


<p>e-ISSN: 2345-0592 Online issue Indexed in <i>Index Copernicus</i></p>	<p>Medical Sciences</p> <p>Official website: www.medicisciences.com</p>	
---	--	---

Lower extremity injury treatment and reconstruction

Mantas Fomkinas¹, Karolina Staškevičiūtė¹, Gediminas Samulėnas²

¹ Lithuanian University of Health Sciences, Academy of Medicine, A. Mickevičiaus st 9, LT 44307, Kaunas, Lithuania

² Hospital of Lithuanian University of Health Sciences Kaunas Clinics, Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Eivenių st 2, LT 50009 Kaunas, Lithuania

Abstract

Limb injuries are one of the most common injuries in emergency medicine and surgery practice. Non-fatal lower limb injuries are one of the most common causes of hospitalization, more than a third of which are severe and may require amputation. High energy injuries can cause complex bone and soft tissue injuries and damage blood vessels and nerves. The main goal of the treatment is to restore the integrity and function of the limb, to ensure stable osteosynthesis and reconstruction of soft tissues. Consequently achieving the best outcome requires an assessment of the patient's condition and the extent of the injury, thorough wound debridement and ensuring perfusion. This requires careful work by a multidisciplinary team of specialists and taking into account patient's comorbidities, injuries, wound preparation, osteosynthesis capabilities and the availability of the donor tissues. Osteosynthesis can be achieved by a variety of metal devices, depending on the location and the type of the fractures. Gustilo – Anderson classification type I – IIIa injuries may be repaired by primary wound closure, type IIIb or IIIc injuries with skin defects, protruding bones or tendons may require more complex interventions – local, regional or free tissue flaps. The main goals of soft tissue reconstruction are to cover tissue defects, ensure an acceptable appearance and to cause minimal injury to the donor site. Therefore, the choice of reconstruction method depends on the area and extent of the injury and the patient's risk factors. The lower limb may be salvaged when expected functionality of the reconstructed limb might be higher compared to the amputated limb. If it is not possible to ensure, then limb amputation is chosen, preserving the functionally more favorable length of the remaining limb for prosthesis application. Sometimes lower limb injuries are so severe that limb amputation is necessary to save patient's life.

Keywords: lower extremity, lower limb, leg, trauma, injury, osteosynthesis, reconstruction.

Apatinės galūnės sužalojimų gydymas ir rekonstrukcija

Mantas Fomkinas¹, Karolina Staškevičiūtė¹, Gediminas Samulėnas²

¹ Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Medicinos akademija, A. Mickevičiaus g. 9, LT 44307, Kaunas, Lietuva

² Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninė Kauno Klinikos, Plastinės ir rekonstrukcinės chirurgijos klinika, Eivenių g. 2, LT 50009, Kaunas, Lietuva

Santrauka

Galūnių traumas yra vienos iš dažniausių traumų skubiosios medicinos ir chirurgijos praktikoje. Apatinės galūnės lūžių etiologija plačiai varijuoja nuo mažos iki didelės kinetinės energijos traumų. Didžioji sunkių apatinės galūnės traumų dalis įvyksta bukos traumos metu. Taigi nemirtinos apatinės galūnės traumos yra viena dažniausių hospitalizavimo priežasčių, daugiau nei trečdalis jų yra sunkios ir galimai bus reikalinga amputacija, nes didelės energijos traumos gali sukelti sudėtingus kaulų ir minkštųjų audinių sužeidimus bei komplikuotis kraujagyslių ir nervų pažeidimais. Pagrindinis gydymo tikslas yra atkurti galūnės vientisumą ir funkciją, užtikrinti stabilią lūžgalių fiksaciją ir minkštųjų audinių rekonstrukciją. Todėl norint pasiekti geriausias išėitis pacientams, kurie patyrė sunkius apatinių galūnių sužalojimus, reikalingas paciento būklės ir pažeidimo masto įvertinimas, kruopštus žaizdos išvalymas ir galūnės kraujotakos užtikrinimas. Tam būtinas kruopštus multidisciplininės specialistų komandos darbas ir gydymo planavimas, atsižvelgiant į paciento būklę, sužalojimus, žaizdos paruošimą, kaulų lūžgalių fiksavimo galimybes ir donorinių audinių prieinamumą. Kaulų lūžgalių osteosintezė galima įvairiomis metalinėmis konstrukcijomis, atsižvelgiant į lūžių lokalizaciją, tipą, turimas priemones ir specialisto įgūdžius. Kuomet patiriami I – IIIa laipsnio sužalojimai pagal Gustilo – Anderson klasifikaciją, gali pakakti pirminio chirurginio žaizdos sutvarkymo, esant IIIb ar IIIc laipsnio sužalojimams su odos defektais, apnuogintais kaulais ar sausgyslėmis – reikalingos sudėtingesnės intervencijos. Pagrindiniai minkštųjų audinių rekonstrukcijos tikslai yra padengti audinių defektus, atsiradusius dėl sužalojimo, užtikrinti priimtina išvaizdą ir sukelti minimalų sužalojimą donorinei sričiai. Todėl rekonstrukcijos metodo pasirinkimas priklauso nuo sužalojimo srities ir masto bei paciento rizikos veiksnių. Minkštųjų audinių rekonstrukcijoms gali būti pasitelkti vietiniai, regioniniai ar laisvieji audinių lopai. Apatinę galūnę siekiama išgelbėti tik tada, kai numatomas rekonstruojamos galūnės funkcionalumas bus didesnis lyginant su amputuota galūne. Nesant galimybių užtikrinti tinkamą minkštųjų audinių rekonstrukciją, pasirenkama galūnės amputacija, išsaugant funkciškai palankesnę likusios galūnės dalies ilgį protezo pritaikymui. Kartais apatinių galūnių sužeidimai yra tokie sunkūs, kad rekonstrukcijų galimybės nesvarstomos ir siekiant išgelbėti pacientų gyvybes būtina atlikti galūnių amputacijas.

