mynimas 5 min. 60–70 W galingumu (pulsas – 110–130 tv/min.).

2. Prieš testą 5 min. poilsis. Per tą laiką nustatomas dinamometras ir tiriamojo kūno padėties suregulavimas (žr. „Dinamometro nustatymas“).

3. Keturi bandomieji tiesimo ir lenkimo per kelio sąnari judesiai (25, 50, 75, 100 proc. jėgos) nustatyta amplitude.

4. Testas: pirmoji serija po tris judesius (tiesimas ir lenkimas) visais kampinio greičio dydžiais  $120^\circ/s$ ,  $240^\circ/s$ ,  $360^\circ/s$ . Raumenų poilsis tarp kampinių greičių – 60 sek.

5. Analogiškai buvo testuojama operuota koja.



1 pav. Izokinetinis dinamometras

### Matematinė statistika

Apskaičiuotas aritmetinis vidurkis ( $\bar{x}$ ), standartinis kvadratinis nuokrypis. Duomenys apskaičiuoti taikant Stjudento ( $t$ ) kriterijų. Skirtumas statistiškai reikšmingas, kai  $p < 0,05$ . Skaičiavimas atliktas naudojantis statistiniu „Microsoft® Excel 2002“ paketu.

### Tyrimo rezultatai

Tiriamųjų grupei, kuriai po operacijos buvo taikyta intensyvioji reabilitacija, nustatytas statistiškai reikšmingai didesnis ( $p < 0,05$ ) operuotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų susitraukimo jėgos momentas palyginti su grupe tiriamųjų, kuriems po operacijos buvo taikyta įprastinė reabilitacija. Intensyviosios ir įprastinės reabilitacijos blauzdos tiesiamųjų raumenų susitraukimo jėgos momentas priklausė nuo kampinio greičio, kuriuo buvo testuojama ( $p < 0,05$ ) (2 pav.).

Intensyviosios reabilitacijos grupėje nustatyti statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) didesni blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momento parametrai palyginti su įprastinės reabilitacijos grupe testuojant visais kampinio greičio dydžiais (2 pav.).

Vertinant operuotos kojos tiesimą per kelio sąnarį visais greičio dydžiais, intensyviosios reabilitacijos grupės tiriamiesiems nustatytas statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) didesnis santykinis raumenų jėgos momento atsigavimas nei įprastos reabilitacijos grupės

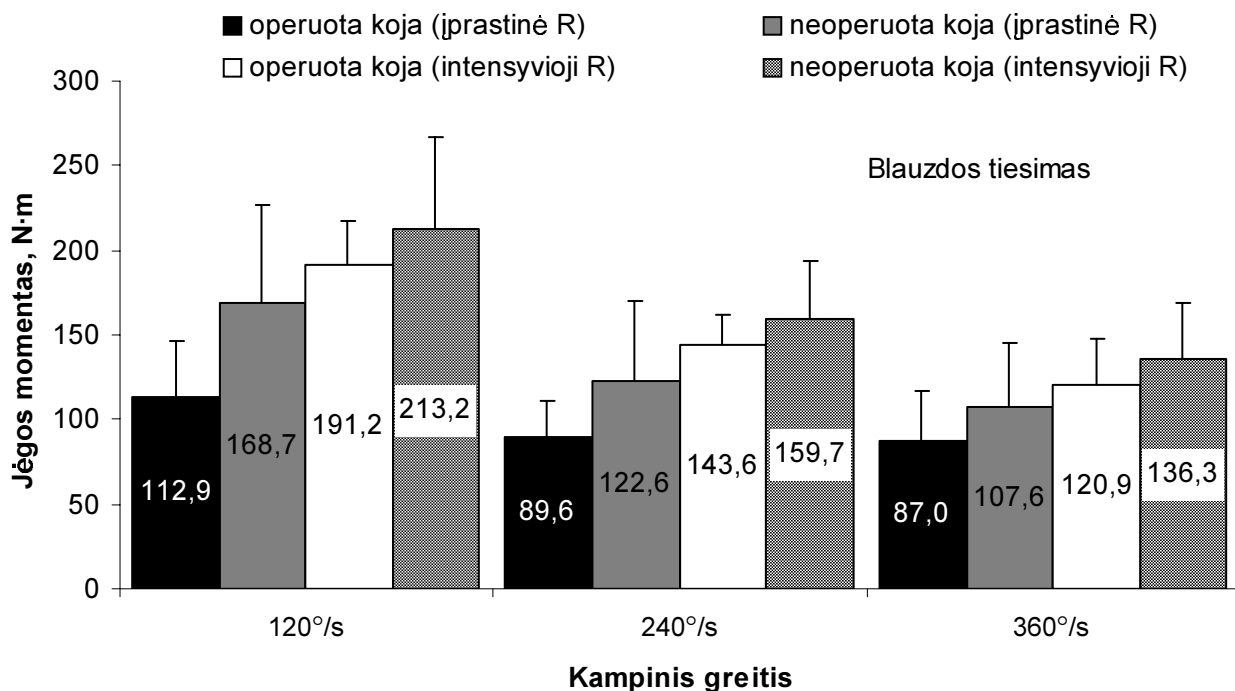
tiriamųjų. Taip pat nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas ( $p < 0,05$ ) tarp neoperuotos kojos įprastinės reabilitacijos ir neoperuotos kojos intensyviosios reabilitacijos (2 pav.).

