

ISSN 1392-0995, ISSN 1648-9942 (online)
<http://www.chirurgija.lt>
LIETUVOS CHIRURGIJA
Lithuanian Surgery
2015, 14 (2), p. 79–87

Apžvalga

Kelio sąnario navigacinio endoprotezavimo operacijų patirtis Lietuvoje

Experience of total knee replacement operations performed by computer-assisted navigation in Lithuania

Petras Butėnas¹, Petras Penikas¹, Antanas Vizgirda², Juozas Belickas², Valentinas Uvarovas³, Juozas Bartusevičius³, Ignas Sinkevičius⁴, Egidijus Bartusevičius⁵

¹ *VšĮ Vilniaus universiteto ligoninė Santariškių klinikos, Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius*

² *VšĮ Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Ortopedijos-traumatologijos klinika*

³ *VU Reumatologijos, ortopedijos-traumatologijos ir rekonstrukcinės chirurgijos klinika, VšĮ Respublikinė Vilniaus universitetinė ligoninė*

⁴ *Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos fakultetas*

⁵ *Lietuvos gydytojų vadovų sąjunga*

El. paštas: Petras.butenas@santa.lt

¹ *Vilnius University Hospital "Santariskiu Klinikos", Santariškių Str. 2, LT-08661 Vilnius, Lithuania*

² *Lithuanian Health Science University Orthopaedics and Traumatology Clinic*

³ *Clinic of Rheumatology, Traumatology Orthopaedic and Reconstructive Surgery, Faculty of Medicine, Vilnius University Republican Vilnius University Hospital*

⁴ *Lithuanian Health Science University, Medical Academy*

⁵ *Lithuanian Association of Hospital Managers*

E-mail: Petras.butenas@santa.lt

Šio tyrimo tikslas – atlikti daugiacentrę retrospektyviąją analizę, įvertinti Lietuvoje atliktas kelio sąnario endoprotezavimo operacijas, kuriose buvo naudojamos navigacinės sistemos, bei išanalizuoti operacijų registro protokolų duomenis. Daugiacentrės retrospektyviosios analizės laikotarpis 2006–2012 metai. Tyrimo metu išanalizuoti trijų Lietuvos ligoninių 143 pacientai, kuriems buvo atlikta pirminė pilnutinė kelio sąnario endoprotezavimo operacija, ir navigacinių sistemų operacijų registro protokolai. Pagrindiniai vertinimo kriterijai navigacinių sistemų operacijos registrų protokole buvo priešoperacinė ir pooperacinė galūnės mechaninė ašis, kelio sąnario funkcija prieš operaciją ir po jos.

Reikšminiai žodžiai: kelio sąnario endoprotezavimas, navigacija, navigacinės sistemos operacijos registro protokolas

We conducted this multicentric retrospective study in three Lithuanian hospitals to investigate the importance of using computer-assisted navigation systems during total knee arthroplasty. In this study we analyzed 143 patient navigation system registry data records from three Lithuanian hospitals who underwent a primary total knee arthroplasty operation. The multicentric retrospective analysis period is from 2006 to 2012. The main evaluation criteria for the operation of computer-assisted navigation system record data were the preoperative and postoperative mechanical axis of the limb and the knee joint function before and after surgery.

Key words: total knee arthroplasty, computer-assisted navigation, navigation system operation registry protocol.

Įvadas

Pirminės pilnos kelio sąnario endoprotezavimo operacijos metu dėl kelio sąnario patologijos pažeisti kelio sąnariniai paviršiai yra pakeičiami dirbtiniais implantais. Šios operacijos tikslas – naudojant dirbtinio kelio sąnario endoprotezų komponentus atkurti pažeisto sąnario funkciją, pagerinti paciento gyvenimo kokybę ir mobilumą be skausmo. Rezultatai po kelio sąnario endoprotezavimo operacijos dažniausiai geri, tačiau neretai pasitaiko pooperacinių komplikacijų. Pasaulinės literatūros duomenimis, pavojingiausios pooperacinės komplikacijos yra kelio sąnario endoprotezo komponentų išklibimas, nestabilumas, netinkama implanto padėtis, infekcija ar periprotezinis lūžis (nuo 5 % iki 8 %). Kitos komplikacijos, tokios kaip pooperacinis kelio sąnario skausmas ar ribota kelio sąnario funkcija, sudaro apie 20–40 % [1].

Kelio sąnario endoprotezavimo operacijos sėkmė priklauso nuo daugelio veiksnių: išsamios paciento priešoperacinės anamnezės surinkimo, gretutinės patologijos ir rizikos veiksnių, lemiančių sąnario patologijos progresavimą, įvertinimo, detalaus klinikinio ir radiologinio priešoperacinės kelio sąnario funkcijos ir patologijos įvertinimo, tinkamos kelio sąnario endoprotezo sistemos parinkimo, mechaninės kelio sąnario ašies įvertinimo, minkštųjų audinių balanso ir tikslaus kelio sąnario endoprotezo komponentų implantavimo tausoiant minkštuosius ir kaulinį audinius.