Raktiniai žodžiai: apatinė galūnė, koja, trauma, osteosintezė, rekonstrukcija.

1. Įžanga

Galūnių traumas yra vienos iš dažniausių traumų skubiosios medicinos ir chirurgijos praktikoje. Didelės kinetinės energijos apatinės galūnės traumas gali sukelti sudėtingus kaulų ir minkštųjų audinių sužeidimus, kurie gali komplikuotis kraujagyslių ir nervų pažeidimais. Taigi norint pasiekti geriausius išėjus pacientams, kurie patyrė sudėtingus apatinių galūnių sužalojimus, reikalingas multidisciplininis požiūris ir specialistų komanda. Dėl pastaraisiais dešimtmečiais įvykusios kaulų lūžių fiksavimo ir minkštųjų audinių rekonstrukcijos pažangos daugelyje traumų atveju galima bandyti išgelbėti galūnes. Tačiau kartais apatinių galūnių sužeidimai yra tokie sunkūs, kad siekiant išgelbėti pacientų gyvybes reikia atlikti galūnių amputacijas. [1, 2]

2. Epidemiologija ir etiologija

Apatinės galūnės lūžių etiologija plačiai varijuoja nuo didelės energijos traumų, tokių kaip transporto priemonių susidūrimai, sproginiai, žiemos sportas, iki mažos energijos traumų, tokių kaip kritimai, kontaktinis sportas, bėgimas. [3] Visgi didžioji sunkių apatinės galūnės traumų dalis įvyksta bukos traumas metu ir tik 12 % veikiant penetruojantiems ar kombinuotiems mechanizmom. Dauguma traumų įvyksta dėl kritimų. [4] Nemirtinos apatinės galūnės traumas yra viena dažniausių hospitalizavimo priežasčių, daugiau nei trečdalis jų yra sunkios ir galimai bus reikalinga amputacija. [5]

Blauzdikaulis dažniausiai lūžtantys ilgasis kaulas, jo lūžiai sudaro 6,6 % visų lūžių. [6] Daugiausiai pasitaiko diafizės lūžių, jų dažnis yra 1 atvejis 1000 gyventojų per metus. Didžiają dalį šių lūžių nulemia tiesioginis smūgis traumas metu, tačiau galimas ir netiesioginis mechanizmas dėl rotacinių jėgų, kai fiksuota pėda ir pasukamas kūnas arba atvirkščiai. [7] Retesni yra čiurnos lūžiai. Europos epidemiologiniais duomenimis čiurnos lūžiai dažniausi 40 – 46 metų amžiaus vyrams. Dažniausias traumas mechanizmas yra kritimas – 38 – 80 %, dažniausiai traumuojama išorinė kulkšnis – apie 70 % atveju. Šlaunikaulio kūno lūžiai sudaro 4,5 % visų lūžių. Atviri apatinės galūnės lūžiai pasitaiko retai – 1,7 %. [8]