Tyrimo duomenimis, didėjant raumens susitraukimo greičiui, tiesiant koją per kelio sąnarį, santykinai sumažėja tiesiamųjų blauzdos raumenų susitraukimo jėgos momentas ir nagrinėjamų judesio greičio veiksnių skirtumas.

Pastebėta, kad, taikant įprastinę reabilitaciją (3 A pav.), neoperuotos kojos blauzdos tiesiamieji raumenys įgyja didesnę raumens susitraukimo jėgos momentą už operuotosios ( $p < 0,05$ ), kai greitis  $120^\circ/s$  ir  $240^\circ/s$ . Šis raumens susitraukimo skirtumas, kai greitis  $120^\circ/s$ , yra  $55,8 \text{ N}\cdot\text{m}$ , kai greitis  $240^\circ/s$  –  $33,0 \text{ N}\cdot\text{m}$ , yra statistiškai reikšmingas ( $p < 0,05$ ), o kai greitis  $360^\circ/s$  –  $20,6 \text{ N}\cdot\text{m}$ , statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta.

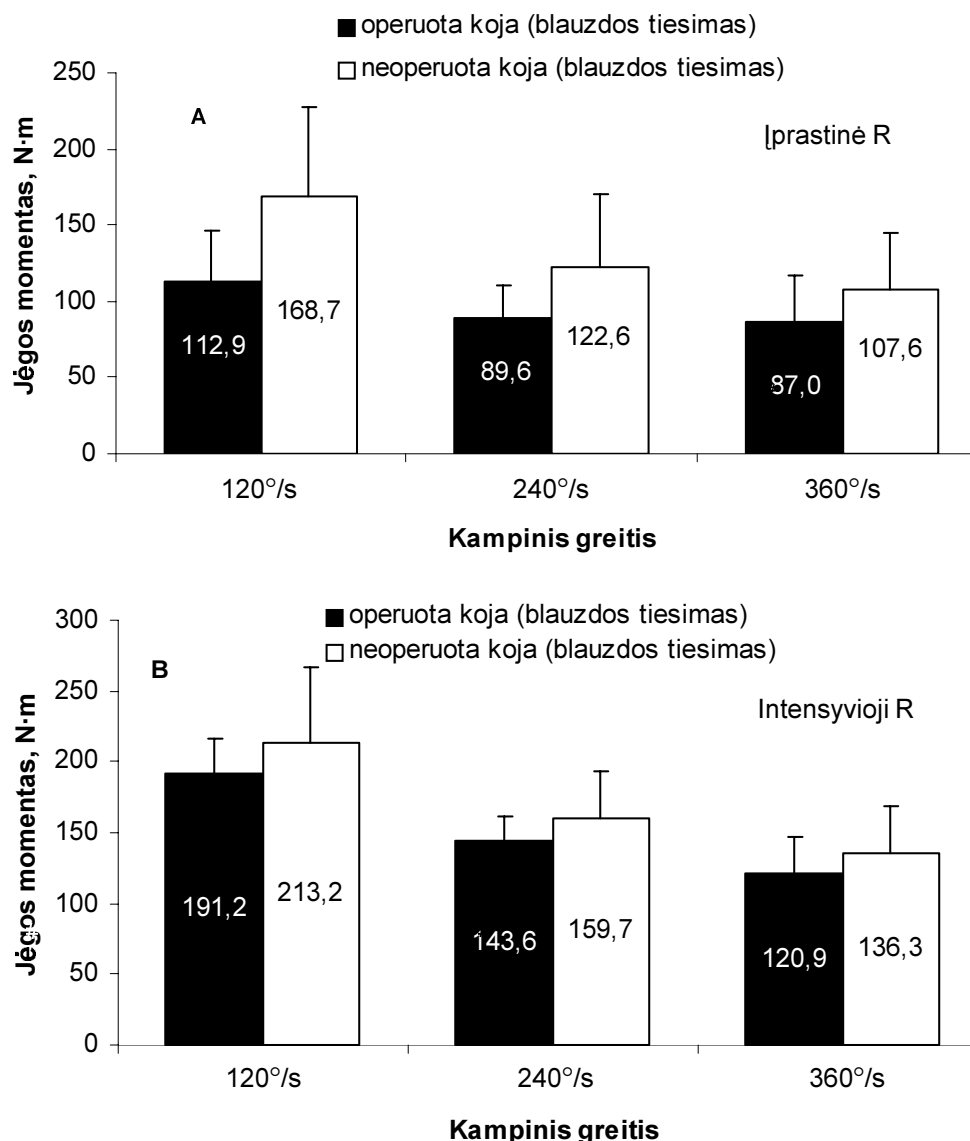
Taikant intensyviają neoperuotos kojos reabilitaciją (3 B pav.), tiriamųjų blauzdos tiesiamieji raumenys, kaip ir taikant įprastinę reabilitaciją, įgijo didesnę raumens susitraukimo jėgos momentą. Taikant intensyviają reabilitaciją, statistiškai reikšmingo skirtumo tarp operuotos ir neoperuotos kojos nenustatyta ( $p > 0,05$ ). Operuotos ir neoperuotos kojos jėgos momento skirtumas, kai greitis  $120^\circ/s$ , yra  $22,0 \text{ N}\cdot\text{m}$ , kai greitis  $240^\circ/s$  –  $16,1 \text{ N}\cdot\text{m}$ , kai greitis  $360^\circ/s$  –  $15,4 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

