

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS**

Baigiamasis darbas

Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimas: klinikinis atvejis ir literatūros apžvalga

Distal Femur Fracture Non-union: Case Report and Literature Review

Studentas/ė, grupė

Kristijonas Petkevičius VI kursas, 11 gr.

Klinika, kurioje ruošiamas ir ginamas darbas
Reumatologijos, ortopedijos-traumatologijos ir rekonstrukcinės chirurgijos klinika

Klinikinės medicinos instituto

Darbo vadovas

Dr. Tomas Sveikata

Klinikos vadovas

Prof. (HP) dr. Irena Butrimienė

2024-05-10

Studento elektroninio pašto adresas: kristijonas.petkevicius@mf.stud.vu.lt

TURINYS

SANTRAUKA	2
SUMMARY	3
1. ĮVADAS.....	4
2. LITERATŪROS APŽVALGA	5
2.1. Šlaunikaulio distalinės dalies anatomija ir savybės.....	5
2.2. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių etiologija, epidemiologija ir rizikos veiksniai.....	8
2.3. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo simptomatika, diagnostika ir klasifikacija.....	9
2.4. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo etiologija, epidemiologija ir rizikos veiksniai	12
2.5. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo gydymas, operacinio metodo pasirinkimas	13
2.6. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo prognozė, komplikacijos ir rehabilitacija.....	17
3. KLINIKINIS ATVEJIS	18
4. APTARIMAS.....	23
5. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	24
6. LITERATŪROS SĄRAŠAS	25

SANTRAUKA

Autorius: Kristijonas Petkevičius

Darbo pavadinimas: Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimas: klinikinis atvejis ir literatūros apžvalga

Įvadas: Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimas – itin sudėtinga klinikinė būklė, dažnai sukelianti komplikacijas ir turinti didelę neigiamą įtaką pacientų gyvenimo kokybei. Tokios klinikinės būklės atsiradimui įtakos turi anatomicinės ir biologinės šlaunikaulio savybės, taip pat su pacientu ir chirurginiu gydymu susiję rizikos veiksniai. Nors pastaraisiais metais šių lūžių nesugijimo gydyme padaryta nemaža pažanga, šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo ortopedinėje chirurgijoje problema vis dar išlieka aktuali.

Darbo tikslas: Apžvelgti naujausią mokslinę literatūrą apie šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo priežastis, chirurginio gydymo metodiką ir išnagrinėti susijusį klinikinį atvejį.

Medžiaga ir metodai: Atlikta literatūros paieška naudojantis *PubMed*, *ClinicalKey*, *ScienceDirect* duomenų bazėmis. Paieškai buvo pasirinkti raktažodžiai anglų kalba „šlaunikaulio distalinė dalis“, „lūžis“, „nesuaugimas“, „anatomija“, „etiologija“, „epidemiologija“, „rizikos veiksniai“, „diagnostika“, „gydymas“, „chirurginis gydymas“, „reabilitacija“ ir jų kombinacijos, siekiant sutelkti dėmesį į paskutinių 5 metų mokslinę literatūrą. Surasti ir įtraukti 57 aktualiausi, atitinkantys darbo tikslą moksliniai straipsniai, parašyti anglų kalba, turintys viso teksto prieigą, taip pat jų šaltiniai.

Klinikinis atvejis: Pateikiamas 56 metų amžiaus pacientės abipusio šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo atvejis. Pacientė operuota Respublikinėje Vilniaus universiteto ligoninėje. Jai taikyti iš viso 7 chirurginio gydymo metodai. Gydymas truko 8 metus.

Rezultatai: Šlaunikaulio distalinės dalies diafizė pasižymi prasta vaskuliarizacija, keliančia riziką šios srities nesugijimui. Dažniausios šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo priežastys: netinkama arba nepakankama lūžio vietos fiksacija, kraujotakos pažeidimas ir infekcija lūžio srityje. Dėl senstančios visuomenės dalies didėjimo daugėja su osteoporoze susijusių kaulų lūžių, todėl ši klinikinė būklė bus diagnozuojama vis dažniau. Nors esama daug skirtingų gydymo metodų, tačiau optimali gydymo strategija vis dar nėra aiški.

Išvados: Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo etiologijoje svarbus vaidmuo tenka šlaunikaulio distalinės diafizės srities kraujotakai. Šios klinikinės būklės gydymo metodų spektras yra platus, todėl ir gydymo rezultatai yra įvairūs. Siekiant išsiaiškinti svarbiausius rizikos veiksnius ir efektyviausius gydymo būdus, svarbu atlikti daugiau mokslinių tyrimų šioje srityje.

Raktiniai žodžiai: šlaunikaulio distalinė dalis, lūžiai, nesugijimas, etiologija, gydymas, osteosintezė

SUMMARY

Author: Kristijonas Petkevičius

Title: Distal Femur Fracture Non-union: Case Report and Literature Review

Introduction: Distal femur fracture non-union is a highly complex clinical condition with a high complication rate and a significant negative impact on patients' quality of life. It is influenced by the anatomical and biological properties of the femur, as well as patient- and surgery-related risk factors. Although progress has been made in recent years in the treatment of non-union of these fractures, non-union of distal femoral fractures remains a problem in orthopaedic surgery.

Aim: To review the recent scientific literature on the causes of distal femoral fracture non-union, surgical treatment methods and to analyze a related clinical case.

Material and methods: A literature search was conducted using *PubMed*, *ClinicalKey*, and *ScienceDirect* databases. The keywords in English "distal femur", "fracture", "non-union", "anatomy", "etiology", "epidemiology", "risk factors", "diagnosis", "treatment", "surgical treatment", "rehabilitation" and their combinations were used, focusing on scientific literature from the past 5 years. 57 most relevant scientific articles meeting the aim of the study, written in English with full-text access, and their sources were found and included.

Case report: A case of bilateral non-union in distal femur fractures of a 56-year-old female patient is presented. The patient was operated at the Republican Vilnius University Hospital. A total of 7 surgical treatment methods were applied. The treatment lasted 8 years.

Results: The diaphysis of the distal femur is characterized by poor vascularization and presents a risk of non-union in this area. The most common causes of non-union in distal femur fractures are improper or inadequate fixation, vascular damage and infection of the fracture site. With an aging population and an increasing frequency of fractures related to osteoporosis, this clinical condition will be diagnosed more frequently in the future. Although there are many different treatment methods, an optimal treatment strategy is not clear.

Conclusions: The vascularization of the distal femoral diaphysis plays a crucial role in the etiology of non-union in distal femur fractures. The spectrum of treatment methods for this condition is vast and clinical outcomes vary. To identify the most significant risk factors and most effective treatment methods, it is important to conduct more scientific research in this area.

Key words: distal femur, fractures, non-union, etiology, treatment, osteosynthesis

1. ĮVADAS

Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimas (toliau – ŠDDLN) yra ne tik klinikinė prasme svarbi, bet ir nemažai iššūkių kelianti ortopedijos sritis. Nors šlaunikaulio distalinės dalies lūžiai sudaro palyginti nedidelę visų suaugusiųjų patiriamų lūžių dalį (apie 0,5 proc.) (1), šios anatomicinės srities nesugijimas mokslinėje literatūroje nustatomas net iki 20-30 proc. atvejų (2,3). Su osteoporozė siejami šios srities lūžiai geriatrinėje populiacijoje sudaro net 4-6 proc. visų lūžių (4). Vyresnių nei 65 metų amžiaus pacientų grupėje mirštamumas pirmaisiais pooperaciniais metais siekia net 25-35 proc. Hospitalizacijos trukme šlaunikaulio distalinės dalies lūžiai lenkia šlaunikaulio proksimalinės dalies lūžių trukmę (5–9).

Užtrukęs kaulų gijimas neigiamai veikia tiek fizinę, tiek psichinę sveikatą ir stipriai sumažina pacientų gyvenimo kokybę. Tai itin dažnai pastebima ŠDDLN atvejais stipriai sumažėjus pacientų mobilumui ir savarankiškumui, atsiradus lėtiniam skausmui, pooperacinėms komplikacijoms bei didėjant mirštamumo rizikai (6). Kadangi ši būklė stipriai suvaržo kojos funkcinę būklę, sumažina judesių amplitudę ir sąlygoja ilgai išliekantį skausmą, ji dažnai reikalauja sudėtingų revizinių operacijų (10). Svarbu suprasti, kad būtent kaulo nesuaugimas šlaunikaulio distalinėje dalyje dažniausiai sukelia revizinių operacijų poreikį (4).

ŠDDLN kyla dėl prastos kaulinio audinio kokybės, prastos kraujotakos ir komplikacijų, susijusių su pradine chirurgine intervencija (11,12). Gydant šią būklę neretai net keli osteosintezės bandymai būna nesėkmingi – tai rodo šių lūžių nesugijimo gydymo sudėtingumą. Iššūkius kelia ir kiti chirurginio gydymo tikslai – apatinės galūnės ilgio, ašies, rotacijos judesių atkūrimas bei sąnarių paviršių rekonstrukcija (2). Taip pat ŠDDLN gydymą apsunkina gydymo gairių ir metodikų trūkumas (6,7,13). Be to, kaulų nesugijimo tyrimuose dažnai trūksta universalios kaulo nesuaugimo apibrėžimo, todėl sunku standartizuoti gydymo ir diagnostikos metodus (13).

Senstant populiacijai, ortopedijoje vis dažniau susiduriama ir su šlaunikaulio distalinės dalies periprostetinių lūžių ir jų nesugijimo problema, kuri vis dažniau kyla dažniau protezuojant kelio sąnarį (14). Naujausia mokslinė literatūra nagrinėja fiksacijos metodų biomechaniką, chirurgines technikas ir naujas implantų technologijas, tačiau optimali ŠDDLN operacinio gydymo ir reabilitacijos strategija išlieka neaiški, todėl būtina atlikti tolimesnius tyrimus (15). Akivaizdu, kad tai itin aktuali problema, su kuria gydytojai ortopedai-traumatologai vis dažniau susidurs ateityje.

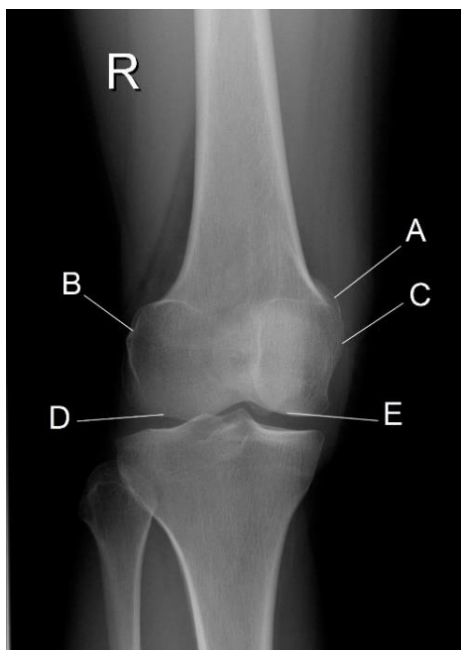
Šiame magistro darbe siekiama išsamiai išnagrinėti šią problematiką, apžvelgti jai svarbius anatominius aspektus, jos etiologiją, epidemiologiją, rizikos veiksnius, gydymo prognozę,

komplikacijas, diagnostinius ir terapinius metodus. Taip pat šiame darbe pateikiamas klinikinis atvejis, iliustruojantis šios klinikinės būklės aktualumą ir kompleksiskumą.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. ŠLAUNIKAULIO DISTALINĖS DALIES ANATOMIJA IR SAVYBĖS

Šlaunikaulį sudaro trys pagrindinės dalys – vidurinė dalis, vadinama kūnu, artimasis bei tolیمasis galai. Vamzdžio formos šlaunikaulio kūnas plātėdamas baigiasi vidiniu ir šoniniu krumpliais, kuriuos perskiria tarpkrumplinė duobė (14,16). Nors pasiūlyta daug būdų apibrėžti distalinę šlaunikaulio dalį, dažniausiai ji apibrėžiama kaip šlaunikaulio distalinis segmentas, kurio ilgis lygus atstumui tarp krumplių (14). Šlaunikaulio krumpliai sąnariniais paviršiais liečiasi su blauzdikaulio krumpliais, o šlaunikaulio distaliniame priekiniame paviršiuje esantis girnėlinis paviršius liečiasi su girnelės sąnarinio paviršiumi (17). Į šonus nuo šlaunikaulio krumplių iškyla vidinis ir šoninis antkrumpliai. Vidinio antkrumplio kiek iškilusi, ryškesnė dalis vadinama pritraukiamuoju gumburėliu (žr. 1 pav.) (18).