3. Traumos įvertinimas ir klasifikacija

Vertinant sužalojimus svarbu atkreipti dėmesį į traumas mechanizmą ir paciento būklę. Jei pacientas patyrė mažos energijos traumą ir jo būklė stabili, atliekamas įprastas ištyrimas ir surenkama detali anamnezė, atkreipiant dėmesį į tai, kaip ir kada įvyko trauma. Apatinės galūnės klinikinio ištyrimo metu įvertinama minkštųjų audinių būklė, infekcijos galimybė, o esant penetruojantioms traumoms – giliau esančios anatomicinės struktūros. Tai aktualu vertinant riziką dėl galūnės praradimo ir amputacijos. [4, 7] Taip

pat, vertinama kojos deformacija, palyginamas jos ilgis su sveikąja galūne. Palpacijos metu blauzdoje galima užčiuopti lūžgalius, krepitaciją dėl plono minkštųjų audinių sluoksnio. [7] Labai svarbu įvertinti periferinių (sėdimosios, šlaunies, blauzdos, šėvinio nervų) pažeidimą. Sąmoningas ir bendradarbiaujantis pacientas gali pats įvardinti jutimų ar motorikos sutrikimus. Kitu atveju, stebėti dėl judėjimo sumažėjimo, išnykimo ar asimetrinių galūnės judesių. [4]

Siekiant parinkti tinkamą operacinę gydymo metodą, svarbu įvertinti galūnės kraujotaką – čiuopiama kraujagyslių pulsacija (šlaunies, pakinklio, užpakalinės blauzdos, nugarinės pėdos arterijose). Taip pat, stebimi arterinės kraujotakos pažeidimo ženklai: a) aktyvus kraujavimas; b) didėjanti hematoma; c) išemija, pasireiškianti skausmu, odos blyškumu, vėsumu bei paralyžiumi. Įtariant kraujotakos sutrikimą, rekomenduojama atlikti kompiuterinės tomografijos tyrimą, siekiant tikslesnių vaizdų – su kontrastinėmis medžiagomis. Kompiuterinės tomografijos angiografijos su 3D rekonstrukcija specifiskumas siekia iki 90 – 100 %, o jautrumas – 99 %. [9]

Esant didelės energijos traumai pacientą reikia tirti vadovaujantis ATLS (angl. *Advanced Trauma Life Support*) algoritmu siekiant stabilizuoti paciento būklę. Esant sunkiai traumai, galimas masyvus kraujavimas iš sužalotos galūnės, taigi labai svarbu greitas kraujavimo stabdymas ir hemodinamikos užtikrinimas. [4, 7]

Siekiant įvertinti kaulų sužalojimus, atliekamos dviejų krypčių rentgenogramos. Esant sąnariams ar labai sudėtingiems lūžiams, reikalingas kompiuterinės tomografijos tyrimas. Remiantis vaizdiniais tyrimais kaulo lūžiai suskirstomi pagal AO klasifikaciją. Šlaunikaulio, blauzdikaulio ir šėvikaulio kūnų lūžiai skirstomi į tris stambias grupes ir išskiriami pogrupiai:

1. Paprastieji lūžiai: spiraliniai, įstrižiniai (lūžio kampas $> 30^\circ$), skersiniai (lūžio kampas $< 30^\circ$);
2. Lūžiai su pleišto formos skeveldra: skeveldra nepažeista arba fragmentuota;
3. Daugiafragmentiniai lūžiai: fragmentas nepažeistas arba fragmentuotas.

Šlaunikaulio distalinio galo bei blauzdikaulio proksimalinio galo lūžiai išskiriami į tris stambias grupes: nesąnariniai, iš dalies sąnariniai, visiškai sąnariniai ir toliau klasifikuojami pagal sunkumą. Blauzdikaulio distalinio galo ar kulkšnių lūžiai išskiriami į grupes pagal ryšį su sindesmoze: infrasindesmoziniai, transsindesmoziniai ir suprasindesmoziniai. [10]

Sunkią galūnės traumą patyrusiems pacientams galimi atviri lūžiai. Juos vertinant aktualu įvertinti bendrą galūnės būklę, ne tik lūžio tipą. Tam dažnai naudojama Gustilo – Anderson klasifikacija (žr. 1 lentelė). Kuo didesnis sužalojimo laipsnis, tuo didesnė infekcijos ir amputacijos rizika – svarbu renkantis operacinio gydymo metodą. Paprastai tipas nustatomas operacijos metu, tačiau preliminariai galima nuspręsti ir apžiūrint pacientą. [4]

1 lentelė. Gustilo – Anderson klasifikacija. [11]

Laipsnis	Apibūdinimas
I	Žaizda < 1 cm, švari; Paprastas lūžis.
II	Žaizda > 1 cm, minkštųjų audinių pažeidimas nedidelis, nėra avulsijų; Paprastas lūžis.
III	Didelės energijos trauma su dideliu minkštųjų audinių pažeidimu; Arba daugiamentinis lūžis, kaulo dalies netekimas nepriklausomai nuo odos žaizdos dydžio; Arba didelė suspaudimo trauma; Arba trauma reikalaujanti kraujotakos atkūrimo; Arba stipriai užteršta žaizda.
IIIa	Pakanka uždengti minkštųjų audinių defektą.
IIIb	Didelė minkštųjų audinių trauma su kaulo atidengimu bei stipriu užteršimu.
IIIc	Atviras lūžis su kraujotakos pažeidimu, kuriai reikalingas operacinis gydymas.