Nagrinėjant įvairių rodiklių skirtumą, apskaičiuotą



2 pav. Operuotos ir neoperuotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų, taikant įprastinę ar intensyviają pooperacinę reabilitaciją, didžiausios jėgos vidutinės absoliučiosios reikšmės esant skirtingam susitraukimo greičiui

R – reabilitacija.



**3 pav. Operuotos ir neoperuotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų didžiausios jėgos vidutinės absoliučiosios reikšmės esant skirtingam susitraukimo greičiui**

Taikant įprastinę (A) ar intensyviają (B) reabilitaciją po operacijos.

procentais, nustatyta, kad visais ankščiau minėtais atvejais, tiesiant koją per kelio sąnarį, skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos po intensyviosios reabilitacijos yra statistiškai reikšmingai mažesnis ( $p < 0,05$ ), nei po operacijos taikant įprastinę reabilitaciją (2 lentelė).

Tiesiant *operuotą* koją per kelio sąnarį ir taikant skirtingą raumens susitraukimo greitį, nustatytas statistiškai reikšmingai ( $p < 0,05$ ) didesnis įprastinės ir intensyviosios pooperacinės reabilitacijos skirtumas tarp operuotų kojų (2 lentelė).

Tiesiant *neoperuotą* koją per kelio sąnarį ir taikant skirtingą raumens susitraukimo greitį, nustatytas ne toks didelis, tačiau statistiškai reikšmingas ( $p < 0,05$ ) įprastinės ir intensyviosios reabilitacijos skirtumas

tarp neoperuotų kojų (2 lentelė).

Po intensyviosios reabilitacijos blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų santykis pagal priimtus kriterijus buvo normalus, o po įprastinės reabilitacijos pastebėta, jog nėra atitinkamo santykio tarp blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų ( $p < 0,05$ ). Pastebėta, kad, lenkiant koją visais kampinio greičio dydžiais, operuotos kojos įprastinės reabilitacijos blauzdos lenkiamųjų raumenų jėgos santykis yra didesnis už tiesiamųjų (3 lentelė).