- A – pritraukiamasis gumburėlis, *tuberculum adductorium*
- B – šoninis antkrumplis, *epicondylus lateralis*
- C – vidinis antkrumplis, *epicondylus medialis*
- D – šoninis krumplis, *condylus lateralis*
- E – vidinis krumplis, *condylus medialis*

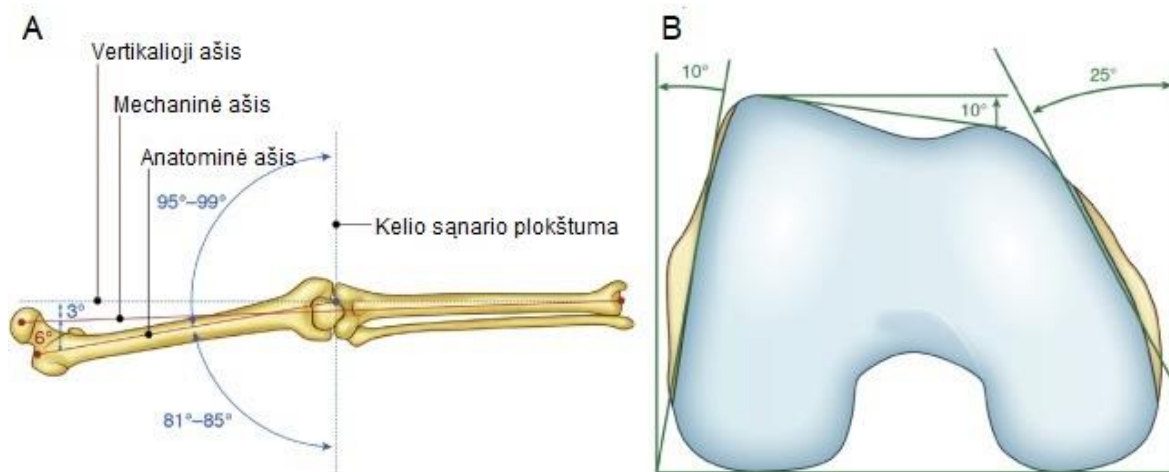
(pagal Gołofit P. Normal femur radiographs [Prieiga per internetą]. Radiopaedia.org; 2017 m.)

1 pav. Šlaunikaulio tolیمojo galo kaulinė anatomija (dešiniojo šlaunikaulio vaizdas iš priekio) (19)

Kelio sąnarys padengtas kremzliniu audiniu, kuris sumažina trintį ir leidžia vykti judesiams. Tibiofemoralinę jungtį stabilizuoja medialinė ir lateralinė menisko dalys. Prie šlaunikaulio vidinio antkrumplio tvirtinasi vidinis kolateralinis raištis, o prie išorinio antkrumplio – išorinis kolateralinis raištis (14). Prie išorinio krumplio prisitvirtinęs priekinis ir prie vidinio krumplio prisitvirtinęs

užpakalinis kryžminiai raiščiai riboja kelio sąnario rotacinį judrumą ir neleidžia blauzdikauliui dislokuotis į priekį arba galą, o vidinis ir šoninis kolateraliniai raiščiai neleidžia įvykti *varus* arba *valgus* deformacijai (14,17).

Žiūrint iš galo, lateralinis šlaunikaulio paviršius pakrypęs maždaug 10 laipsnių, o medialinis – 25 laipsnių kampu anteromedialiai, o priekinis šlaunikaulio paviršius turi 10 laipsnių nuolydį (žr. 2 pav.). Tai svarbu įvertinti įgrežiant konstrukcijas į distalinę šlaunikaulio dalį. Anatomicinė šlaunikaulio ašis pakrypusi į priekį 6-11 laipsnių *valgus* kampu nuo kelio sąnario plokštumos (20). Šios ašies atstatymas ir *varus* nuokrypio prevencija nulemia ne tik šlaunikaulio distalinės dalies operacijų sėkmę, bet ir kelio sąnario bei visos apatinės galūnės ilgalaikį funkcionalumą (14).



(pagal Gangavalli AK, Nwachuku CO. Management of Distal Femur Fractures in Adults: An Overview of Options. Orthop Clin North Am. 2016 m.)

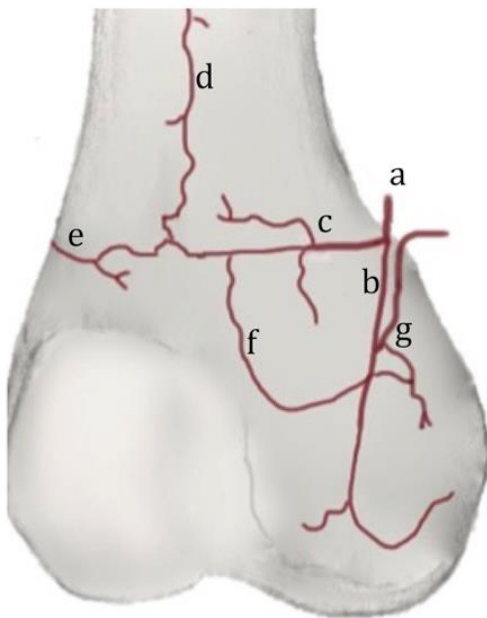
2 pav. A – Šlaunikaulio ašys; B – Dešiniojo šlaunikaulio vaizdas iš galo (20)

Šlauninė arterija (*a. femoralis*) aprūpina visą apatinę galūnę krauju. Ji ties mažuoju gūbriu išsišakoja į paviršinę (*a. femoralis superficialis*) ir giliają (*a. femoralis profunda*) šlaunines arterijas. Perforuojančiosios giliosios šlauninės arterijos aprūpina krauju šlaunikaulio kūną ir distalinę kaulo dalį (17). Užpakalinėje šlaunikaulio pusėje yra maitinamoji anga (*foramen nutricium*), į kurią įeina apatinę šlaunikaulio dalį maitinančios kraujagyslės bei sėdimosio nervo (*n. ischiadicus*) blauzdinės šakos. Tai pat kaulo maitinamąją funkciją atlieka ir antkaulis, supantis kaulą (17).

Šlaunikaulio distalinės dalies medialinėje pusėje praeina šlauninė arterija ir vena (*a. et v. femoralis*), taip pat ir šlauninis nervas (*n. femoralis*) bei jų šakos (17). J. A. D. van der Woude ir kt. atliktos kadaverinės studijos metu nustatyta, kad 87,5 proc. atvejų šlaunikaulio distalinės dalies priekinę medialinę pusę vaskuliarizuoja paviršinės šlauninės arterijos šaka nusileidžiančioji kelio

arterija (*a. descendens genus*), o, kai šios arterijos nėra, ši sritis aprūpinama pakinklinės arterijos šakos vidinės viršutinės kelio arterijos (*a. superior medialis genus*) (21). Šios dvi arterijos tarpusavyje formuoja anastomozes. Nusileidžiančioji kelio arterija ties pritraukiamuoju gumburėliu šakojasi į dvi terminalines šakas – viršutinę skersinę arteriją (*a. transversa superior*) ir centrinę išilginę arteriją (*a. longitudinalis centralis*). Šios terminalinės šakos kyla iš vidinės viršutinės kelio arterijos tais atvejais, kai nusileidžiančiosios kelio arterijos nėra (21).

Šlaunikaulio distalinės dalies lateralinėje pusėje pagrindinė maitinamoji kraujagyslė – pakinklinės arterijos šaka šoninė viršutinė kelio arterija (*a. superior lateralis genus*) (21). Nuo šios kraujagyslės vidutiniškai 7 cm virš šoninės kelio sąnario linijos atsišakoja šoninė skersinė arterija (*a. transversa lateralis*). Ši kraujagyslė formuoja anastomozes tiek su išilginiu diafizės kraujagyslių lanku, tiek su viršutine skersine arterija (žr. 3 pav.). Taigi, vaskuliarizacija šlaunikaulio krumplinėje srityje gausi ir, atlikus operacinę pjūvį šioje zonoje, ji gerai kompensuojama įvairių anastomozė (21).



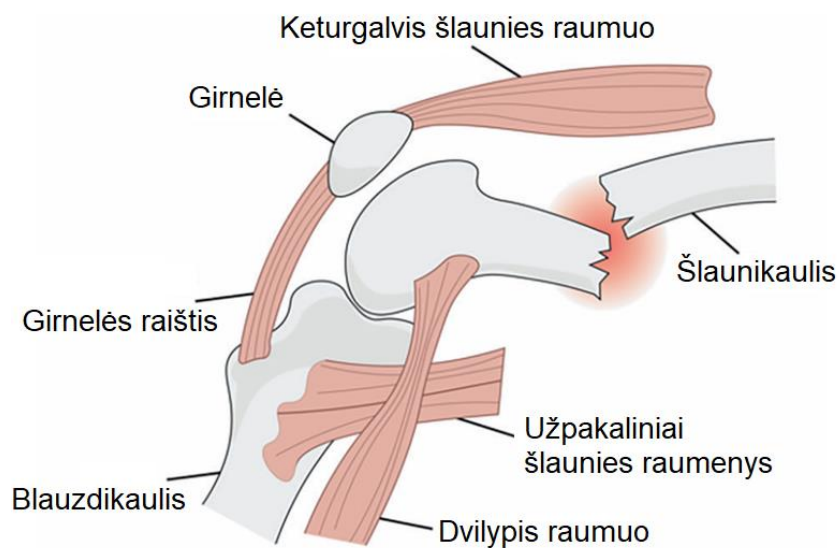
- A – nusileidžiančioji kelio arterija (*a. descendens genus*).
- B – centrinė išilginė arterija (*a. longitudinalis centralis*).
- C – viršutinė skersinė arterija (*a. transversa superior*).
- D – paviršinės šlauninės arterijos (*a. femoralis superficialis*) šaka.
- E – šoninė skersinė arterija (*a. transversa lateralis*), šoninės viršutinės kelio arterijos (*a. superior lateralis genus*) šaka.
- F – vidinio krumplio (*condylus medialis*) anastomozinis lankas.
- G – vidinės viršutinės kelio arterijos (*a. superior medialis genus*) šaka.

(Van der Woude JAD, van Heerwaarden RJ, Bleys RLAW. Periosteal vascularization of the distal femur in relation to distal femoral osteotomies: a cadaveric study. J Exp Orthop. 2016 m.)