Pagrindinis ir esminis kelio sąnario endoprotezavimo operacijos uždavinys, lemiantis endoprotezo susidėvėjimo ir ilgaamžiškumo trukmę, yra tiksli implanto padėtis [2]. Remiantis pasaulinės literatūros ir atliktų mokslinių tyrimų šia tema duomenimis, net ir nedidelė paklaida implantuojant endoprotezo komponentus gali sukelti ankstyvą endoprotezo komponentų išklibimą, paspartinti polietileno intarpo dėvėjimąsi ir veikti pooperacinę kelio sąnario funkciją [3]. Netinkama komponentų padėtis bet kurioje anatomicinėje plokštumoje gali sukelti tam tikrų komplikacijų. Pavyzdžiui, netinkama kelio sąnario endoprotezo šlaunikaulio ar blauzdikaulio komponento rotacija gali sukelti girnelės subliuksaciją ar dislokaciją. Komponentų pozicionavimas *varus* ar *valgus* padėtyje apibūdinamas kaip pagrindinė ankstyvo nestabilumo priežastis. Implantavus šlaunikaulio komponentą net ir su minimalia 2,5 mm paklaida

tiesinėje plokštumoje tikėtina, kad kelio sąnario judesių amplitudė sumažės iki 20 laipsnių [1–3]. Didelę įtaką judesių amplitudei ir minkštųjų audinių balansui turi blauzdikaulio komponento nuolydis (angl. *slope*). Netinkami šio parametro nuokrypiai irgi turi įtakos kelio sąnario funkcijai ir net gali ją pabloginti. Iš esmės bet koks implantuotų endoprotezo komponentų padėtis netikslumas ar netinkamas minkštųjų audinių balansas sutrikdo kelio sąnario funkciją [3, 4]. Remiantis pasaulinės literatūros duomenimis galima teigti, kad netinkama implanto padėtis ir nuokrypis nuo mechaninės ašies daugiau kaip 3 laipsnis tiek į *varus*, tiek į *valgus* padidina revizinės operacijos tikimybę dėl spartesnio endoprotezo dėvėjimosi [2, 4–7].

Atsižvelgus į prieš tai minėtas problemas atliekant endoprotezavimo operacijas įprastine metodika, buvo sukurta kompiuterinė navigacinė sistema. Šios sistemos tikslas yra pagerinti operacijos metu atliekamų manipuliacijų tikslumą ir simuliuoti galutinį operacijos rezultatą, t. y. operacijos metu navigacinė sistema parodo, koks bus galutinio endoprotezo implantavimo etapas, ir tai sumažina operacinės klaidos tikimybę. Operacijos metu yra sukuriamas operacinis navigacinės sistemos protokolai, kuriame chronologiškai registruojami visi operacijos etapai, manipuliacijos, implanto parinkimas ir dydžiai [8–13].

Pacientai ir metodai

Šiame daugiacentriame retrospektyviajame tyrime buvo atlikta naudojamų Lietuvoje „Orthopilot“ ir „eNact Knee Navigation“ navigacinių sistemų operacinių protokolų registro analizė. Pagrindiniai vertinimo kriterijai navigacinių sistemų operacijos registrų protokole buvo galūnės mechaninė ašis ir kelio sąnario funkcija prieš operaciją ir po jos.

Navigacinės sistemos operacijos registro protokolai – tai specialiai sukurtos navigacinės sistemos kompiuterinės programos analizės dokumentai, kuris suformuojamas virtualioje erdvėje, atliekant tam tikrus esminius operacijos eigos etapus. Šie etapai operacijos metu yra chronologiškai registruojami tiek vaizdiniu, tiek dokumentiniu formatu.

Kas yra kompiuterinė navigacinė sistema? Kompiuterinė navigacinė sistema – tai specialiai sukurta kinematinė operacinė sistema, simuliuojanti operuojančiam

ortopedui galutinę operacijos rezultatą ir užtikrinanti tikslų pasirinkto endoprotezo implantavimą. Ši sistema yra sudaryta iš dviejų nešiojamųjų komponentų – asmeninio kompiuterio ir integruotos infraraudonųjų spindulių kameros. Plokščiame ekrane yra pateikiama vaizdinė operacijos etapų informacija, kuri generuojama ir išsaugoma informacinėje navigacinės sistemos registro duomenų bazėje. Šios sistemos veikimo principas yra paremtas nuo radiologinio ištyrimo nepriklausomu kelio sąnario patologijos vertinimu ir ją naudojant nereikalingas papildomas mechaninės ašies analizavimas prieš operaciją bei implantų dydžio parinkimas (angl. *CT-free, image-free navigation*). Tai yra kompaktiška mobili sistema, neužimanti daug erdvės operacinėje. Kad būtų tiksliai registruojama operacijos eiga, priklausomai nuo gamyklinių sistemos rekomendacijų, statoma apie 1,8–2,2 metro nuo operacinio lauko. Operacijos metu pritvirtinami specialūs navigaciniai davikliai, sukalibruoti ir integruoti su navigacine sistema, ir jie kontaktuoja su kompiuterine sistema per infraraudonųjų spindulių kamerą. Naudojami dviejų tipų navigaciniai davikliai – pasyvūs ir aktyvūs. Aktyvūs davikliai yra tiesiogiai neintegruoti į kompiuterinę sistemą ir informaciją perteikia tik per infraraudonųjų spindulių kamerą. Pasyvūs davikliai yra tiesiogiai sujungti su kompiuterine navigacine sistema ir sukalibruoti su infraraudonųjų spindulių kamera. Operuojantis ortopedas pats gali keisti operacijos eigos ir etapų pasirinkimo kriterijus, specialiu žymekliu užfiksuoti esminius operacijos eigos momentus ir kitą jam aktualią informaciją. Šiai technologijai valdyti operacijos metu nereikalingas kompiuterinių technologijų specialistas. Procedūras iki galo ir savarankiškai atlieka operuojantis ortopedas.