Taip pat, dažnai naudojama ir MESS (angl. *Mangled Extremity Severity Score*) skalė. Vertinant atsižvelgiama į paciento amžių, traumos pobūdį, išemiją bei hipotenzijos ar šoko buvimą. Šio vertinimo metodo galimybės labai ribotos sprendžiant dėl amputacijos. Žemas balas parodo, kad galūnę dar galima išsaugoti, tačiau aukštas balas napatvirtina amputacijos būtinumo. Be šių dviejų dažniausiai naudojamų klasifikacijų ir skalių, traumai įvertinti gali būti naudojamos ir kitos metodikos, tačiau nei viena nėra pakankamai tiksli ir jautri, kad galėtume nustatyti, ar galūnę pavyks išsaugoti. [4]

4. Žaizdų išvalymas

Esant atviram lūžiui ir galimam žaizdos užteršimui labai svarbu ją tinkamai išvalyti. Pirmiausia reikia žaizdą kruopščiai išplauti su keliais litrais (priklausomai nuo dydžio ir užterštumo) sterilaus skysčio. Galima naudoti Ringerio laktatą, nes jis mažina bakterijų kiekį žaizdoje. Taip pat, tinkamas ir fiziologinis tirpalas, nes įrodyta, kad jis veiksmingesnis nei muilo tirpalas. Napatartina naudoti stipraus spaudimo ar pulsinio plovimo, nes taip galima nustumti bakterijas į gilesnius audinių sluoksnius.

Kitas svarbus žingsnis yra įvertinti minkštųjų audinių būklę, žaizdos vietą ir jos santykį su kaulo sužalojimu. Tuomet reikia pašalinti visus negyvybingus, užterštus audinius bei svetimkūnius. Svarbu juos kruopščiai ir radikaliai pašalinti. Kartais reikalinga ne viena audinių šalinimo procedūra. Jei užteršimo, nekrozės ar išemijos plotai labai dideli, tai po 48 valandų reikia pakartotinai įvertinti žaizdą ir prireikus atlikti antrą žaizdos išvalymą. [11, 12]

5. Kaulų lūžių gydymas

5.1 Šlaunikaulio diafizės lūžiai

Paprastieji šlaunikaulio diafizės proksimalinio galo lūžiai gydomi operaciniu būdu. Priklausomai nuo lūžio tipo, paciento ir chirurgo pasirinkimo galima naudoti skirtingas metalines konstrukcijas. Nepavykus netiesiogiai atstatyti kaulo vientisumo arba esant politraumą patyrusiam pacientui su krūtinės sužalojimu, rekomenduojama rinktis atvirą repoziciją ir vidinę fiksaciją kompresine plokštele – DCS (angl. *Dynamic*

condylar screw) arba kompresine rakinama plokštele ir sraigtais. Esant uždarai izoliuotai traumai, stabiliam politraumą patyrusiam pacientui ir daugumai atvirų lūžių galutinei osteosintezei rekomenduojama rinktis anterogradinę vinį, o nesugijusiam lūžiui – tiltinę plokstelę.

Paprastuosius šlaunikaulio diafizės vidurinio trečdaliaus lūžius esant kraujagyslių pažeidimui ar politraumai rekomenduojama gydyti panaudojant tarpfragmentinės kompresijos sraigta (angl. *Lag screw*) ir apsaugančią plokstelę. Galima naudoti anterogradinę vinį, kuri taip pat tinkama esant izoliuotam lūžiui. Tuo tarpu, retrogradinė vinis labiau tinkama esant stabiliai būklei ar nutukusiam pacientui. Esant skersiniam lūžiui galima naudoti kompresinę plokstelę, kadangi dėl lūžio linijos negalima panaudoti tarpfragmentinės kompresijos sraigto.