3 pav. Dešiniojo šlaunikaulio distalinės priekinės dalies anastomozės (21)

Pažymėtina, kad virškrumplinis ir sąnarinis šlaunikaulio regionai geriau aprūpinti krauju nei distalinė diafizė, kuri po operacinės fiksacijos gyja blogiau ir gali sąlygoti kaulo nesuaugimą (20). Taip pat yra duomenų, kad kraujotakos deficitas egzistuoja tarpkrumplinės duobės priekinėje dalyje (21). Operacijos metu chirurgams ortopedams-traumatologams svarbu atkreipti dėmesį į pritraukiamojo

gumburėlio atžvilgiu 8-11 cm proksimaliau einančią nusileidžiančiąją kelio arteriją ir 14-18 cm proksimaliau esančią šlauninę arteriją ir dar toliau esančią paviršinę šlauninę arteriją (10,22). Pažeidus vidutinio arba mažo kalibro kraujagyslę šlaunikaulio distalinėje dalyje atsiranda rizika nesuaugimui arba vėlyvam suaugimui (21). Naujausi tyrimai rodo, kad, nepaisant gausesnės kraujotakos medialinėje nei lateralinėje distalinėje šlaunikaulio dalyje, šlaunikaulio vidinis distalinis segmentas, sudarantis 60 proc. arba 16 cm jo ilgio, yra saugi sritis medialinių plokštelių implantavimui (9).



(pagal Reyes R, González-Alonso M, Amhaz-Escanlar S, De Castro A, Pino-Mínguez J, Jorge-Mora A. Distal Femoral Fractures. Topics in Trauma Surgery. IntechOpen; 2023)

4 pav. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžius deformuojantys raumenys (14)

Šlaunikaulio distalinė dalis apgaubta kelių grupių raumenų, galinčių sukelti deformacijas lūžio srityje (žr. 4 pav.) (20). Deformacija įvyksta priklausomai nuo kaulo sutrupėjimo, lūžio plokštumos ir lokalizacijos pritraukiamojo gumburėlio atžvilgiu (16,20). Keturgalvis šlaunies raumuo (*m. quadriceps femoris*) ir užpakaliniai šlaunies raumenys įprastai lūžio atveju sukelia apatinės galūnės sutrumpėjimą, o koronarinėje plokštumoje *varus* arba *valgus* nukrypimas sukliamas pritraukiamųjų šlaunies raumenų bei klubinės blauzdos juostos (*tractus iliotibialis*) (16). Taip pat distalinį lūžio segmentą dislokuoti gali dvilypio raumens (*m. gastrocnemius*) galvos (20). Įvykus lūžiui tarp šlaunikaulio krumplių, dvilypio raumens galvos gali atskirti ir rotuoti susidariusius lūžgalius (16). Šios deformuojančiosios jėgos lūžio sritį veikia ir ŠDDLN atveju, taip sukeldamos riziką fiksacijos nestabilumui ir kitoms komplikacijoms.

2.2. ŠLAUNIKAULIO DISTALINĖS DALIES LŪŽIŲ ETIOLOGIJA, EPIDEMIOLOGIJA IR RIZIKOS VEIKSNIAI

Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių etiologija pasiskirsto bimodališkai pagal amžių ir lytį: šis sužalojimas labiausiai būdingas jauniems vyrams, patyrusiems didelės energijos traumą – eismo įvyki

ar kritimą iš aukščio – ir senyvo amžiaus moterims, patyrusioms nedidelės energijos traumą – kritimą iš stovimos padėties (14,23). Toks traumos pobūdis dažniausiai sąlygojamas jaunesniame amžiuje dėl didesnio žmogaus aktyvumo, o vyresniame amžiuje dėl osteoporozės (24). Osteosintezės klausimų darbo draugijos (vok. *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, toliau – AO) mokslų instituto 2000 m. atliktame tyrime, nagrinėjusiame šių lūžių etiologiją, nustatyta, kad 53 proc. šių lūžių įvyksta dėl eismo įvykių, 33 proc. dėl nelaimingo atsitikimo namuose, 8 proc. dėl sporto, 4 proc. dėl traumos darbo metu, o 2 proc. dėl kitų priežasčių (25). Svarbu atkreipti dėmesį, kad, senstant populiacijai ir didėjant eismo priemonių saugumui, mažos energijos ir osteoporozės sukelti lūžiai šių traumų etiologijoje sudaro vis didesnę dalį (14). 2017 m. R. Elsoe ir kt. atlikto tyrimo duomenimis net iki 97 proc. visų šlaunikaulio distalinės dalies lūžių įvyko dėl mažos energijos traumų, o 61 proc. visų šios srities lūžių įvyko nukritus iš stovimos padėties (1). Taip pat pastaruoju metu išryškėjo dar viena svarbi šių lūžių kategorija – po kelio sąnario endoprotezavimo įvykę periprostetiniai lūžiai, sudarantys iki 28 proc. visų šlaunikaulio distalinės dalies lūžių (1).

Nors šlaunikaulio distalinės dalies lūžiai sudaro 0,5 proc. visų lūžių (1), osteoporoze sergantiems pacientams ši trauma sudaro net iki 6 proc. visų patiriamų lūžių (4). Šlaunikaulio distalinės dalies lūžiai dvigubai dažnesni moterims nei vyrams (1). Šiuos lūžius patyrusių vyrų vidutinis amžius – 44 metai, o moterų – 72 metai (1). Iki 1,1 proc. pacientų, kuriems atliktas kelio sąnario endoprotezavimas, per pirmuosius 5 metus po operacijos patiria periprostetinį šlaunikaulio lūžį (26). Dažniausio tipo lūžiai šlaunikaulio distalinėje dalyje – nesąnariniai, A1 bei A2 tipo pagal AO klasifikaciją lūžiai (1,24). Labai tikėtina, kad, senstant populiacijai ir atliekant vis daugiau endoprotezavimo operacijų, šių lūžių daugės ne tik Vakarų šalyse, bet ir visame pasaulyje (1,26).

2.3. ŠLAUNIKAULIO DISTALINĖS DALIES LŪŽIŲ NESUGIJIMO SIMPTOMATIKA, DIAGNOSTIKA IR KLASIFIKACIJA

Pasireiškus ŠDDLN, kelio sąnario srityje atsiranda lėtinis skausmas, tinimas, kelio sąnarys tampa mažiau lankstus (27). Dažnai pacientas negali remtis savo svoriu ant negyjančiosios kojos arba mindamas koją lūžio srityje jaučia skausmą (28). Blogai gyjant šlaunikaulio distalinės dalies lūžiui, pacientas gali pradėti šlubuoti (29). Nesuaugimo vietoje gali atsirasti patologinis negyjančių lūžgalių judrumas arba krepitacija (30). Senesnio amžiaus ir riboto mobilumo pacientams ŠDDLN gali būti ir besimptomis, kai panaudotas implantas išlieka nepažeistas dėl trūkstamos apkrovos (8).

Efektyviam kaulo gijimui lūžio vietoje reikalingas stabilumas ir pakankama vaskuliarizacija (24). Nesugijimo vertinimo metu svarbu atsižvelgti į įvykusios traumos mechanizmą, prieštai taikytus

gydymo metodus, paciento gretutines ligas, steroidinių medikamentų vartojimą, taip pat svarbu atmesti infekciją ar kraujotakos nepakankamumą nesuaugimo srityje (31). Pacientai, patyrę šlaunikaulio distalinės dalies lūžius, turi būti atidžiai stebimi – chirurginė intervencija ir augmentacija kauliniais transplantatais turėtų įvykti dar prieš fiksuojančių implantų sulūžimą (32).

Lūžio nesuaugimas diagnozuojamas tada, kai lūžis nebegali sugyti be papildomos chirurginės arba nechirurginės intervencijos (33). Kaulo nesuaugimas, pagal JAV maisto ir vaistų administraciją (angl. *Food and Drug Administration*, FDA), tai nesugijimas dėl lūžio, kuris įvyko ne mažiau nei prieš devynis mėnesius ir kuris per tris mėnesius nerodo progresuojančių gijimo požymių (2). Neretai negyjantys šlaunikaulio lūžiai reikalauja daugiau nei vienos revizinės operacijos – tokiais atvejais jie apibrėžiami kaip rezistentiški kaulų nesuaugimo atvejai, kurie dažnai sukelia didelį morbidiskumą ir prastas funkcines išėtis (32).

Tiriant ŠDDLN svarbu įvardyti tiek potencialius jatrogeninius, tiek nejatrogeninius nesuaugimą lemiančius veiksniai (32). Norint tinkamai įvertinti nesuaugimą, reikia padaryti bent dviejų krypčių rentgenogramą, apimančią sąnarius virš ir po lūžiu (29). Kaulo gijimas pasireiškia gausiu kaliuso susidarymu, matomu priekinėje ir šoninėje rentgenogramoje (34). Kadangi daugiau nei pusė šlaunikaulio distalinės dalies lūžių paveikia sąnarinį paviršių, šios srities lūžių įvertinimui patariama atlikti kompiuterinės tomografijos tyrimą sąnarinio paviršiaus įvertinimui (1,17). Revizinę operaciją dėl nesuaugimo planuojantis gydytojas ortopedas radiografiniais tyrimo metodais gali įvertinti kaulo defekto dydį, ašį, stabilumą, osteoporozės ir sklerozės mastą (31).

Dėl didelio kaulų lūžių žmogaus kūne heterogeniškumo sunku tiksliai įvardinti visiems kaulams tinkamus nesugijimo kriterijus, nes skirtingi kaulai gyja skirtingu greičiu (33). Vis dėlto, tinkamas nesugijimo identifikavimas bei klasifikavimas labai svarbus norint suprasti jo etiologiją ir suplanuoti tinkamą gydymą (35). Tinkama kaulų nesugijimo klasifikavimo sistema svarbi tam, kad būtų galima tirti ir lyginti tarpusavyje panašaus sunkumo nesuaugimo atvejus bei geriau įvardyti ne tik etiologinius veiksniai, bet ir tinkamą terapiją (31).

Nesuaugimo diagnostikoje viena labiausiai paplitusių nesuaugimo klasifikavimo sistemų – tai 1976 m. pasiūlyta Weber-Čech klasifikacija, kuri atsižvelgia į radiologinį vaizdą bei lūžio gijimo biologines sąlygas (36). Ši klasifikacija išskiria hipertrofinį, oligotrofinį, atrofinį ir infekcinį kaulų nesuaugimo tipus. Hipertrofinis nesuaugimas diagnozuojamas, kai matomas gausus kaliuso susiformavimas, gera vaskuliarizacija, tačiau osteogenezė nepakankama. Oligotrofinis nesuaugimas konstatuojamas tada, kai nematoma kaliuso susiformavimo, bet vaskuliarizacija pakankama, nematoma

lūžgalių nekrozės. Atrofinis nesuaugimas pasižymi kalusio nesusiformavimu ir prasta vaskuliarizacija – osteogenezė nevyksta, matoma lūžgalių nekrozė (36); šiam tipui priskiriami ir osteoporozės sukelti nesuaugimo atvejai dėl prastų sąlygų osteogenezei (23). Infekcinis nesuaugimas – tai nesuaugimas dėl simptominės arba mikrobiologiškai patvirtintos infekcijos (36). Literatūroje įvardijamas ir aseptinis nesuaugimas – tai nesuaugimas, kada nėra infekcijos simptomų ir pirminės operacijos metu gauti mikrobiologiniai mėginiai yra neigiami (10).