Navigacinės sistemos operacinė programa paleidžiama suvedus paciento duomenis į pasirinktos operacijos navigacijos registro protokolą, nustatomi operacijos kriterijai, t. y. parenkama operuojama galūnės pusė, operacijos pobūdis – su minkštųjų audinių balansu ar be jo, planuojamo implantuoti endoprotezo tipas. Suvedus pradinis parametrus, paleidžiama pasirinkta navigacinės sistemos operacinė programa. Per mažus pjūvius iškisami navigacijos davikliai ir pritvirtinami prie distalinės šlaunikaulio ir proksimalinės blauzdikaulio dalių neišeinant iš operacinio lauko ribų. Tada nustatoma galūnės mechaninė ašis pagal tokius anatominius orientyrus

kaip šlaunikaulio galvos, kelio sąnario ir čiurnos sąnario centrai. Kituose etapuose yra registruojamas anatominis kelio sąnario centras, vidinio ir išorinio blauzdikaulio krumplių plato, blauzdikaulio centras, vidinio ir išorinio šlaunikaulio krumplių centrai, priekinis šlaunikaulio rezekcijos taškas, vidinė ir išorinė kulkšnys ir čiurnos sąnario priekinė plokštuma. Pagal šiuos anatominius orientyrus kompiuterinė programa naudodama matematinis algoritmus sugeneruoja galūnės mechaninę ašį, kurią patvirtina programinės įrangos atlikti funkciniai testai – kelio sąnario tiesimo, lenkimo, rotacinių judesių. Užregistravus etapais visus minėtus kriterijus, navigacinė sistema leidžia įvertinti šlaunikaulio krumplių, blauzdikaulio plokštumos defektus, kelio sąnario *valgus* arba *varus* deformacijos laipsnį, minkštųjų audinių balansą. Atliekant navigacines operacijas naudojami specialūs pjovimo blokai su instrumentais arba universalūs blokai su fiksuojamais navigacijos davikliais.

Intervencijos detalės. Navigacinių sistemų operacijų registro protokolų duomenimis, daugiacentriame tyrime dalyvavo keturi ortopedai (AV, PB, PP, JB) iš trijų Lietuvos ligoninių, visi turi didelę kelio sąnario endoprotezavimo patirtį. Šiame tyrime nebuvo atskirai analizuojama kiekvieno operavusio ortopedo individualiai atliktų operacijų imtys, operacinės technikos pasirinkimas ir kiti individualūs aspektai. Tikslas buvo sujungti ir apžvelgti pacientų imties visumą ir galutinį atliktų kelio sąnarių navigacinio endoprotezavimo operacijų rezultatą bei palyginti šiame tyrime dalyvavusių Lietuvos ortopedų patirtį su pasaulinėje literatūroje pateikiama kitų šalių ortopedų patirtimi. Operacijų metu buvo naudojamos dvi navigacinės sistemos ir implantuoti dviejų skirtingų gamintojų (Europos ir Amerikos) kelio sąnario endoprotezai. Esminiai tyrimo akcentai buvo tikslus kinematinis mechaninės ašies atkūrimas implantuojant kelio sąnario endoprotezą, galutinis operacijos rezultatas ir pačios navigacinės sistemos praktiškumas.

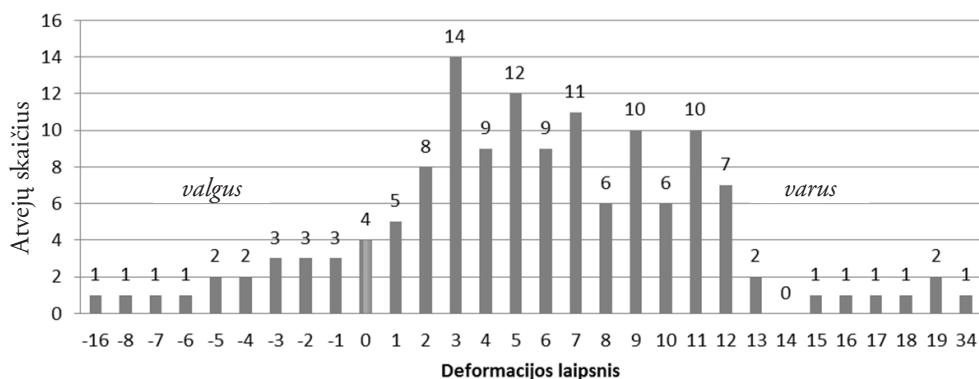
Studijos laikas ir imties dydis. Daugiacentrio retrospektyviojo tyrimo tikslas buvo išanalizuoti navigacinių sistemų operacinių protokolų duomenis, kuriuose buvo kliniškai reikšminga informacija. Operacinio navigacijos registro protokolų pagrindiniai vertinimo kriterijai buvo visiškai suvesti priešoperaciniai planuojamos operacijos duomenys, operacijos pradžios laikas, chronologiškai registruoti operacijos etapai ir užregistruotas galutinis