Esant paprastajam distalinio diafizės galo lūžiui galima pritaikyti anterogradines ar retrogradines vintis. Kai pacientas netinkamas tokiai konstrukcijai dėl nestabilios politraumos, uždaro kaulo kanalo, esant Gustilo – Anderson IIIb ir IIIc laipsnių lūžiams – naudoti DCS.

Proksimalinio diafizės galo izoliuotus lūžius su pleišto formos skeveldra bei daugiamentinius lūžius, esant stabiliam pacientui rekomenduojama gydyti anterogradine vinimi. Neturint tam galimybių, pacientui patyrus krūtinės traumą ar esant kontraindikuotinai intramedulinei viniai, galima naudoti tiltinę arba kompresinę plokstelę. Šios konstrukcijos implantuojamos atliekant atvirą repoziciją su vidine fiksacija arba minimaliai invazyviai. Vidurinio trečdaliaus lūžius su pleišto formos skeveldra bei daugiamentinius lūžius rekomenduojama gydyti anterogradine vinimi, nutukusiems pacientams – retrogradine. Esant atviriems, sunkiems lūžiams rekomenduojama minimaliai invazyvi osteosintezė tiltine plokštele, o esant kraujagyslių pažeidimui – atvira repozicija su vidine fiksacija tiltine plokštele. Taip pat, galima osteosintezė su tarpfragmentinės kompresijos sraigta ir apsaugančia plokštele. Distalinio diafizės galo lūžiams tinkamos intramedulinės vintos, galima naudoti ir DCS. Taip pat, galima LISS (angl. *Less invasive stabilization system*), priklausomai nuo resursų ir chirurgo gebėjimų, esant nefragmentuotai skeveldrai.

Kai nėra galimybės operuoti pacientą, galima atlikus uždara repoziciją koją laikyti įtvare, kol bus galima intervencija. Esant kontraindikacijoms vidinei fiksacijai dėl paciento būklės ar minkštųjų audinių pažaidos, kaip žalos kontrolė, naudojamas išorinės fiksacijos aparatas, tačiau dėl jo padidėja infekcijos ir lūžgalių nesugijimo rizika. Esant sunkiai paciento būklei, didelei minkštųjų audinių pažaidai su infekcija, išorinės fiksacijos aparatas gali būti naudojamas kaip galutinis gydymo metodas. [13]

5.2 Šlaunikaulio distalinio galo lūžiai

Ekstrasąnariniai avulsiniai stabilūs lūžiai su minimalia dislokacija gali būti gydomi konservatyviu būdu naudojant įvarą, o dislokuoti – tarpfragmentinės kompresijos sraigtau. Ekstrasąnariniai paprastieji, pleišto formos fragmento ar daugiafragmentiniai lūžiai gali būti fiksuojami anterogradine vinimi, jeigu lūžis labai distaliai – retrogradine. Taip pat, galima minimaliai invazyvi osteosintezė arba atvira repozicija su vidine fiksacija kompresine plokštele. Esant pleišto fragmento skeveldrai ar daugiafragmentiniam lūžiui ir negalint užtikrinti stabilumo viena plokštele, gali būti naudojamos dvi.

Iš dalies sąnariniais išorinio ar vidinio antkrumplio lūžiams naudojami tarpfragmentinės kompresijos sraigtau su ar be atraminės plokštelės. Priekiniams lūžiams fiksuoti naudojamas tik tarpfragmentinės kompresijos sraigtau.

Visiškai sąnarinis lūžis su metafizės lūžiu fiksuojamas tarpfragmentinės kompresijos sraigtau epifizėje ir kompresine plokštele arba retrogradine vinimi metafizėje. Esant stipriai osteoporotiniams kaului ir silpnam pacientui, kuris dar gali išgyventi operaciją, rekomenduojama artroplastika. Sudėtingesniai metafizės lūžiui taip pat galima ir dviejų plokštelių osteosintezė.

Kaip ir esant bet kokiam kitam galūnės lūžiui, esant sunkiai paciento būklei, kaip žalos kontrolės metodika, gali būti naudojama laikina išorinė fiksacija. [14]