### Rezultatų aptarimas

Užsienio literatūroje yra mokslinių straipsnių (18), kuriuose nagrinėjamas reabilitacijos po priekinių kryžminių raiščių operacijos efektyvumas. Pastaraisiais

metais izokinetinė dinamometrija tapo vienu populiariausių ir patikimiausių raumenų jėgos atgavimo vertinimo metodų (16, 17). Naudojant šį metodą, galima įvertinti įvairius reabilitacijos pokyčius po operacijos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momento, remiantis objektyviais parametrais, ir nustatyti taikytos reabilitacijos efektyvumą (19, 20). Tyrimo duomenimis, palyginus intensyviosios ir įprastinės reabilitacijos programas, didžiausias skirtumas nustatytas tarp blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momento rodiklių atliekant judesius visais kampinio greičio dydžiais. Tą galima paaiškinti tuo, kad visiems pacientams kryžminių raiščių rekonstruojamajai operacijai buvo naudojamas girmelės raiščio transplantantas, kai donorinės vietos regeneracijos metu (6) gerokai susilpnėja kelio sąnario tiesimo stiprumas ir jėgos atgavimas. Šie duomenys sutampa su kitų autorių analogiškais duomenimis (11). Pacientų, kuriems po operacijos buvo taikyta intensyvioji reabilitacija, blauzdos tiesiamieji raumenys įgijo didesnę jėgos momentą, t. y. pacientų, kuriems buvo taikyta įprastinė reabilitacija (19) (2 pav.). Kuo didesniu kampiniu greičiu buvo atliktas blauzdos tiesiamųjų raumenų didžiausios jėgos mo-

mento testavimas, tuo raumens susitraukimo jėgos momento skirtumas tarp abiejų grupių mažėjo. Tą galima paaiškinti taip: didėjant kampiniam greičiui, mažėja didžiausioji raumens momento jėga ir blauzdos tiesiamųjų raumenų intensyviosios ir įprastinės reabilitacijos skirtumas. Mūsų tyrimo duomenys sutampa su kitų autorių (18) tyrimų analogiškais duomenimis, kurie rodo, kad po operacijos taikant intensyvią reabilitaciją, blauzdos tiesiamieji raumenys atsigauna greičiau nei taikant įprastinę reabilitaciją (19). Tačiau intensyviai reabilitacijai taikyti būtina stabiliai fiksuoti kryžminio raiščio transplantantą rekonstruojamųjų operacijų metu, kad būtų galima užtikrinti intensyviosios reabilitacijos saugumą (21). Abiejų programų (intensyviosios ir įprastinės) neoperuotų kojų blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momento lyginamieji duomenys rodo, kad, taikant intensyvią reabilitaciją, pacientai pasiekė didesnę blauzdos tiriamųjų raumenų jėgos momentą, nei tiriamieji, kuriems buvo taikoma įprastinė reabilitacija. Taigi intensyvioji reabilitacija, kaip ir įprastinė, buvo taikoma kartu ir neoperuotai kojai.

Lyginant operuotas ir neoperuotas kojas jėgos momento rodmenis, nustatyta, kad po intensyviosios

**2 lentelė. Operuotos ir neoperuotos kojos raumens susitraukimo jėgos skirtumas po operacijos taikant intensyvią ar įprastinę reabilitaciją ( $\bar{x} \pm S$  (proc.))**

Greitis (laipsniai per sekundę)	Skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos (įprastinė R), (proc.)	Skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos (intensyvioji R), (proc.)	Skirtumas tarp įprastinės ir intensyviosios R (operuota koja), (proc.)	Skirtumas tarp įprastinės ir intensyviosios R (neoperuota koja), (proc.)
Blauzdos tiesimas:				
120°/s	49,42±14,05	11,51±8,54	69,35±23,45	26,38±8,28
240°/s	36,83±12,21	11,21±9,64	60,27±12,31	30,26±9,43
360°/s	23,68±9,80	12,74±4,12	38,97±12,43	26,67±12,40
p	p<0,05	p<0,05	p<0,05	

Pastaba: R – reabilitacija, p<0,05 – statistiškai reikšmingas skirtumas.