operacijos rezultatas su tikslu operacijos pabaigos laiku. Tokių protokolų buvo 143. Daugiacentrės retrospektyviosios analizės laikotarpis – 2006–2012 metai. Atliekant analizę pastebėta, kad buvę atvejų, kai tam tikros techninės kliūtys, pavyzdžiui, programinės įrangos klaidos, patirties stoka, atsispindinti mokymosi kreivėje, ar netinkamai suvesti priešoperaciniai duomenys, netinkamoje padėtyje fiksuoti operacijos metu davikliai, turėjo įtakos operacijos eigai ir galutiniam jos rezultatui. 5 % visos pacientų imties operacijos pradinio etapų nepavyko užregistruoti, todėl operacija baigta įprastine operacine metodika be navigacinės sistemos. 14 % atvejų operacija buvo pradėta su navigacine sistema, užregistruoti pradiniai klinikiniai parametrai, tačiau pabaigta įprastine operacine metodika. 81 % operacijų su navigacine sistema buvo atlikta iki galo. Imtyje pagal

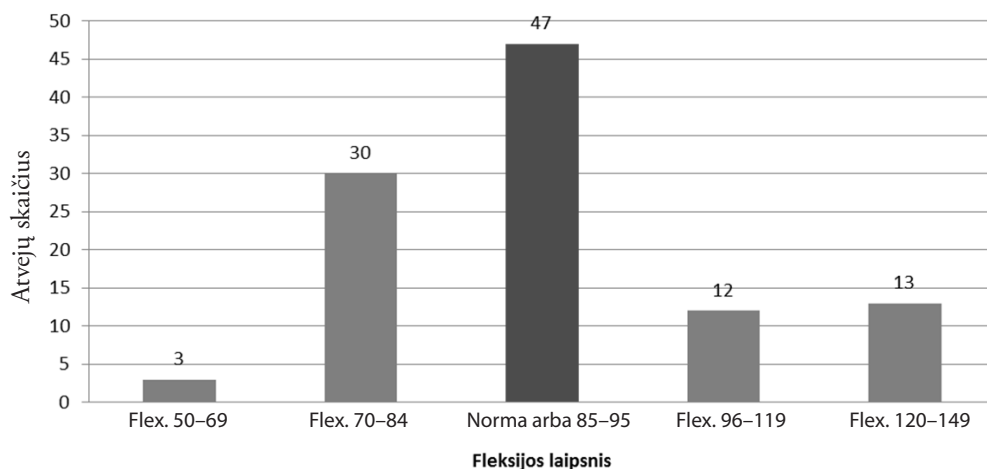
lytį buvo užregistruota 118 moterų ir 25 vyrai. Kelio sąnario patologija imtyje atsizvelgiant ne į lytį, o į patologijos pažeistos galūnės pusę – kairio kelio sąnario patologija sudarė 47 % (67 pacientai) ir dešinio kelio sąnario patologija – 53 % (76 pacientai).

Statistinė analizė. Ši analizė atlikta naudojant IBM „SPSS Statistics 22“ statistinės programos paketą. Vertinimo kriterijai buvo mechaninės ašies (*varus/valgus*) deformacija ir kelio sąnario funkcija (fleksija, ekstenzija) prieš operaciją ir po operacijos. Mechaninės ašies nukrypimai į kairę ar į dešinę buvo susumuoti ir palyginti pagal šias kategorijas: be nuokrypio (0–3), ≥ 4 laipsnių nuokrypis. Kelio sąnario funkcija įvertinta remiantis neutralaus nulio skaičiavimo metodika.