Įtraukdami Weber-Čech klasifikaciją ir atsižvelgdami į nesuaugimo bendruosius ir vietinius rizikos faktorius, G. M. Calori su bendraautoriais 2008 m. pasiūlė šimtabalę nesuaugimo vertinimo sistemą (angl. *Non-union Scoring System, NUSS*), kuri pagal nesuaugimo sunkumą rekomenduoja tam tikrą gydymo taktiką (31). Ši vertinimo sistema akcentuoja mechaninius ir biologinius nesuaugimą lemiančius veiksnius. Pacientai pagal nesuaugimo sunkumą priskiriami vienai iš keturių grupių. Pirmoji grupė (iki 25 balų): nesuaugimas dėl pagrindinės mechaninės priežasties – rekomenduojama didinti stabilumą pasirinkus kitą fiksacijos metodą. Antroji grupė (26-50 balų): nesuaugimas tiek dėl nesunkių mechaninių, tiek biologinių priežasčių – rekomenduojama atlikti stipresnę fiksaciją kartu su biologine stimuliacija (elektromagnetine kaulinio audinio stimuliacija, gydymu žemo dažnio smūgine bangų terapija ir kt.). Trečioji grupė (51-75 balų): nesuaugimas dėl sunkių mechaninių ir biologinių priežasčių – dažniausiai reikalinga atlikti nesuaugimo zonos rezekciją ir gydyti susidariusį kaulo defektą kauliniu transplantatu ar išoriniu fiksatoriumi bei naudoti įvairius biotechnologinius produktus. Ketvirtoji grupė (76-100 balų): itin sunkios mechaninės ir biologinės gijimo sąlygos – svarstomos pirminės amputacijos, artrodezės arba protezavimo operacijos (33).

Taip pat paminėtina ir nesuaugimo klasifikacija pagal Ilizarov, kuris kaulų nesuaugimą suskirstė į du tipus: rigidišką ir laisvą (33). Pagal šią klasifikaciją radiologiškai įvardijamas rigidiškas negyjantis lūžis, kuris turi atrofinius lūžgalius, kliniškai pasižymi mažesniu nei 7 laipsnių patologiiniu judrumu bet kurioje plokštumoje ir kaulo sutrumpėjimu daugiau nei 2 cm. Laisvas nesuaugimas konstatuojamas, kai nustatomas negyjantis lūžis, turintis hipertrofinius lūžgalius, didesnę nei 7 laipsnių patologiinį judrumą ir pasižymintis sutrumpėjimu mažiau nei 2 cm. Vis dėlto, svarbu suprasti, kad neatlikus revizinės operacijos sunku įvertinti lūžio stabilumą ir pagal šią sistemą klasifikuoti ŠDDLN (37).

Verta taip pat paminėti Paley ir Herzenberg sukurtą kaulų nesuaugimo klasifikavimo būdą, išskiriantį A ir B nesugijimo tipus. A tipas diagnozuojamas esant kaulo defektui mažesniau nei 1 cm, o B tipas skiriamas tada, kai kaulo defektas didesnis nei 1 cm (33).

2.4. ŠLAUNIKAULIO DISTALINĖS DALIES LŪŽIŲ NESUGIJIMO ETIOLOGIJA, EPIDEMIOLOGIJA IR RIZIKOS VEIKSNIAI

Dažniausios ŠDDLN priežastys – tai netinkama arba nepakankama lūžio vietos fiksacija, kraujotakos pažeidimas, infekcija (16). ŠDDLN nulemia tiek endogeniniai (su pacientu susiję), tiek egzogeniniai (su chirurginiu gydymu susiję) veiksniai (29). Kalbant apie endogenines ŠDDLN priežastis atkreiptinas dėmesys į sirgimą gretutinėmis ligomis – antro tipo cukriniu diabetu, kraujagyslių, onkologinėmis ir reumatinėmis ligomis (38). Rizika nesugijimui taip pat didesnė rūkantiems, nutukusiems, vyresniems ir vartojantiems alkoholį, steroidinius bei nesteroidinius vaistus nuo uždegimo pacientams (39). Taip pat yra duomenų, kad anemija, maisto medžiagų trūkumas, vitamino D trūkumas ir hipotirodizmas prisideda prie kaulų nesugijimo rizikos (32). Sainio ir bendraautorių atliktas tyrimas įvardijo būtent kūno masės indeksą (toliau – KMI) ir moterišką lytį kaip svarbiausius ŠDDLN rizikos veiksnius (8). M. T. Wang ir bendraautorių atliktoje sisteminėje analizėje taip pat didelis KMI išskiriamas kaip vienas svarbiausių veiksnių, didinančių ŠDDLN tikimybę. Įdomu ir tai, kad šioje sisteminėje apžvalgoje rasti keturi moksliniai straipsniai, neigiantys periprostetinių lūžių didesnę tikimybę nesuaugti nei kito pobūdžio lūžiai distalinėje šlaunikaulio srityje. Taip pat ir mažas paciento mobilumas reikšmingai didina paciento predispoziciją ŠDDLN (29).

Nesuaugimas diagnozuojamas 1,9 proc. visų lūžių atvejų (40). Tačiau šlaunikaulio distalinės dalies lūžiams, net ir taikant moderniausius gydymo metodus, nesugijimas gali siekti net 30 proc. atvejų (2,3). Distalinės šlaunikaulio dalies nesugijimas sudaro trečdalį visų ilgųjų kaulų nesugijimo atvejų (41). Bendrai ilgųjų kaulų nesugijimas moterims pasireiškia 52-54 proc. visų atvejų, o distalinėje šlaunikaulio dalyje nesugijimas moterims pasitaiko net 75 proc. dažniau nei vyrams. Virš 74-ųjų metų amžiaus kategorijoje ŠDDLN moterims keturis kartus dažnesnis nei vyrams (41). Nesuaugimas dažnesnis vyresnių pacientų tarpe dėl prastesnių biologinių ir fizinių sąlygų kaulinio audinio atsistatymui (28), tačiau tam tikriems kaulams, pavyzdžiui, alkūnkauliui ar stipinkauliui nesugijimas gali pasitaikyti dažniau jaunesnių pacientų grupėse (40). 2016 m. atliktoje meta-analizėje tik 60 proc. visų analizuotų studijų patvirtino amžių kaip bendrą rizikos veiksnių kaulų lūžių nesuaugimui (42). Vis dėlto, būtent šlaunikaulio lūžių atvejais nesuaugimo dažnis didėja vyresnių pacientų kategorijose (40).

Nesugijimo rizika taip pat priklauso nuo lūžio pobūdžio. Didesnis šlaunikaulio distalinės dalies lūžio sukeltas minkštųjų audinių, kaulinio audinio bei kraujotakos struktūrų pažeidimas sudaro sąlygas nesuaugti lūžgaliams (39). Atviri lūžiai labiau linkę nesuaugti (8,43), jie dažniau sukelia infekciją, kuri negydoma visada sąlygos nesugijimą (27), taip pat atviri lūžiai labiau pažeidžia kraujagysles ir antkaulį, taip padidindami nesuaugimo riziką (13). Distalinio šlaunikaulio skeveldriniai lūžiai siejami

su didesne tos srities nesugijimo rizika, nes stipriai pakenkia kraujotakai ir stabilumui (6,13,34). Henderson ir bendraautorių atliktas tyrimas parodė, kad 33A3, 33C2 ir 33C3 tipo lūžiai pagal AO klasifikaciją labiau linkę nesuaugti nei kitų tipų šlaunikaulio distalinės srities lūžiai (44). Didesnės energijos traumos dažniau sąlygoja nesuaugimą nei mažos energijos traumos distalinėje šlaunikaulio dalyje (4). Neabejotinai mažina sugijimo tikimybę ir su operaciniu gydymu susiję veiksniai: netinkama kaulų lūžgalių fiksacija, nepavykusi lūžio srities augmentacija kaulo transplantatu (45), didelis minkštųjų audinių pažeidimas operacijos metu, maža operuojančiojo chirurgo klinikinė patirtis (16).

Chirurginių priemonių pasirinkimas ir osteosintezės metodas taip pat daro įtaką šlaunikaulio distalinės dalies lūžių gydymo išeitims. Pavyzdžiui, mokslinėje literatūroje nerūdijančio plieno plokštelės siejamos su nesugijimu, nes nerūdijantis plienas maždaug dvigubai tankesnis už titaną ir panaudotas osteosintezei lemia mažesnę kaulinio susiformavimą lyginant su mažiau standžiomis titano plokštelėmis (4,8,46). Be to, dažnai didesnę osteosintezės sėkmę nulemia ilgesnių plokštelių naudojimas lyginant su trumpesnėmis (8), tačiau yra ir tyrimų, neigiančių statistiškai reikšmingą įtaką ilgesnių plokštelių naudojimui, bendro panaudotų skylių ar sraigtų skaičiaus įtaką kaulų nesugijimo rizikai (46). Taip pat konstrukcijų, turinčių tik rakinamus sraigtus, naudojimas siejamas su didesne nesugijimo rizika lyginant su hibridinėmis konstrukcijomis, naudojančiomis tiek rakinamus, tiek nerakinamus sraigtus (46,47). Dinaminių krumplinių sraigtų naudojimas siejamas su didesne nesuaugimo rizika, nei rakinamų sraigtų naudojimas (13).

2.5. ŠLAUNIKAULIO DISTALINĖS DALIES LŪŽIŲ NESUGIJIMO GYDYMAS, OPERACINIO METODO PASIRINKIMAS

Konservatyvus šlaunikaulio distalinės dalies lūžių gydymas svarstomas neskeveldrinių lūžių atvejais, esant mažam lūžgalių poslinkiui, esant svarbioms kontraindikacijoms operacinei intervencijai (16,17). Konservatyvios negyjančių lūžių terapijos metodų spektras apima žemo dažnio smūginę bangų terapiją, elektromagnetinę kaulinio audinio stimuliaciją bei gydymą ultragarsu (39,48). Vis dėlto, naujausia literatūra rodo, kad, daugėjant patirčiai ir gydymo metodų kiekiui šlaunikaulio distalinės dalies lūžių gydymui, operaciniai gydymo būdai lemia geresnes išėtis nei konservatyvūs gydymo būdai (24,46,47).

Lūžus šlaunikaulio distalinei daliai, pagrindiniai operacinio gydymo tikslai yra atlikti repoziciją ir stabilią krumplių bei diafizės fiksaciją, prireikus atlikti pažeisto sąnarinio paviršiaus rekonstrukciją, apatinių galūnių ašies bei ilgio atstatymą, pažeistų kelio raiščių atstatymą (2,16,24). Dažniausiai taikomi šlaunikaulio distalinės dalies lūžių gydymo metodai – fiksacija lateraline rakinamąja plokštele

(toliau – LRP) arba intrameduline vinimi (toliau – IMV) (46). Lyginant šiuos du terapinius būdus pastebėta, kad gydymas IMV sukelia didesnę kraujavimą, reikalauja daugiau laiko operacijai, tačiau šių dviejų operacinių metodų ilgalaikių komplikacijų dažnis reikšmingai nesiskiria (24,49).