**3 lentelė. Blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų agonistų ir antagonistų santykis taikant įprastinę ar intensyvią reabilitaciją po operacijos ( $\bar{x} \pm S$  (proc.))**

Greitis (laipsniai per sekundę)	Santykis operuotos kojos (įprastinė R), (proc.)	Santykis neoperuotos kojos (įprastinė R), (proc.)	Santykis operuotos kojos (intensyvioji R), (proc.)	Santykis neoperuotos kojos (intensyvioji R), (proc.)
120°/s	64,8±4,2	54,7±3,4	58,3±3,1	55,6±2,3
240°/s	78,6±5,7	68,2±4,2	68,7±3,4	69,4±3,2
360°/s	83,4±6,3	78,4±2,8	79,7±2,5	77,4±2,6

Pastaba: blauzdos tiesiamųjų ir lenkiamųjų raumenų santykio standartiniai kriterijai yra 120°/s 62,0 proc., 240°/s 74,0 proc., 360°/s 82,0 proc.; R – reabilitacija.

reabilitacijos blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgos momento rodmenys, palyginti su neoperuotos kojos skiriasi tik 11,51–12,74 proc. Kiti autoriai (17) nurodo, kad pacientas gali pradėti aktyviai sportuoti ar užsiimti fizine veikla tada, kai operuotos ir neoperuotos kojos blauzdos tiesiamųjų raumenų skirtumas ne didesnis kaip 10–15 proc. Po operacijos taikant įprastinę reabilitaciją, blauzdos tiriamųjų raumenų jėgos momento rodmenų skirtumas tarp operuotos ir neoperuotos kojos yra 23,68–49,42 proc. Šie duomenys sutampa su kitų autorių (12, 13) analogiškais duomenimis. Autoriai teigia, kad operuotos kojos keturgalvio šlaunies raumens jėga, po operacijos taikant įprastinę reabilitaciją, buvo daug mažesnė, palyginti su neoperuotos kojos jėga. Reikia pabrėžti, kad įprastinės reabilitacijos trukmė iki 9 mėnesių. Šie pacientai buvo tirti praėjus vidutiniškai 5,2 mėnesio po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos. Galima daryti prielaidą, kad, praėjus 9 mėnesiams po operacijos, testo duomenimis, pacientams, kuriems po operacijos buvo taikyta įprastinė reabilitacija, tiesiamųjų rau-

menų rodiklių skirtumas būtų gerokai mažesnis (6, 22).

Pacientai, kuriems po operacijos buvo taikyta intensyvioji reabilitacija, prieš traumą buvo fiziškai aktyvūs, todėl jų blauzdos tiesiamųjų raumenų jėga gali būti natūraliai didesnė. Tačiau negalima atmesti tokios galimybės, kad intensyvioji reabilitacija po operacijos turi didelę įtaką blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai. Tyrimai parodė, kad intensyvioji reabilitacija po operacijos turi didesnę įtaką blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai nei įprastinė. Praėjus metams po operacijos, transplantantas tampa panašus į tikrą raištį. Jis būna apraizgytas kolageninių skaidulų, tačiau, kaip teigia autoriai (22), toks raištis niekada neturės tikrojo priekinio kryžminio raiščio jėgos.

#### Išvada

Intensyviosios reabilitacijos poveikis blauzdos tiesiamųjų raumenų jėgai atgauti po priekinių kryžminių raiščių rekonstruojamosios operacijos yra didesnis nei įprastinės.

### Impact of intensive and traditional rehabilitation on quadriceps strength after anterior cruciate ligament reconstructive surgery

Vytautas Streckis, Albertas Skurvydas, Pavelas Zachovajevas, Rimtautas Gudas<sup>1</sup>,  
Justė Lukšaitė<sup>1</sup>, Vytenis Trumpickas<sup>2</sup>

Laboratory of Human Motorics, Lithuanian Academy of Physical Education, <sup>1</sup>Clinic of Orthopedics and Traumatology, <sup>2</sup>Clinic of Rehabilitation, Kaunas University of Medicine, Lithuania

**Key words:** muscle strength; anterior cruciate ligament; intensive rehabilitation; isokinetic dynamometer.

**Summary.** After knee anterior cruciate ligament reconstructive surgery, the recovery of the former level of physical activity takes from 3 to 12 months. Such a wide range of recovery period of physical activity suggests that rehabilitation in most cases is not optimal. According to the majority of authors, after the surgery, a patient can resume intensive physical activity, when the difference in muscle strength between the operated lower extremity and another extremity is not greater than 10–15%.

*The aim of this study* was to compare the impact of intensive and normal rehabilitations on the recovery of knee extensor muscle strength after the surgery.

*Material and methods.* A total of 40 patients were enrolled in this study. The subjects were divided into two groups. Both groups were engaged in physical activity. The mean age of patients (16 men and 4 women) in the first group at the time of surgery was 26.4±8.1 years, mean height – 179.8±8.5 cm, and mean weight – 76.0±14.0 kg. An intensive rehabilitation was applied for the first group of the patients studied. The second group consisted of 13 men and 7 women who were engaged in moderate physical activity. Their mean age at the time of surgery was 27.0±9.3 years, mean height – 173.2±6.2 cm, and mean weight – 71.0±9.0 kg. A traditional rehabilitation was applied to this group.