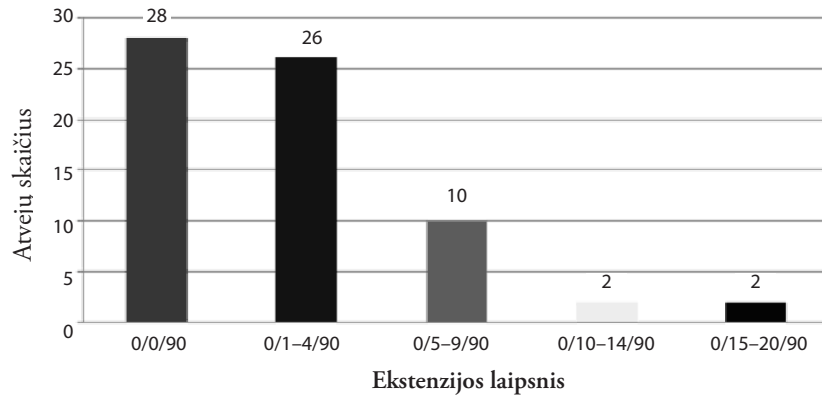
Rezultatai



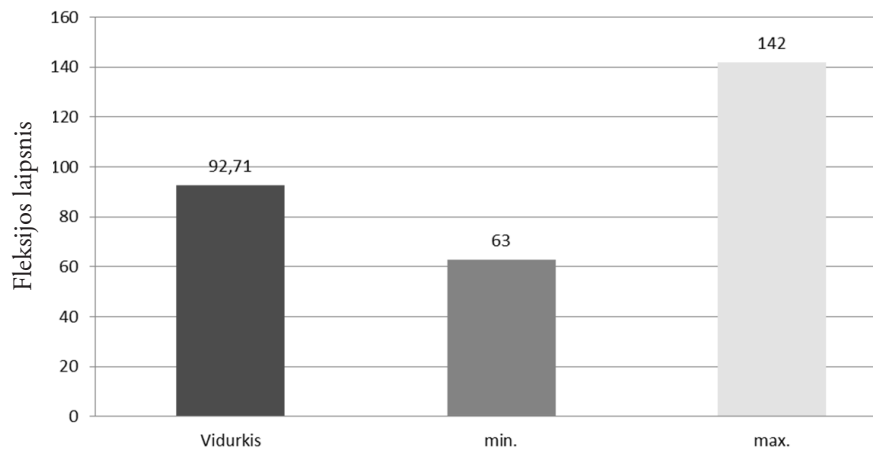
1 pav. Mechaninės ašies vertinimas. Kelio sąnario mechaninės ašies *varus* / *valgus* deformacijos imtyje pasiskirstymas prieš operaciją



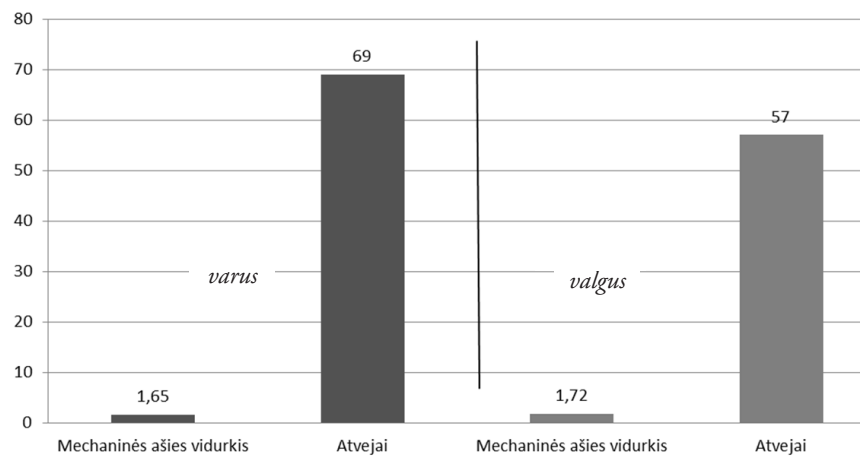
2 pav. Kelio sąnario funkcijos vertinimas. Kelio sąnario fleksijos įvertinimas prieš operaciją



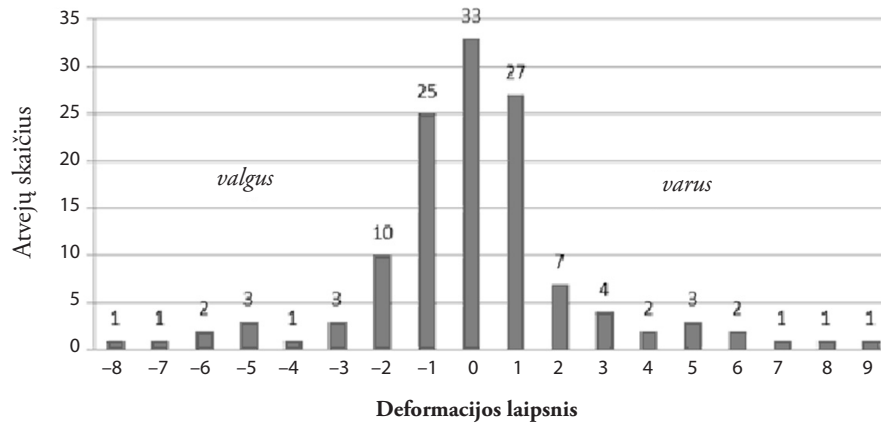
3 pav. Kelio sąnario ekstenzijos įvertinimas prieš operaciją