5.3 Blauzdikaulio proksimalinio galo lūžiai

Ekstrasąnariniai šėvikaulio galvos, blauzdikaulio šiurkštumos, pakylos ar kapsulės prisitvirtinimo avulsiniai lūžiai gali būti gydomi konservatyviai, jei dislokacijos nėra arba ji labai maža ir lūžis stabilus. Kitu atveju gali būti naudojama vielos aštuoniukė arba tarpfragmentinės kompresijos sraigtau. Esant nestabiliam kelio sąnariui dėl raiščio pažeidimo jis gali būti tvirtinamas inkarais. Paprastieji, su pleišto formos skeveldra ar daugiafragmentiniai metafizės lūžiai gali būti gydomi atliekant atvirą repoziciją ir fiksuojant plokštele be kempinio stabilumo (angl. *Plate without angular stability*). Esant osteoporotiniams kaului, atviram lūžiui bei trumpam proksimaliniam segmentui, rekomenduojama minimaliai invaziškai implantuoti kempinio stabilumo plokštelę (angl. *Angular stable plate*) LISS. Iš dalies sąnariniais lūžiams gali būti naudojami tarpfragmentinės kompresijos sraigtau, kurie gali būti įsukami ir perkutaniškai, jei nėra fragmento depresijos. Lūžiams su fragmento depresija – plokštelės be kempinio stabilumo. Visiškai sąnariniais lūžiams

naudojamos standartinės plokštelės arba esant blogai kaulo kokybei galima minimaliai invaziška osteosintezė kempinio stabilumo plokštele.

Esant sunkiai minkštųjų audinių traumai bei atviram lūžiui, kaip galutinis gydymo metodas, naudojamas hibridinis išorinės fiksacijos aparatas, o esant dideliame proksimaliniam fragmentui – netiltinis (angl. *Non-bridging*) išorinės fiksacijos aparatas. Esant kaulo dalies praradimui arba nepakankamam minkštųjų audinių kiekiui defektui padengti naudojamas žiedinis išorinės fiksacijos aparatas. Kaip laikinas gydymo metodas, kol stabilizuosis paciento būklė, gali būti naudojamas tiltinis išorinės fiksacijos aparatas. [15]

5.4 Blauzdikaulio diafizės lūžiai

Paprastieji, maži dislokuoti (po repozicijos kojos sutrumpėjimas < 1 cm, rotacija ar kampas < 5 – 10°) lūžiai gali būti gydomi imobilizuojant koją 4–6 savaites gipsiniu įtvaru. Esant dislokuotam lūžiui ir atviram kaulo kanalui naudojama intramedulinė vinis. Jei lūžis spiralinis ar įstrižinis, galima naudoti tarpfragmentinės kompresijos sraigtau ir apsaugančią plokštelę. Sraigtau gali būti įsukamas per plokštelę arba šalia jos. Įstrižinio lūžio atveju galima naudoti tarpfragmentinės kompresijos sraigtau ir kompresinę plokštelę didesniai stabilumui pasiekti. Esant skersiniam lūžiui taikoma atvira repozicija su vidine fiksacija kompresine plokštele arba lūžus proksimaliai ar distaliai, kaip alternatyva intramedulinei viniai, gali būti minimaliai invaziškai implantuojama kompresinė plokštelė.

Lūžiams su pleišto formos skeveldra, daugiafragmentiniams lūžiams taip pat tinkama intramedulinė vinis, tarpfragmentinės kompresijos sraigtau su apsaugančia plokštele, kompresinė plokštelė arba minimaliai invaziškai implantuojama tiltinė plokštelė, kuri naudojama ir esant fragmentuotai skeveldrai arba daugiafragmentiniam lūžiui su fragmentuotu segmentu.

Esant didelei minkštųjų audinių pažaidai, atviriems lūžiams su kaulo dalies praradimu, pasireiškus raumenų guolio ankštumo sindromui (prieš ar po fasciotomijų), esant kontraindikacijoms vidinei fiksacijai, rekomenduojama naudoti moduliarinį išorinės fiksacijos aparatą. Kai išorinė fiksacija pasirenkama kaip galutinis gydymo metodas, naudojamas vienos plokštumos (angl. *Uniplanar*) išorinės fiksacijos aparatas, nes jis labiau stabilizuoja lūžį. Praradus didelę kaulo dalį, esant didelei deformacijai bei kontraindikacijoms vidinei fiksacijai taip pat gali būti naudojamas žiedinis – Ilizarovo išorinės fiksacijos aparatas. [16]

5.5 Kulkšnių lūžiai

Infrasindesmoziniai šoninės kulkšnies izoliuoti lūžiai gali būti gydomi konservatyviai, jei dislokacija yra maža bei lūžis stabilus. Esant skersiniam lūžiui, kadangi būna pažeistas sąnarinis paviršius, rekomenduojamas operacinis gydymas. Esant mažam fragmentui galima naudoti vielinę aštuoniukę, o didesniai fragmentui – plokštelę. Vidinės kulkšnies lūžiui su šoninio šalutinio raiščio (lot. *Ligamentum collaterale laterale, LCL*) plyšimu tinkamas

tarppragmentinės kompresijos sraigtas. Jei fragmentas didelis, galima pridėti ir atraminę plokštelę. Vidinės kulkšnies bei posteromedialiniam lūžiu su išorinės kulkšnies lūžiu, avulsija arba posteromedialinio lūžio su LCL plyšimo atveju, esant politraumai, kaip žalos kontrolė, arba esant dideliame patinime naudojamas išorinės fiksacijos aparatas. Kai pacientas tinkamas operacijai ir patinimas mažesnis atliekama atvira repozicija ir vidinė fiksacija. Posteromedialinio lūžio su LCL plyšimu atveju – tarppragmentinės kompresijos sraigtas.