Muscle strength was measured in the patients of both groups studied approximately 5.2 months following surgery using the Biodex isokinetic dynamometer.

*Results.* The patients undergoing an intensive rehabilitation achieved higher levels of knee extensor muscle strength than those patients undergoing a traditional rehabilitation program. Applying an aggressive rehabilitation program, knee extensor muscles recover more quickly than using a traditional rehabilitation program. The comparison of intensive and traditional rehabilitation programs applied to the operated and



unoperated lower extremities has shown that the indexes of knee extensor muscle strength differed by 11.51–12.74%. Applying a traditional rehabilitation, a 23.68–49.42% difference in knee flexor muscle strength between operated and unoperated extremities was noted.

**Conclusions.** The effect of intensive rehabilitation aimed at strength recovery of knee extensor muscles after anterior cruciate ligament reconstructive surgery is greater than after ordinary rehabilitation.

Correspondence to V. Streckis, Laboratory of Human Motorics, Lithuanian Academy of Physical Education, Sporto 6, 44221 Kaunas, Lithuania. E-mail: [streckis@gmail.com](mailto:streckis@gmail.com)

### Literatūra

1. Griffin LY, Agel J, Albohn MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:141-50.
2. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. *Am J Sports Med* 1995; 23(6):694-701.
3. Souryal TO, Freeman TR. Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 1993;21:535-9.
4. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med* 2005;33(4):524-30.
5. Belanger MJ, McGovern RD, Moore DC. Menstrual cycle, exercise, and knee laxity. *Am J Knee Surg* 2000;13(4):211-7.
6. Liu SH, Al-Shaikh RA, Panossian V, Finerman GA, Lane JM. Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate. *Am J Sports Med* 1997;25(5):704-9.
7. Torzilli PA, Deng X, Warren RF. The effect of joint-compressive load and quadriceps muscle force on knee motion in the intact and anterior cruciate ligament-sectioned knee. *Am J Sports Med* 1994;22(1):105-12.
8. Fu FH, Schulte KR. Anterior cruciate ligament surgery 1996. State of the art? *Clin Orthop Relat Res* 1996;325:19-24.
9. Barber-Westin SD, Noyes FR, Heckman TP. The effect of exercise and rehabilitation on anterior-posterior knee displacements after anterior cruciate ligament autograft reconstruction. *Am J Sports Med* 1999;27:84-93.
10. Shelbourne KD, Gray T. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. *Am J Sports Med* 1997;25(6):786-95.
11. Rose T, Engel T, Bernard J. Differences in the rehabilitation period following two methods of anterior cruciate ligament replacement; semitendinosus/gracilis tendon vs. ligamentum patellae. *Knee Surg Sports Traum Arthros* 2004;12(3):189-97.
12. Hoffman M, Schrader J, Koceja D. An investigation of postural control in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction patients. *J Athl Train* 1999;34:130-6.
13. Seto JL, Orofino AS, Morrissey MC. Assessment of quadriceps/hamstrings strength, knee ligament stability, functional and sports activity levels five years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1988;16:170-80.
14. DeCarlo MS, Shelbourne KD, McCarroll JR, Retting AC. Traditional versus accelerated rehabilitation following ACL reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;15:309-16.
15. Barber FA, McGuire DA, Click S. Continuous-flow cold therapy for outpatient anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1998;14(2):130-5.
16. Ly LP, Handelsman DJ. Muscle strength and ageing: methodological aspects of isokinetic dynamometry and androgen administration. *Clin Exper Pharm Phys* 2002;29(1-2):37-47.
17. Keays SL, Bullock-Saxton J, Keays AC. Strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2000;373:174-83.
18. Shelbourne DK, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1990;18:292-9.
19. Melegati G, Tornese D, Bandi M, Volpi P, Schonhuber H, Denti M. The role of the rehabilitation brace in restoring knee extension after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective controlled study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11(5):322-6.
20. Loyd DG. Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31:645-54.
21. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(3):556-66.
22. Fu FH, Bennett CH, Menetrey J. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med* 2000;28(1):124-30.

*Straipsnis gautas 2006 04 11, priimtas 2006 12 18*

*Received 11 April 2006, accepted 18 December 2006*