Dėl atsirandančių komplikacijų neretai po pirminės šlaunikaulio distalinės dalies operacijos indikuotinas pakartotinas chirurginis gydymas. Neseniai atlikta meta-analizė parodė, kad revizinės operacijos po šlaunikaulio distalinės dalies lūžių atliekamos net 12,9 proc. atvejų (12). Atliekant šios kūno dalies reviziją dėl nesuaugimo svarbūs terapiniai tikslai – vaskuliarizacijos užtikrinimas ir išsaugojimas, nepažeisto šoninio plačiojo raumens (*m. vastus lateralis*) išlaikymas (43). Taip pat gydant nesuaugimą svarbu pasiekti optimalų stabilumą, reikiamą kompresiją nesuaugimo vietoje, pasirinkti tinkamą implantą ir jo dydį, prireikus atlikti kaulinę plastiką (2). Svarbu atsižvelgti į nesuaugimo zonos kaulinio audinio kokybę ir, įtarus osteoporozę, siekti užtikrinti optimalias sąlygas osteogenezei (23). Įtarus atrofinį ŠDDLN, svarbu atlikti kaulinio audinio augmentaciją kaulo transplantatu, nes šio tipo nesuaugimui reikalingos geresnės biologinės sąlygos gijimui. Kita vertus, gydant hipertrofinį ŠDDLN, būtina užtikrinti geresnę fiksaciją, nes esant šiam nesuaugimo tipui reikia didesnio mechaninio stabilumo (50).

Diagnozavus ŠDDLN, revizinės operacijos metodas parenkamas atsižvelgus į fiksacijos efektyvumą, paciento kaulinio audinio kokybę, apatinės galūnės ašį ir kaulinius defektus (32). Revizinės operacijos dėl nesuaugimo metu atidengiama nesuaugimo vieta, atliekamas šios srities debridmentas, pašalinami lūžę implantai, fibroziniai audiniai ir sklerotiniai kaulo galai (10). Implantai parenkami pagal lūžio tipą, kaulinio audinio tvirtumą lūžio vietoje (3). Literatūroje minimi įvairūs implantai ir jų kombinacijos, skirti gydyti ŠDDLN: LRP (35), LRP su kauline plastika (2,51,52), IMV (23,35), LRP, IMV ir kaulinės plastikos kombinacija (32,53), kampinė plokštelė (16), dviejų plokštelių ir kaulinės plastikos kombinacija (30,50,54) ir kiti. Tačiau, nepaisant metodų įvairovės kaulų nesugijimo gydyme, nėra patvirtinto standartizuoto gydymo metodo ŠDDLN (30,50).

J. Mukhopadhaya ir kt. (2) gydė 31 ŠDDLN atvejį revizine operacija LRP ir sraigtais. Kadangi 29 iš šių atvejų nustatytas oligotrofinis arba atrofinis nesuaugimas, šiems pacientams papildomai buvo atlikta kaulinė plastika nesuaugimo vietoje. Visiems operuotiems pacientams sėkmingai įvyko konsolidacija per vidutiniškai 6,4 mėnesio. C. H. Ma ir kt. (51) gydė 12 rezistentiškų ŠDDLN atvejų LRP su kauline plastika taikant 3 žingsnių gydymo protokolą. Po debridmento ir implantų išėmimo įdėtas išorinis fiksatorius galūnės ilgo korekcijai. Pasiekus tinkamą galūnės ilgį ir pašalinus išorinį fiksatorių, implantuota LRP kartu su kaulo cementu kaulinio defekto vietoje. Po 6-8 savaičių atlikta

kaulo rekonstrukcija spongiozinio kaulo arba vaskuliarizuoto kaulo transplantatu. Taikant šią metodiką pasiektas šlaunikaulio suaugimas visuose 12 pacientų. E. K. Landes ir kt. (52) nagrinėjo 31 negyjantį šlaunikaulio distalinės dalies metafizės lūžį, iš kurių 30 gydė LRP su kauline plastika. Po vienos revizinės operacijos pavyko pagydyti 27 (87,1 proc.) atvejų, o kituose atvejuose reikėjo papildomos kaulinės plastikos arba chirurginės žaizdos infekcijos gydymo. Šie atlikti tyrimai rodo, kad LRP implantacija sukuria tinkamas sąlygas kaulų suaugimui įvykti, jeigu išvengiama infekcijos ir užtikrinamos tinkamos biologinės sąlygos kaulų gijimui naudojant kaulinę plastiką.

Vis dėlto, ŠDDLN gydymas ne visada sėkmingas implantuojant tik LRP. Pavyzdžiui, V. Saxena ir bendraautorių atliktas tyrimas (53) nagrinėjo kombinuotą LRP, IMV ir kaulo transplantato implantavimo strategiją gydant ŠDDLN. Visiems 10 gydytų pacientų sėkmingai pasiektas kaulų sugijimas. Taip pat ir J.H. Zhang ir kt. (32) atliktame tyrime buvo gydyti 5 rezistentiško ŠDDLN atvejai LRP ir IMV su kauline plastika. Taikant šį metodą pasiektas suaugimas visuose atvejuose po vidutiniškai 4,8 mėn. Taip pat biomechaniniais tyrimais įrodyta, kad LRP su IMV kombinacija palyginus su tik LRP panaudojimu sudaro biomechanškai stipresnę konstrukciją, suteikiančią didesnę rotacinę ir ašinę stabilumą (9). Intramedulinės vinies augmentacija lateraline rakinamąja plokštele sukuria tvirtą konstrukciją, kuri gali pagerinti kaulų suaugimo šansus ir pagerinti funkcinę išėitį.

Jeigu nesugijimas įvyksta dėl per didelės kompresijos lūžio vietoje, gali būti naudinga plokštelę keisti IMV (32). A. Ziranu ir bendraautorių atliktame tyrime (35) tirti 9 pacientai su nesuaugusiais uždarais AO klasifikacijos 33C2 tipo lūžiais po pirminio operacinio gydymo LRP. Palyginta revizinių operacijų sėkmė gydant vieną pacientų grupę (5 pacientai) retrogradinėmis IMV, o kitą grupę (4 pacientai) – pakartotinai implantuojant LRP. Retrogradine IMV gydytiems pacientams šlaunikaulis sugijo per vidutiniškai 7,6 mėnesius, o visiems keturiems pacientams, gydytiems pakartotina LRP implantavimo operacija, nepavyko pasiekti kaulų suaugimo, todėl buvo pašalinti jų implantai ir jie buvo taip pat gydyti IMV – po šio gydymo buvo pasiekta kaulų konsolidacija visuose keturiuose atvejuose. Šis tyrimas, nepaisant mažos pacientų imties, parodė, kad IMV gali būti sėkmingesnis metodas nei LRP gydant aseptinį 33C2 tipo lūžio nesuaugimą.

Dviejų plokštelių naudojimas pravartus ne tik gydant pirminius ir periprostetinius šlaunikaulio distalinės dalies lūžius, bet ir nesuaugimą šioje srityje (9,55). Dviejų plokštelių implantacija kartu su kauline plastika atliktoje sisteminėje apžvalgoje lėmė sugijimą net 98,5 proc. atvejų gydant atrofines ŠDDLN (7). Biomechaniniais tyrimais nustatyta, kad dvi plokštelės suteikia didesnę ašinę ir rotacinę stabilumą nei LLP arba IMV (34). J. Lu ir kt. atliktame tyrime (50) atrofines ŠDDLN atvejais operuoti

naudojant dvi plokšteles ir kaulinę plastiką. Šiuo būdu operavus 18 ŠDDLN patyrusių pacientų sėkmingai pasiektas visiškas sugijimas ir visi pacientai galėjo po vidutiniškai 5,5 mėnesių pilnu svoriu remtis ant operuotos kojos. Tokį pat gydymo būdą taikiusių M. M. Kivi ir kt. atliktame tyrime (30) gydytas 41 pacientas su negyjančiais šlaunikaulio subtrochanteriniais, virškrumpliniais ir diafizės lūžiais – atlikus revizinę operaciją dvejomis plokštelėmis su kauline plastika pasiektas visiškas suaugimas visuose atvejuose, įskaitant 8 atvejus su ŠDDLN dėl infekcijos. S. Lotzien ir kt. (10) atlikdami dviejų plokštelių implantavimą kartu su kauline plastika revizinėse operacijose dėl ŠDDLN pasiekė suaugimą 18 iš 20 pacientų. Panašią gydymo metodiką taikė ir M. A. Holzman ir bendraautoriai (54), kurie atliko dvigubą fiksaciją plokštelėmis 22 pacientams, patyrusiems ŠDDLN. Įdomu tai, kad revizinės operacijos dėl ŠDDLN metu neeksplantuota LRP, jeigu ji nebuvo lūžusi ar infekuota – tokiais atvejais atlikta tik augmentacija medialine plokštele – taip operuota 16 atvejų. Kituose 7 nesuaugimo atvejuose operuota dviem žingsniais, eksplantuojant lūžusią LRP ir po bent 2 mėnesių atliekant operaciją dvejomis plokštelėmis su kauline plastika. Šiuo gydymo algoritmu per 12 mėnesių laikotarpį buvo efektyviai išgydyta 20 iš 21 ŠDDLN atvejų. Taigi, dviejų plokštelių implantavimas kartu su kauline plastika gali būti itin efektyvus ŠDDLN gydymo metodas, ypač tada, kai nesugijimo srityje prasta kaulinio audinio kokybė (54), tačiau šiuo metodu negalima koreguoti galūnės ilgio, todėl esant galūnės sutrumpėjimui neindikotina augmentacija medialine plokštele su kauline plastika (10).

Operuojant vyresnius pacientus, stebimas platus medulinis kanalas, plonas žievėinis sluoksnis ir bloga kaulinio audinio kokybė, o tai gali apsunkinti plokštelių prisukimą sraigtais (23). Atliekant osteoporotinių virškrumplinių lūžių fiksaciją gali būti sėkmingai panaudotas kaulo cementas (16). Todėl C. C. Wu taikė modifikuotą IMV, kaulo transplantato ir kaulo cemento implantavimo strategiją vyresniems nei 65 metų pacientams, sergantiems osteoporoze ir patyrusiems atrofines ŠDDLN po pirminės operacijos plokštelėmis (23). Operacijos metu, pašalinus buvusius implantus, implantuota retrogradinė IMV, kuri fiksuota distaliniu rakinamuoju sraigtu. Išgręžto medulinio kanalo medialinėje pusėje buvo panaudotas kaulo cementas, o lateralinėje pusėje autogeninis kaulo transplantatas arba sintetinis kaulo pakaitalas. Iš 20 pacientų, kuriems atliktos kontrolės, 18 pacientų pasiektas visiškas suaugimas, tad iš viso suaugimas buvo pasiektas 90 proc. atvejų. Tik 2 pacientai patyrė pakartotiną nesuaugimą, tad retrogradinės IMV, kaulo transplantato ir kaulo cemento kombinacija gali būti sėkmingas metodas gydyti ŠDDLN pacientams su osteoporoze.

2.6. ŠLAUNIKAULIO DISTALINĖS DALIES LŪŽIŲ NESUGIJIMO PROGNOZĖ, KOMPLIKACIJOS IR REABILITACIJA

Kaulų lūžių gydymo galutinis tikslas – atstatyti kaulinio audinio tvirtumą ir gebėjimą atlaikyti apkrovą. Kaulo gijimo procesui daro įtaką rūkymas, maistinių medžiagų trūkumas, taip pat daugelis biologinių, genetinių ir mechaninių veiksnių (39,56). Svarbu suprasti šlaunikaulio distalinės dalies dažniausias revizinę operaciją lemiančias priežastis: avaskulinė nekrozė, nesuaugimas ir periprostetiniai lūžiai (17). Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių gydymo prognozė priklauso nuo to, kaip atstatoma apatinės galūnės anatomicinė ašis, ilgis, sąnarinis paviršius, taip pat nuo fiksacijos stabilumo, leidžiančio anksti atlikti reabilitaciją (29). Taip pat ir paciento amžius turi didelę įtaką išėjimui po šlaunikaulio distalinės dalies lūžių operacijų. Šios srities lūžiai geriatrinėje populiacijoje pasižymi itin aukštu mirštamumu per pirmuosius metus nuo patirtos traumos: pacientams virš 60 metų amžiaus šis rodiklis siekia 25-35 proc. (4,8,16), o mirštamumas per pirmuosius penkerius metus nuo patirto šios srities lūžio geriatriniam pacientams siekia net iki 48,8 proc. (46).