Transindesmoziniams paprastiesiems izoliuotiems išorinės kulkšnies lūžiam naudojamas tarppragmentinės kompresijos sraigtas ir neutralizuojanti plokštelė. Esant osteoporotiniam kaului, mažam šėvikaulio fragmentui arba daugiafragmentiniam lūžiu – slydimą stabdanti (angl. *Antiglide*) plokštelė.

Vidinės ir išorinės kulkšnių lūžiams, visų trijų arba suprasindesmoziniams kulkšnių lūžiams taikoma atvira repozicija ir vidinė fiksacija pasirinkta metalo konstrukcija. Pasirinkimas priklauso nuo lūžio tipo bei chirurgo patirties. Naudojamos įvairios sraigtų, plokštelių, vielų kombinacijos. [17]

6. Kraujagyslių ir nervų vientisumo atkūrimas

Apatinės galūnės traumų atvejais gali būti sužaloti kaulai, kraujagyslės, nervai ir minkštieji audiniai. Esant kraujagyslių vientisumo pažeidimams, turi būti nedelsiant atliekamos chirurginės intervencijos. Šių operacijų tikslas yra per 3 – 4 valandas po traumos atstatyti galūnės kraujotaką, kad neįvyktų reikšminga audinių išemija. [2] Po 4 valandų po traumos atsiranda negrįžtami nekroziniai pažeidimai, kurie gali lemti, kad sužeistos galūnės nebus įmanoma išsaugoti ir reiks atlikti amputaciją. [2, 12]

Kraujagyslių pažeidimo lokalizaciją galima nuspėti įvertinus lūžių ar išnirimų tipą ir lokalizaciją. [2] Blauzdos kraujagyslių (lot. *a. tibialis anterior*, *a. tibialis posterior*) pažeidimų atvejais skubios reperfusioninės intervencijos gali būti nereikalingos, jeigu pėdos perfuzija pakankama ir pėda šilta. Tačiau esant nepažeistai tik šėvinei arterijai (lot. *a. peronea*), pėdos kraujotaka per kolaterales gali būti nepakankama. Tokiais atvejais gali reikti suformuoti apeinamąsias jungtis į užpakalinę ar priekinę blauzdos arterijas. [2, 12]

Įprastų kraujagyslių vientisumo atkūrimo operacijų metu atliekama pirminės kraujagyslių anastomozės. Tačiau kartais dėl traumos masto gali tekti atlikti kraujagyslės interpoziciją ar panaudoti venos intarpą. [12] Taip pat, pageidautina, kad prieš atliekant kraujagyslių vientisumo rekonstrukciją būtų atliktas kaulų fiksavimas, tai užtikrina nekintantį galūnės ilgį ir sumažina lūžgalių judėjimo ir anastomozės pažeidimo galimybę. [2, 12, 18]

Apatinės galūnės sužeidimų atvejais periferinių nervų vientisumo atkūrimo operacijos atliekamos rečiau nei viršutinės galūnės traumų atvejais. Periferinių nervų vientisumo atkūrimo operacijos dažniausiai atidedamos, kad būtų tinkamai išvalytos žaizdos ir atliktos būtinos

skubios intervencijos dėl gretutinių sužalojimų. Periferinių nervų sužeidimų atvejais gali būti atliekamos nervo dekompresinės, rekonstrukcinės ar perkėlimo operacijos. Periferinio nervo rekonstrukcijų atvejais nervo galai gali būti susiūti epineurine siūle arba panaudotas dirbtinis ar autologinis nervo intarpas, kaip blauzdos odos nervo (lot. *n. suralis*). [12]

7. Minkštųjų audinių rekonstrukcija

Pagrindiniai minkštųjų audinių rekonstrukcijos tikslai yra padengti audinių defektus, atsiradusius dėl sužalojimo, užtikrinti priimtina išvaizdą ir sukelti minimalų sužalojimą donorinei sričiai. Todėl rekonstrukcijos metodo pasirinkimas priklauso nuo sužalojimo srities ir masto bei paciento rizikos veiksnių, kaip amžius ar gretutinės ligos. [2, 19]