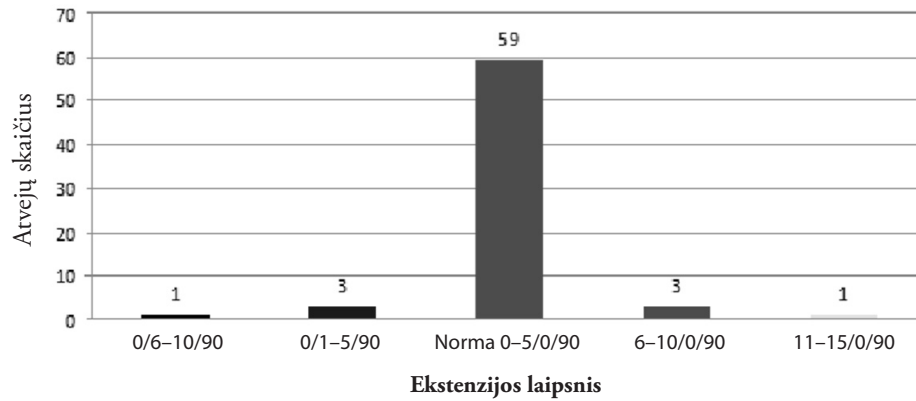
4 pav. Kelio sąnario fleksijos įvertinimas prieš operaciją



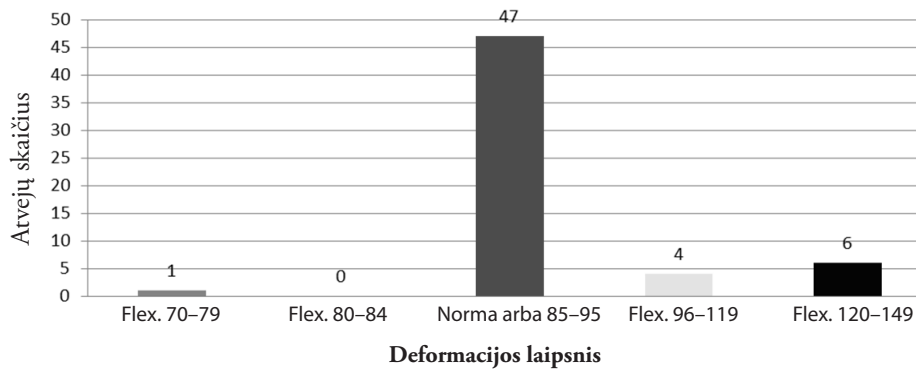
5 pav. Pooperacinis mechaninės ašies įvertinimas



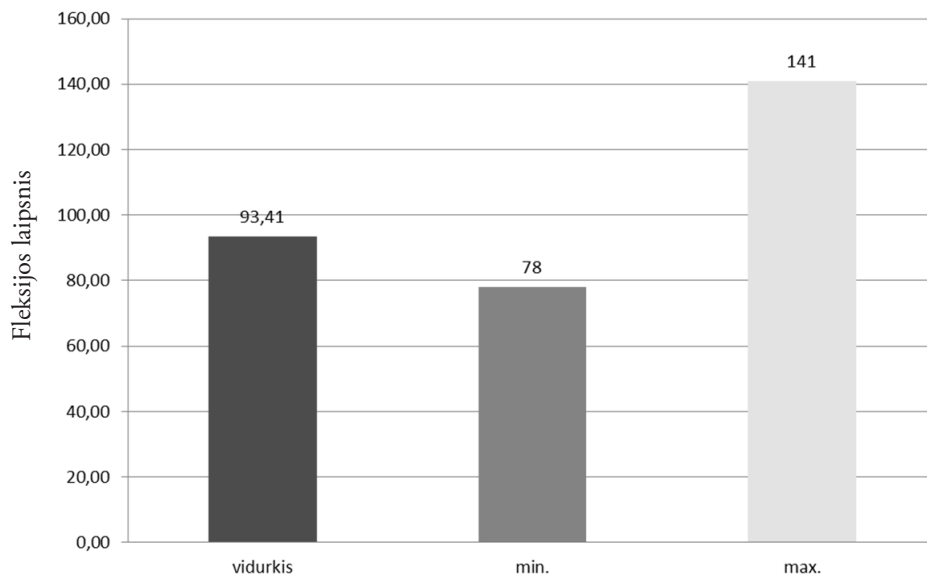
6 pav. Kelio sąnario mechaninės ašies *varus* / *valgus* deformacijos imtyje pasiskirstymas po operacijos



7 pav. Kelio sąnario ekstenzijos įvertinimas po operacijos



8 pav. Kelio sąnario fleksijos įvertinimas po operacijos



9 pav. Galutinis pooperacinis kelio sąnario fleksijos rezultato įvertinimas

Paveikslų paaiškinimai ir pastabos

1 pav. Vertintas kelio sąnario deformacijų *varus* ir *valgus* pasiskirstymas priešoperacinėje pacientų grupėje ir pacientų pasiskirstymas į grupes pagal deformacijos laipsnį. Norma laikyta, kai *varus* ir *valgus* deformacijos ribos yra 0–3 laipsnių. *Varus* 34 laipsnių deformacija nustatyta vienam pacientui, *valgus* 16 laipsnių deformacija – vienam pacientui.

2 pav. Norma traktuojama remiantis neutralaus nulinio skaičiavimo metodika, kai, pavyzdžiui, ekstenzija/0/fleksija – 0/0/90. Tokių pacientų buvo 47. Fleksijos diapazonas 85–95 apibūdinamas kaip norma remiantis pasauline literatūra ir technine navigacinių sistemų programinės įrangos specifikacija, kurioje rekomenduojamos minėto diapazono ribos atitinka tikslaus priešoperacinio registro kriterijus su minimalia galima paklaida simuliuojant pooperacinį rezultatą. Diagramoje pateikiama kelio sąnario fleksijos analizė pagal navigacijos registro protokolo duomenis. Kad būtų lengviau apdoroti visos pacientų imties duomenis, jie buvo suskirstyti į fleksijos diapazonus.