Klinikinės komplikacijos, susijusios su ŠDDLN, tai fiksacijos praradimas (7), giliųjų venų trombozė (53), plaučių arterijos tromboembolija (53), kelio sąnario kontraktūra (4), artritas (16), *varus* šlaunikaulio ašies nukrypimas (32), ydingas suaugimas (16), pragulų atsiradimas (53) bei kitos komplikacijos. ŠDDLN taip pat sukelia žymią psichologinę naštą ir mažina pacientų gyvenimo kokybę (39). Rezistentiškais kaulo nesuaugimų atvejais gali kelti komplikacijas osteopenija, implantų išklibimas, sąnario srities kontraktūros. Viena dažniausių komplikacijų po šlaunikaulio distalinės dalies lūžių – kelio sąnario kontraktūra, nustatoma ne tik pusei pacientų virš 85 metų amžiaus, bet ir daugeliui jaunesnių pacientų po didelės energijos traumų (4,16). Šio tipo nesuaugusių lūžių gydymas itin komplikotas, nes jis turi atsižvelgti ne tik į struktūrinius kaulo defektus, bet ir į biologines kaulo gijimo sąlygas (32). Revizinių operacijų metu itin svarbu atmesti infekciją, ypač buvusios operacijos vietoje, nes infekcija gali lemti nesėkmingą operacijos reviziją (2).

Siekiant kuo labiau pagerinti ŠDDLN prognozę ir sumažinti galimų komplikacijų tikimybę, itin svarbi ankstyva reabilitacija. Nors reabilitacija vyresnių pacientų grupėje gali būti komplikantuota dėl silpnesnių raumenų, kognityvinių deficitų (29), ji itin svarbi buvusiems mažiau mobiliems prieš operaciją pacientams norint išvengti komplikacijų, sumažinti jų mirštamumą ir užtikrinti tolimesnį savarankišką vaikščiojimą (4,9). Jau ankstyvuojant pooperaciniu laikotarpiu prieš paciento mobilizavimą svarbu atlikti pasyvius judesius, taip skatinant kelio ir dubens sąnario judrumą ir siekiant išvengti kontraktūrų (2,32,52).

Kadangi ŠDDLN patyrusius pacientus daugiausiai slegia lėtinis skausmas ir sumažėjęs mobilumas, pooperaciniu laikotarpiu svarbiausia taikyti pakankamą skausmo terapiją ir užtikrinti ankstyvą paciento judėjimą ramentų pagalba (57). Minant koją, kelio sąnariui gali tekti iki 5 kartus kūno svorio, o šlaunikaulio vidiniam krumpliui tenka didelė kompresinė jėga (23), todėl svarbu palaipsniui didinti kojos apkrovą. Atsižvelgus į paciento būklę, amžių, kaulinio audinio kokybę, dažnai jau po pirmosios vizitacijos pradedama fizioterapija, pacientui leidžiama vaikščioti su dviem ramentais, priliečiant pėdą pirštais (2). Vidutiniškai 2-4 savaitės po šlaunikaulio distalinės dalies lūžio leidžiama dalinai apkrauti operuotą koją (32,52). Pilnai apkrauti apatinę galūnę po šlaunikaulio distalinės dalies lūžių leidžiama vidutiniškai po 3 mėnesių (2,16).

Esant ŠDDLN, ypač geriatrinių, sergančių osteoporozė pacientų grupėje veiksmingas būdas pasiekti geras funkcinės išėitis ir anksti mobilizuoti pacientą – atliekant kelio endoprotezavimo operaciją (6,24,28,29,45). Diagnozavus ŠDDLN senyvo amžiaus, osteoporozę sergantiems pacientams naudinga operuoti aukštą stabilumą užtikrinančiomis konstrukcijomis, pavyzdžiui LRP ir IMV kombinacija, kuri svorio apkrovą paskirsto medialiai šlaunikaulio anatominės ašies atžvilgiu ir taip užtikrina didesnę biomechaninį stabilumą (53). Klinikinės išėitys panaudojus LRP arba IMV reikšmingai nesiskiria – literatūroje minimos panašios išėitys, susijusios su kelio sąnario skausmu ir aktyvių judesių amplitudės sumažėjimu (16,49).

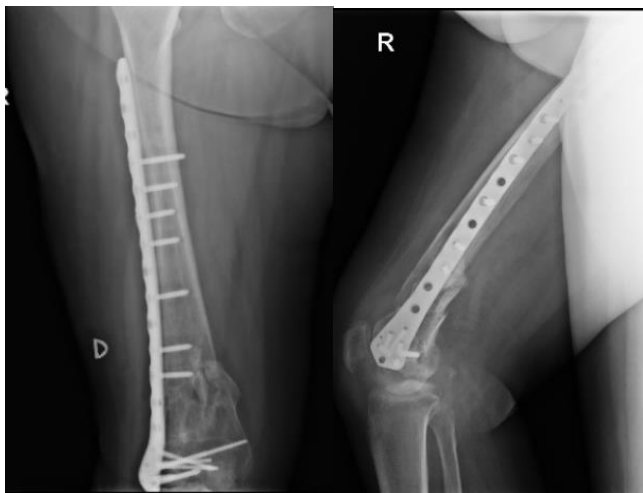
3. KLINIKINIS ATVEJIS

55 metų pacientė eismo įvykio metu patyrė abiejų šlaunikaulių uždarus nesąnarinčius, 33A pagal AO klasifikaciją lūžius, kurie operuoti lateralinėmis rakinamosiomis plokštelėmis (žr. 5 ir 6 pav.). Ligoninės kompiuterinėje sistemoje neturint pirminių lūžių rentgenologinių vaizdų, detalesnė lūžių klasifikacija nebuvo galima. Trauma įvyko pacientei sėdint automobilio priekinėje keleivio vietoje, oro pagalvių sistemos automobilis neturėjo.

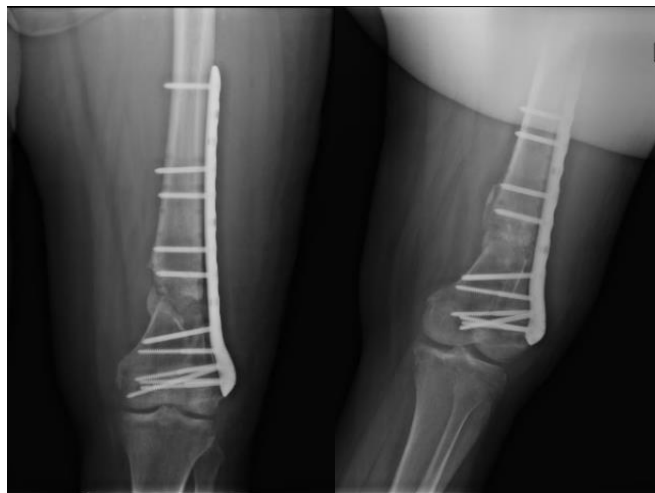
Pacientės kūno svoris – 120 kg, ūgis – 170 cm, KMI – 41,5 kg/m². Pacientė serga arterine hipertenzija, reguliariu nikotino, alkoholio vartojimą, cukrinį diabetą ir kitas gretutines ligas neigė. Reguliariai vartojami medikamentai: antihipertenziniai medikamentai, ketorolakas ir diklofenakas skausmui malšinti. Pacientė gydyta ir operuota Respublikinėje Vilniaus universiteto ligoninėje.

Pirminės operacijos metu pacientei implantuotos lateralinės rakinamosios plokštelės abiejuose šlaunikauliuose. Kairės kojos rentgenogramose, darytose 1 metus po traumos (žr. 6 pav.), matomi atrofino nesuaugimo pagal Weber-Čech klasifikaciją požymiai: išlikusi lūžio linija, skleroziniai kaulo kraštai, taip pat stebimas menkas kaulinio rumbo susiformavimas. Remiantis FDA kaulų nesugijimo

apibrėžimu bei atsižvelgus į kairės kojos rentgenogramą, atliktą 1 metus po traumos, galima diagnozuoti kairiojo šlaunikaulio distalinės dalies nesugijimą.



5 pav. Dešinė koja (1 m. po traumos)



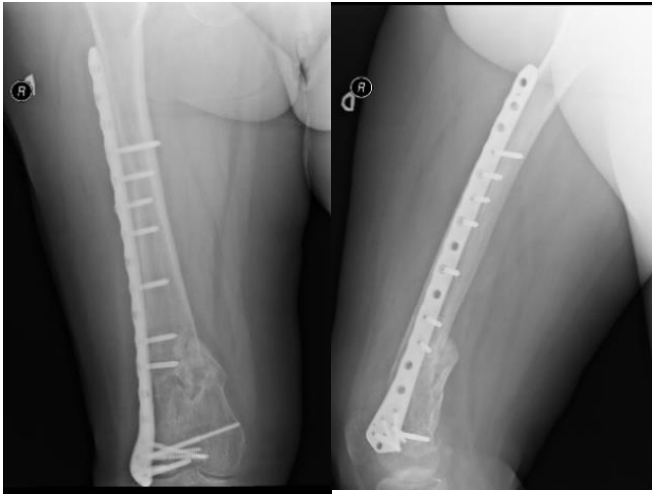
6 pav. Kairė koja (1 m. po traumos)

Diagnozavus kairiojo šlaunikaulio distalinės dalies nesugijimą, nuspręsta pakeisti lateralinę rakinamąją plokštelę 95 laipsnių kampine plokštele (žr. 7 pav.).



7 pav. Kairė koja (1 m. 2 mėn. po traumos)

Pirmosios kairės kojos revizinės operacijos metu (1 m. 2 mėn. po traumos) siekta užtikrinti kuo didesnę lūžio vietos stabilumą – sraigams įsukti buvo panaudotos visos kampinėje plokštelėje esančios sraigtų skylės.



8 pav. Dešinė koja (1 m. 8 mėn. po traumos)



9 pav. Kairė koja (1 m. 8 mėn. po traumos)

1 metai ir 8 mėnesiai po traumos atliktose dešinės kojos rentgenogramose (žr. 8 pav.) galima įtarti šlaunikaulio distalinės dalies lūžio oligotrofinį nesuaugimą – lūžio srityje nepakankama osteogenezė, matomas tik minimalus kaulinio rumbo susidarymas.

1 metai ir 8 mėnesiai po traumos atliktose kairės kojos rentgenogramose (žr. 9 pav.), apie 6 mėn. po kaminės plokštelės implantavimo šlaunikaulio distalinės dalies diafizėje vis dar matoma lūžio linija, nesusiformavęs kaulinis rumbas lūžio zonoje.



10 pav. Dešinė koja (2 metai po traumos)

2 metai po traumos atlikta dešiniojo šlaunikaulio pirmoji revizinė operacija – vietoje lateralinės rakinamosios plokštelės implantuota DCS (angl. *dynamic condylar screw*) sistema (žr. 10 pav.). Panaudotos visos skylės sraigtams įsukti, tai leidžia teigti, kad buvo siekiama užtikrinti kuo didesnę implanto stabilumą distalinėje diafizės dalyje.