3 pav. Norma buvo traktuojama remiantis neutralaus nulinio skaičiavimo metodika, kai, pavyzdžiui, ekstenzija/0/fleksija – 0/0/90. Tokių pacientų buvo 28.

Diagramoje norėta įvertinti prieš operaciją navigacijos protokole užregistruotus atvejus ir išanalizuoti, kiek atvejų, koks buvo ekstenzijos deficitas arba kelio sąnario fleksinės kontraktūros laipsnis ir kaip jis pasiskirstė.

4 pav. Diagramoje vertinta prieš operaciją navigacijos protokole užregistruotų minimalios ir maksimalios fleksijos reikšmės ir bendras fleksijos kampas pacientų imtyje. Normali kelio sąnario funkcija pagal neutralaus nulinio metodiką yra 0/0/130–140.

5 pav. Mechaninės ašies vidurkis – visos pacientų imties galutinis pooperacinis *varus* / *valgus* deformacijų vidurkis laipsniais, kai norma laikomas galimas 0–3 laipsnių nuokrypis nuo mechaninės ašies tiek į *varus*, tiek į *valgus*.

6 pav. Normos ribose *valgus* / *varus* (0–3 laipsnių) koreguotos deformacijos. Virš normos ribų (≥ 4 laipsniai): *varus* maksimaliai nekoreguota mechaninė ašis 1 pacientui – 9 laipsniai, *valgus* maksimaliai nekoreguota mechaninė ašis 1 pacientui – 8 laipsniai.

7 pav. Visiška ekstenzija traktuojama remiantis neutralaus nulinio skaičiavimo metodika, kai, pavyzdžiui, ekstenzija/0/fleksija – 0/0/90, ir leistina hiperekstenzijos norma, remiantis moksliniais straipsniais ir navigacijos programinės įrangos techninės specifikacijos rekomen-

dacijomis, yra nuo 0 iki 5 laipsnių – 5-0/0/90. Tokių pacientų buvo 59. Lentelėje pateikiama kelio sąnario ekstenzijos analizė pagal navigacijos registro protokolo duomenis. Kad būtų lengviau apdoroti visos pacientų imties duomenis, jie buvo suskirstyti į ekstenzijos, hiperekstenzijos ir nekoreguotos fleksijos diapazonus. Lentelėje įvertinti po operacijos navigacijos protokole užregistruoti atvejai ir išanalizuoti atvejai pagal ekstenzijos, hiperekstenzijos, nekoreguotos kelio sąnario fleksinės kontraktūros laipsnį bei jų pasiskirstymas pacientų imtyje.

8 pav. Norma traktuojama remiantis neutralaus nulinio skaičiavimo metodika. Tokių pacientų buvo 47. Fleksijos diapazonas 85–95 apibūdinamas kaip norma, remiantis pasauline literatūra ir technine navigacinių sistemų programinės įrangos specifikacija, kurioje rekomenduojamas minėto diapazono ribos atitinka tikslaus pooperacinio navigacijos operacijos protokolo registro duomenis. Lentelėje pateikiama kelio sąnario fleksijos analizė pagal navigacijos registro protokolo duomenis. Kad būtų lengviau apdoroti visos pacientų imties duomenis, jie buvo suskirstyti į fleksijos diapazonus.

8 pav. Pastaba: lentelės (2–4,7–9) išskirstytos į fleksijos ir ekstenzijos diapazonus dėl to, kad analizuojant su navigacine sistema atliktų operacijų registro protokolus pastebėta, kad yra pacientų grupės, kuriose buvo registruota tik fleksija arba tik ekstenzija. Ir buvo grupė pacientų, kuriai registruoti abu minėti parametrai. Tačiau šis rezultatas neturėjo reikšmės galutiniam operacijos rezultatui.

9 pav. Šioje diagramoje įvertintas galutinis pooperacinis kelio sąnario fleksijos rezultatas.

Diskusija

Atliktas daugiacentris retrospektyvusis tyrimas paremtas navigacinių sistemų operacinių protokolų registru duomenimis. Į studiją įtraukta trijų Lietuvos ligoninių – VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų, VšĮ Kauno klinikinės ligoninės ir VšĮ Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninės Kauno klinikų – naudotų navigacinių sistemų, su kuriomis buvo atliktos kelio sąnario endoprotezavimo operacijos, operacinių protokolų registru duomenys.

Atlikus šį tyrimą ir palyginus rezultatus su skelbiamais pasaulinėje literatūroje, galima teigti, kad analizuotų atvejų pooperaciniai rezultatai prilygsta „auksiniam“ endoprotezo implantavimo kriterijui, t. y. protezas buvo implantuotas tiksliai, neviršijant numatyto *varus / valgus* mechaninės ašies leistino 0–3 nuokrypio.