11 pav. Dešinė koja (6 metai po traumos)



12 pav. Kairė koja (6 metai po traumos)

6 metai po traumos dešinės kojos rentgenogramose (žr. 11 pav.) matyti kelio sąnario artrozė ir netaisyklingas diafizės suaugimas. Pacientė šiuo laikotarpiu skundėsi dešiniojo kelio sąnario skausmu. Atsižvelgus į pacientės skundus, buvo pradėta planuoti kelio sąnario protezavimo operaciją.

6 metai po traumos kairės kojos rentgenogramose (žr. 12 pav.), 4 su puse metų po kaminės plokštelės implantavimo išlieka nepilnai kauliniu audiniu užsipildžiusi lūžio zona, matoma lūžio linija, todėl galima įtarti oligotrofinį nesuaugimą.



13 pav. Dešinė koja (6 m. 4 mėn. po traumos)



14 pav. Kairė koja (6 m. 4 mėn. po traumos)

Dešinės kojos rentgenogramoje, atliktoje 6 m. 4 mėn. po traumos (žr. 13 pav.), matomas rezultatas dešinės kojos antrosios revizinės operacijos, kurios metu implantuotas kelio sąnario protezas.

Protezo stiebas dėl nekorektiško šlaunikaulio distalinės diafizės suaugimo guli ne pagal šlaunikaulio anatominę ašį.

Kairės kojos rentgenogramoje, atliktoje 6 m. 4 mėn. po traumos (žr. 14 pav.) išlieka nepilna kaulinė konsolidacija lūžio srityje – galima įtarti kairiojo šlaunikaulio oligotrofinį nesuaugimą.



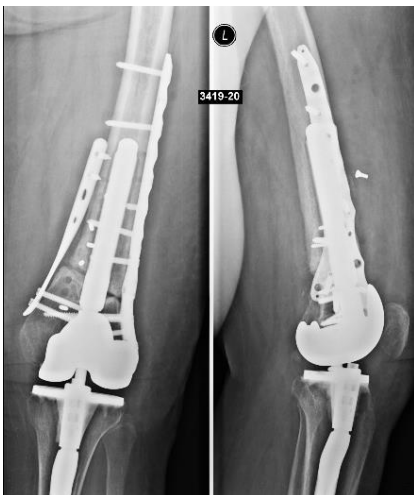
15 pav. Kairė koja (6 m. 10 mėn. po traumos)



16 pav. Kairė koja (7 m. 6 mėn. po traumos)

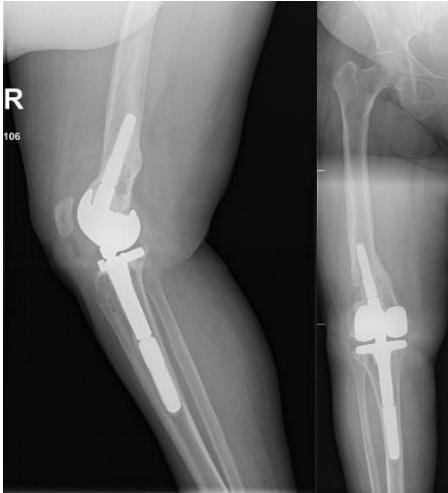
6 metai ir 10 mėnesių po traumos atlikta antroji kairės kojos revizinė operacija, kurios metu implantuotas kelio sąnario endoprotezas kartu su atramine plokštele papildomam rotaciniam stabilumui užtikrinti (žr. 15 pav.).

7 metai ir 6 mėnesiai po traumos atliktose kairės kojos rentgenogramose (žr. 16 pav.) matyti, kad lūžo į atraminę plokštelę įsukti sraigčiai yra lūžę.



17 pav. Kairė koja (7 m. 6,5 mėn. po traumos)

7 metai ir 6,5 mėnesio po traumos atliktose kairės kojos rentgenogramose (žr. 17 pav.) matomas kairės kojos trečiosios revizinės operacijos rezultatas. Siekiant stabilizuoti kelio sąnario protezą, išimta atraminė plokštelė su lūžusiais sraigtais ir implantuotos dvi rakinamosios plokštelės su rakinamaisiais ir kortikaliniais sraigtais.



18 pav. Dešinė koja (8 m. 4 mėn. po traumos)



19 pav. Kairė koja (8 m. 4 mėn. po traumos)

Rentgenogramose, atliktose 8 m. 4 mėn. po traumos (žr. 18 ir 19 pav.), matoma abiejų kojų paskutinė rentgenografinė kontrolė.

4. APTARIMAS

ŠDDLN – sunki klinikinė būklė, kuri ne tik kelia daug iššūkių gydytojams ortopedams, bet ir sukelia didelę naštą sveikatos apsaugos sistemai ir ženkliai mažina pacientų gyvenimo kokybę. Šių lūžių gydyme komplikacijos iškyla vidutiniškai net 20 proc. atvejų (31,33). Nors pastaraisiais metais parašyta daug mokslinių straipsnių, nagrinėjančių šlaunikaulio distalinės dalies lūžius ir jų komplikacijas, šio tipo lūžių nesugijimo gydymui dar trūksta mokslinių duomenų. Taip pat daugelis šią patologiją nagrinėjančių mokslinių straipsnių turi mažas pacientų imtis. Senstant populiacijai šlaunikaulio distalinės dalies lūžių galima tikėtis vis daugiau, o kartu ir daugiau negyjančių šios srities lūžių, todėl būtina atlikti tolimesnius didelių imčių tyrimus, nagrinėjančius kaulų nesugijimo rizikos veiksnius ir geriausius gydymo metodus.

Atsižvelgus į šios patologijos epidemiologiją pastebėtina, kad šlaunikaulio distalinės dalies lūžiai vis labiau tampa su osteoporozė bei dideliu amžiumi susiję lūžiai, kurie gali komplikuoctis nesuaugimu (14). Toks epidemiologijos pokytis didžiąja dalimi nulemtas didėjančio kelių eismo saugumo ir senstančios populiacijos (14). Didėjant vidutiniam šia būkle sergančių pacientų amžiui vis aktualesne

taps ir ankstyva reabilitacija, siekiant sumažinti pacientų mirštamumą ir komplikacijų kiekį. Pavyzdžiui, E. K. Landes ir kt. atliktame tyrime tik 39,3 proc. pacientų, patyrusių ŠDDLN, metai po pirminės operacijos turėjo pilną kelio sąnarių judesių amplitudę (52). Tai rodo, kad ŠDDLN labai apsunkina pacientų judrumą ir riboja jų tolimesnę savarankiškumą.

Medicinos industrijoje vis daugėja įvairių implantų, skirtų šlaunikaulio distalinės dalies lūžių ir jų nesugijimo gydymui – tai rodo, kad tai aktuali problema, kuriai spręsti dar nėra standartizuotų būdų. Nepaisant gausaus implantų pasirinkimo, kasmet ši patologija stipriai apkrauna sveikatos sistemas visame pasaulyje (12).

Svarbu suprasti ne tik biologinius rizikos veiksnius ŠDDLN atsiradimui, bet ir vaskuliarizacijos šioje anatomicinėje srityje ypatumus. Moksliniai tyrimai rodo, kad, nors šlaunikaulio krumpliai ir jų paviršiai gerai aprūpinti krauju, šlaunikaulio diafizės distalinė dalis neturi plataus vaskuliarizacijos ir anastomozijų tinklo, kuris užtikrintų gerą gijimą po traumų ir operacinio gydymo. Būtent diafizės, o ne sąnariniai lūžiai epidemiologiniais duomenimis yra dažniausi iš visų tipų šlaunikaulio distalinės dalies lūžių, todėl būtina atkreipti dėmesį į kraujotakos nepakankamumą, galintį komplikuoti kaulų gijimą.

Šiame darbe pateiktas klinikinis atvejis puikiai iliustruoja ŠDDLN gydymo kompleksiskumą. Pateikta pacientė, kuriai trauminio įvykio metu buvo 55 metai ir kuri susižalojo dėl didelės energijos traumos. Tai parodo, kad nevisada šie lūžiai susiję su osteoporozė bei mažos energijos trauma. Klinikiniame atvejyje demonstruojamas taikytas gydymas po nesąnarinio tipo šlaunikaulio distalinės dalies lūžio, kuris yra vienas dažniausių šioje srityje (1,24).

5. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Šlaunikaulio distalinės dalies diafizė pasižymi prasta vaskuliarizacija, keliančia riziką šios srities nesugijimui.
2. Dažniausios šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo priežastys: netinkama arba nepakankama lūžio vietos fiksacija, kraujotakos pažeidimas ir infekcija lūžio srityje.
3. Šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimas – aktuali problema ortopedinėje chirurgijoje. Senstant populiacijai ir daugėjant su osteoporozė susijusių lūžių, šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimas bus diagnozuojamas vis dažniau.
4. Nors esama daug skirtingų gydymo metodų, tačiau optimali gydymo strategija vis dar nėra aiški.
5. Būtina atlikti šlaunikaulio distalinės dalies lūžių nesugijimo etiologijos ir gydymo metodų tolesnius tyrimus.

6. LITERATŪROS ŠARŠAS

1. Elsoe R, Ceccotti AA, Larsen P. Population-based epidemiology and incidence of distal femur fractures. *Int Orthop*. 2018 m. sausio;42(1):191–6.
2. Mukhopadhaya J, Ranjan R, Sinha AK, Bhadani JS. The Management of Aseptic Non-unions of Distal Femur Fractures with Anatomical Lateral Locking Plates. *Strateg trauma limb Reconstr*. 2022 m.;17(3):137–43.
3. Yoon B-H, Park IK, Kim Y, Oh H-K, Choo SK, Sung Y-B. Incidence of nonunion after surgery of distal femoral fractures using contemporary fixation device: a meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021 m. vasario;141(2):225–33.
4. Canton G, Giraldi G, Dussi M, Ratti C, Murena L. Osteoporotic distal femur fractures in the elderly: peculiarities and treatment strategies. *Acta Biomed*. 2019 m. gruodžio;90(12-S):25–32.
5. Tsai SHL, Lin T-Y, Tischler EH, Hung K-H, Chen C-H, Osgood GM, et al. Distal femur fractures have a higher mortality rate compared to hip fractures among the elderly: Insights from the National Trauma Data Bank. *Injury*. 2021 m. liepos;52(7):1903–7.
6. Karam J, Campbell P, David M, Hunter M. Comparison of outcomes and analysis of risk factors for non-union in locked plating of closed periprosthetic and non-periprosthetic distal femoral fractures in a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res*. 2019 m. gegužės;14(1):150.
7. Lodde MF, Raschke MJ, Stolberg-Stolberg J, Everding J, Rosslenbroich S, Katthagen JC. Union rates and functional outcome of double plating of the femur: systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022 m. birželio;142(6):1009–30.
8. Sainio H, Rämö L, Reito A, Silvasti-Lundell M, Lindahl J. Prediction of fracture nonunion leading to secondary surgery in patients with distal femur fractures. *Bone Jt open*. 2023 m. rugpjūčio;4(8):584–93.
9. DeKeyser GJ, Hakim AJ, O’Neill DC, Schlickewei CW, Marchand LS, Haller JM. Biomechanical and anatomical considerations for dual plating of distal femur fractures: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022 m. spalio;142(10):2597–609.
10. Lotzien S, Baron D, Rosteius T, Cibura C, Ull C, Schildhauer TA, et al. Medial augmentation plating of aseptic distal femoral nonunions. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023 m. liepos;24(1):554.
11. Brinker MR, O’Connor DP. The Biological Basis for Nonunions. *JBJS Rev*. 2016 m. birželio;4(6).
12. Koso RE, Terhoeve C, Steen RG, Zura R. Healing, nonunion, and re-operation after internal fixation of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop*. 2018 m. lapkričio;42(11):2675–83.
13. Ebraheim NA, Martin A, Sochacki KR, Liu J. Nonunion of distal femoral fractures: a systematic review. *Orthop Surg*. 2013 m. vasario;5(1):46–50.
14. Reyes R, González-Alonso M, Amhaz-Escanlar S, Castro A De, Pino-Mínguez J, Jorge-Mora A. Distal Femoral Fractures. Sözen S, sudarytojas. *Topics in Trauma Surgery [Prieiga per internetą]*. Rijeka: IntechOpen; 2022. Available at: <https://doi.org/10.5772/intechopen.108136>
15. Smith JRA, Halliday R, Aquilina AL, Morrison RJM, Yip GCK, McArthur J, et al. Distal

- femoral fractures: The need to review the standard of care. *Injury*. 2015 m.;46(6):1084–8.
16. Coon MS, Best BJ. *Distal Femur Fractures*. Treasure Island (FL); 2024.
 17. Chang A, Breeland G, Black AC, Hubbard JB. *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Femur*. Treasure Island (FL); 2024.
 18. Flandry F, Hommel G. Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Sports Med Arthrosc* [Prieiga per internetą]. 2011 m.;19(2). Available at: https://journals.lww.com/sportsmedarthro/fulltext/2011/06000/normal_anatomy_and_biomechanics_of_the_knee.2.aspx
 19. Gołofit P. Normal femur radiographs [Prieiga per internetą]. *Radiopaedia.org*. Radiopaedia.org; 2017. Available at: <http://dx.doi.org/10.53347/rid-53031>
 20. Gangavalli AK, Nwachuku CO. Management of Distal Femur Fractures in Adults: An Overview of Options. *Orthop Clin North Am*. 2016 m. sausio;47(1):85–96.
 21. van der Woude JAD, van Heerwaarden RJ, Bleys RLAW. Periosteal vascularization of the distal femur in relation to distal femoral osteotomies: a cadaveric study. *J Exp Orthop*. 2016 m. gruodžio;3(1):6.
 22. Maslow JI, Collinge CA. Course of the Femoral Artery in the Mid- and Distal Thigh and Implications for Medial Approaches to the Distal Femur: A CT Angiography Study. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 m. liepos;27(14):e659–63.
 23. Wu C-C. Modified retrograde-locked nailing for aseptic femoral supracondylar nonunion with severe osteoporosis in elderly patients. *J Trauma*. 2011 m. rugpjūčio;71(2):E26-30.
 24. Claireaux HA, Searle HK, Parsons NR, Griffin XL. Interventions for treating fractures of the distal femur in adults. *Cochrane database Syst Rev*. 2022 m. spalio;10(10):CD010606.
 25. Martinet O, Cordey J, Harder Y, Maier A, Bühler M, Barraud GE. The epidemiology of fractures of the distal femur. *Injury*. 2000 m. rugsėjo;31 Suppl 3:C62-3.
 26. Shields E, Behrend C, Bair J, Cram P, Kates S. Mortality and Financial Burden of Periprosthetic Fractures of the Femur. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2014 m. gruodžio;5(4):147–53.
 27. Chalak A, Kale SY, Mehra S, Gunjotikar A, Singh S, Sawant R. Case of Infected Non-Union of Distal Femur Treated with Ilizarov Fixator Assisted Knee Arthrodesis and Limb Lengthening Surgery. T. 13, *Journal of orthopaedic case reports*. India; 2023. p. 132–6.
 28. Kar BK, Ojha MM, Yadav SK, Agrawal AC, Kowshik S. Distal Femur Tumor Megaprosthesis for Non-union of Supracondylar Femur Fracture after Failed Osteosynthesis. An Ingenious Solution. T. 11, *Journal of orthopaedic case reports*. India; 2021. p. 16–9.
 29. Rajasekaran RB, Palanisami DR, Natesan R, Jayaramaraju D, Rajasekaran S. Megaprosthesis in distal femur nonunions in elderly patients-experience from twenty four cases. *Int Orthop*. 2020 m. balandžio;44(4):677–84.
 30. Mardani-Kivi M, Karimi Mobarakeh M, Keyhani S, Azari Z. Double-plate fixation together with bridging bone grafting in nonunion of femoral supracondylar, subtrochanteric, and shaft fractures is an effective technique. *Musculoskelet Surg*. 2020 m. rugpjūčio;104(2):215–26.
 31. Calori GM, Phillips M, Jeetle S, Tagliabue L, Giannoudis P V. Classification of non-union: need

- for a new scoring system? *Injury*. 2008 m. rugsējo;39 Suppl 2:S59-63.
32. Zhang J-H, Liu H, Cai T-Y, Lin Y-Z, Wu J. Resistant distal femoral nonunion treated with combined nail/plate construct and reamer-irrigator-aspirator technique. *J Int Med Res*. 2023 m. liepos;51(7):3000605231187945.
 33. Calori GM, Colombo M, Mazza EL, Mazzola S, Malagoli E, Marelli N, et al. Validation of the Non-Union Scoring System in 300 long bone non-unions. *Injury*. 2014 m. gruodžio;45 Suppl 6:S93-7.
 34. Lee HS, Lewis DP, Balogh ZJ. Supplementary medial plating in revision surgery for distal femoral fractures: A surgical technique with clinical outcomes. *Injury* [Prieiga per internetą]. 2024 m.;55(2):111272. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020138323009890>
 35. Ziranu A, Noia G, Cipolloni V, Coviello M, Maccagnano G, Liuzza F, et al. Revision Surgery Using Retrograde Nail versus Replating in Nonunion Distal Femur Fracture Treated with Plate. *Adv Orthop*. 2022 m.;2022:5742743.
 36. Weber BG, Cech O. Pseudarthrosis: Pathophysiology, biomechanics, therapy, results. 1976. Available at: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:68607206>
 37. Moulder E, Sharma HK. Tibial non-union: a review of current practice. *Curr Orthop* [Prieiga per internetą]. 2008 m.;22(6):434–41. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268089008001163>
 38. Chouhan D, Hooda A, Rana A. Non-union lateral femoral condyle Hoffa fracture: a case report. *T. 10, International journal of burns and trauma*. United States; 2020. p. 338–44.
 39. Sibanda V, Anazor F, Relwani J, Dhinsa BS. Outcomes of the Treatment of Fracture Non-union Using Combined Magnetic Field Bone Growth Stimulation: Experiences From a UK Trauma Unit. *Cureus*. 2022 m. gegužės;14(5):e25100.
 40. Mills LA, Aitken SA, Simpson AHRW. The risk of non-union per fracture: current myths and revised figures from a population of over 4 million adults. *Acta Orthop*. 2017 m. rugpjūčio;88(4):434–9.
 41. Padilla-Eguiluz NG, Gómez-Barrena E. Epidemiology of long bone non-unions in Spain. *Injury*. 2021 m. liepos;52 Suppl 4:S3–7.
 42. Zura R, Mehta S, Della Rocca GJ, Steen RG. Biological Risk Factors for Nonunion of Bone Fracture. *JBJS Rev*. 2016 m. sausio;4(1).
 43. Rollo G, Pichierri P, Grubor P, Marsilio A, Bisaccia M, Grubor M, et al. The challenge of nonunion and malunion in distal femur surgical revision. *Med Glas Off Publ Med Assoc Zenica-Doboj Canton, Bosnia Herzegovina*. 2019 m. rugpjūčio;16(2).
 44. Henderson CE, Lujan TJ, Kuhl LL, Bottlang M, Fitzpatrick DC, Marsh JL. 2010 mid-America Orthopaedic Association Physician in Training Award: healing complications are common after locked plating for distal femur fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2011 m. birželio;469(6):1757–65.
 45. Rajasekaran RB, Jayaramaraju D, Palanisami DR, Agraharam D, Perumal R, Kamal A, et al. A surgical algorithm for the management of recalcitrant distal femur nonunions based on distal femoral bone stock, fracture alignment, medial void, and stability of fixation. *Arch Orthop*

- Trauma Surg. 2019 m. rugpjūčio;139(8):1057–68.
46. Wang MT, An VVG, Sivakumar BS. Non-union in lateral locked plating for distal femoral fractures: A systematic review. *Injury*. 2019 m. lapkričio;50(11):1790–4.
 47. Harvin WH, Oladeji LO, Della Rocca GJ, Murtha YM, Volgas DA, Stannard JP, et al. Working length and proximal screw constructs in plate osteosynthesis of distal femur fractures. *Injury*. 2017 m. lapkričio;48(11):2597–601.
 48. Wu C-C. Retrograde dynamic locked intramedullary nailing for aseptic supracondylar femoral nonunion after dynamic condylar screw treatment. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2016 m. rugpjūčio;26(6):625–31.
 49. Neradi D, Sodavarapu P, Jindal K, Kumar D, Kumar V, Goni V. Locked Plating Versus Retrograde Intramedullary Nailing for Distal Femur Fractures: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch bone Jt Surg*. 2022 m. vasario;10(2):141–52.
 50. Lu J, Guo S-C, Wang Q-Y, Sheng J-G, Tao S-C. J-bone graft with double locking plate: a symphony of mechanics and biology for atrophic distal femoral non-union with bone defect. *J Orthop Surg Res*. 2020 m. balandžio;15(1):144.
 51. Ma C-H, Chiu Y-C, Tu Y-K, Yen C-Y, Wu C-H. Three-stage treatment protocol for recalcitrant distal femoral nonunion. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017 m. balandžio;137(4):489–98.
 52. Landes EK, Konda SR, Leucht P, Ganta A, Egol KA. Fixed-angle plate fixation and autogenous iliac crest graft for repair of distal metaphyseal femoral nonunion. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2023 m. liepos;33(5):1835–9.
 53. Saxena V, Akshay V, Panwar A, Kumar S. Management of Non-union Distal Femur Fractures With Augmentation Nail Plate Construct. *Cureus*. 2023 m. balandžio;15(4):e37173.
 54. Holzman MA, Hanus BD, Munz JW, O'Connor DP, Brinker MR. Addition of a Medial Locking Plate to an In Situ Lateral Locking Plate Results in Healing of Distal Femoral Nonunions. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 m. birželio;474(6):1498–505.
 55. Tripathy SK, Mishra NP, Varghese P, Panigrahi S, Purudappa PP, Goel A, et al. Dual-Plating in Distal Femur Fracture: A Systematic Review and Limited Meta-analysis. *Indian J Orthop*. 2022 m. vasario;56(2):183–207.
 56. Ma Q, Miri Z, Haugen HJ, Moghanian A, Loca D. Significance of mechanical loading in bone fracture healing, bone regeneration, and vascularization. *J Tissue Eng*. 2023 m.;14:20417314231172572.
 57. Pakuła G, Kwiatkowski K, Kuczmera P, Fudalej P. Assessment of Outcomes of Treatment of Fractures of Distal Femur with a Locking Plate Taking into Account Factors Influencing the Result. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2015 m. spalio;17(5):501–11.