Įvertinę kelio sąnario funkcijos rezultatus manome, kad atlikus operacijas su navigacine sistema remiantis galutiniu rezultatu, įvertinus operacinius registru duomenis, kelio sąnario judesių amplitudė pagerėjo.

Tikime, kad navigacinė sistema padeda tiksliai implantuoti kelio sąnario endoprotezus. Dėl to yra pailginamas endoprotezo funkcionavimo laikotarpis, t. y. pailginamas laikotarpis iki revizinės operacijos.

Ekonominis efektas – dėl tikslaus endoprotezo komponentų implantavimo sumažinama revizinės operacijos tikimybė ir pailginamas endoprotezo „išgyvenamumo“ laikotarpis. Pacientas yra ilgiau darbingas arba jaučiasi patogiai, todėl mažiau prarandama lėšų gydant komplikacijas.

Navigacinė sistema yra naudinga ir gera pagalbinė priemonė, nes mažiau patyrę ortopedai turi ilgiau mokytis, kad įgytų reikiamą kvalifikaciją pasiekti tokį pat operacijos tikslumą kaip patyrę ortopedai, operuodami įprastiniu būdu.

Pasitelkiant navigaciją yra simuliuojamas atliekamos kaulinės osteotomijos galutinis rezultatas, kuris sumažina klaidos tikimybę implantuojant endoprotezo komponentus, išsaugomas kaulinis audinys, maksimaliai koreguojama mechaninė ašis ir implantų poziciniai kampai.

Nuo operacijos pradžios iki pabaigos navigacinė sistema chronologiškai registruoja visus operacijos etapus. Toks navigacinės sistemos sugeneruotas protokolas leidžia sistemingai ir chronologiškai atkurti operacijos eigą. Kadangi daugėja teisminių situacijų, šis protokolas suteikia operuojančiam ortopedui juridinį saugumą.

Palengvinimas operuojančiam ortopedui – medicininės dokumentacijos sumažinimas optimizavus ir integravus navigacijos operacinio registro protokolo duomenis su ligoninės operacijų registro numatytais kriterijais – stacionari, serveriu pagrįsta duomenų bazė, galima prieiga prie interneto, spausdinimo ir kitų šiuolaikinių technologijų integracija pagrįsta sistema.

LITERATŪRA

1. Sparmann M, Wolke B, Czupalla H, Banzer D, Zink A. Positioning of total knee arthroplasty with and without navigation support: A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2003; 85-B: 830–835.
2. Choong PF, Dowsey MM, Stoney JD. Does accurate anatomical alignment result in better function and quality of life? Comparing conventional and computer-assisted total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2009 Jun; 24(4): 560–569. Epub 2008 May 19.
3. Kim SJ, MacDonald M, Hernandez J, Wixson RL. Computer assisted navigation in total knee arthroplasty: improved coronal alignment. *J Arthroplasty*. 2005 Oct; 20(7 Suppl 3): 123–131.
4. Harvie P, Sloan K, Beaver RJ. Three-dimensional component alignment and functional outcome in computer-navigated total knee arthroplasty: a prospective, randomized study comparing two navigation systems. *J Arthroplasty*. 2011 Dec; 26(8): 1285–1290. Epub 2011 Feb 12.
5. Sikorski JM. Computer-assisted revision total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 2004; 86-B: 510–516.
6. Carter RE 3rd, Rush PF, Smid JA, Smith WL. Experience with computer-assisted navigation for total knee arthroplasty in a community setting. *J Arthroplasty*. 2008 Aug; 23(5): 707–713. Epub 2008 Mar 4.
7. Chauhan SK, Scott RG, Bredahl W, Beaver RJ. Computer-assisted knee arthroplasty versus a conventional jig-based technique. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2004 Apr; 86(3): 372–377.
8. Anderson KC, Buehler KC, Markel DC. Computer assisted navigation in total knee arthroplasty: comparison with conventional methods. *J Arthroplasty*. 2005 Oct; 20(7 Suppl 3): 132–138.
9. Kalairajah Y, Simpson D, Cossey AJ, Verrall GM, Spriggins AJ. Blood loss after total knee replacement: effects of computer-assisted surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 2005 Nov; 87(11): 1480–1482.
10. Kalairajah Y, Cossey AJ, Verrall GM, Ludbrook G, Spriggins AJ. Are systemic emboli reduced in computer-assisted knee surgery?: A prospective, randomised, clinical trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2006 Feb; 88(2): 198–202.
11. Blakeney WG, Khan RJ, Wall SJ. Computer-assisted techniques versus conventional guides for component alignment in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Aug 3; 93(15): 1377–1384.
12. Huang TW, Hsu WH, Peng KT, Hsu RW, Weng YJ, Shen WJ. Total knee arthroplasty with use of computer-assisted navigation compared with conventional guiding systems in the same patient: radiographic results in Asian patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Jul 6; 93(13): 1197–1202.
13. Maculé-Beneyto F, Hernández-Vaquero D, Segur-Vilalta JM, Colomina-Rodríguez R, Hinarejos-Gomez P, García-Forcada I, Seral Garcia B. Navigation in total knee arthroplasty. A multicenter study. *International Orthopaedics (SICOT)* DOI 10.1007/s00264-006-0126-7.