Esant I – IIIa laipsnio sužalojimams pagal Gustilo – Anderson klasifikaciją, gali pakakti pirminio chirurginio žaizdos sutvarkymo. Tačiau esant IIIb ir IIIc laipsnio sužalojimams su odos defektais, apnuogintais kaulais ar sausgyslėmis, dažnai reikalingos sudėtingesnės intervencijos. Minkštųjų audinių rekonstrukcijoms gali būti pasitelkti vietiniai, regioniniai ar laisvieji audinių lopai. [19, 20]

Minkštųjų audinių rekonstrukcijoms pasitelkiami principai, kaip kruopštus žaizdos išvalymas, infekcijų kontrolė ir padengimas donoriniais audiniais. Idealus laikotarpis, per kurį turėtų būti atlikta rekonstrukcija, yra nuo 72 valandų iki 7 parų po sužalojimo. Taip siekiama sumažinti osteomielito ir lūžių nesugijimo riziką. Tačiau kitų autorių duomenimis šis laikotarpis gali būti iki 3 mėnesių, atsižvelgiant į sužeidimą, paciento ir žaizdos būklę. [21-24]

7.1 Odos persodinimas

Autodermoplastika (odos persodinimo operacija) gali būti pritaikyta padengiant tam tikrus audinių defektus. Autotransplantatas gali būti dalies odos storio arba viso odos storio. Dalies odos storio transplantatai dažniausiai naudojami padengiant didelius defektus, o viso odos storio – siekiant geresnių kosmetinių ir funkcinių rezultatų padengiant mažas žaizdas. [25] Odos autotransplantatai taip pat gali būti pritaikomi apatinių galūnių sužalojimų atvejais. Transplantatui reikalinga gerai vaskuliarizuota recipientinė sritis, nes būtent pradinis transplantato išgyvenamumas priklauso nuo deguonies difuzijos iš aplinkinių audinių. [26] Taigi odos transplantatai gali būti persodinami tik ant raumenų, fascijų arba riebalinio audinio, o juo uždengti negalima kaulų, sausgyslių, atviro sąnario ar rekonstruotos arterijos. [1]

Esant daugybiniais sužalojimams svarbu pasirinkti tinkamą donorinę sritį, kurios oda bus naudojama transplantacijai. Nepatariama naudoti odos nuo sužalotos kojos, kuri jau yra ar gali būti amputuota dėl ilgėjančio donorinės srities gijimo proceso ir sudirginimo, kuris gali paveikti protezo pritaikymą ir dėvėjimą. Tokiais atvejais rekomenduojama transplantacijai naudoti odą nuo sveikosios kojos ar pilvo srities. [26] Transplantatas nuo donorinės srities paimamas specialiu instrumentu – dermatomu. Jeigu

siekama kuo mažesniu odos transplantatu uždengti kuo didesnę odos audinių defektą – oda perforuojama specialiu prietaisu – perforatoriumi. [25] Persodinamas odos transplantatas turi būti pritvirtinamas siūlėmis ar metalinėmis kabutėmis prie recipientinės srities, kad būtų užtikrintas tinkamas sąlytis tarp transplantato ir žaizdos paviršiaus. [26]

7.2 Vietinių audinių lopotų persodinimas

Dažnai pirminis chirurginis žaizdos sutvarkymas ar odos transplantacija neužtikrina pakankamos apatinės galūnės audinių defekto rekonstrukcijos. Tokiais atvejais gali būti pritaikyti vietiniai audinių lopotai – fasciokutaniniai ir raumenų. [1, 2, 26, 27]

Vietiniai fasciokutaniniai lopotai yra gera alternatyva padengiant audinių defektus blauzdos proksimaliniuose dviejuose trečdaliuose. Šie lopotai pasirenkami taip, kad būtų įmanoma panaudoti donorinės srities odą ir po ja esančią fasciją, kaip vientisą audinių kompleksą. Todėl fasciją perforuojančios arterijos lemia geresnę šių audinių lopotų kraujotaką, nei odos transplantatų atvejais. [2, 26, 27] Tačiau vietiniai fasciokutaniniai lopotai turi ribotą rotacijos pagalbą savo ašį kampą ir palieka donorinės srities audinių defektą, kurį galima padengti odos transplantatu. Taip pat, audinių persodinimo operaciją gali apriboti kaulų lūžių fiksacijai pritaikytas išorinės fiksacijos aparatas, kuris trukdo atlikti palankią lopo rotaciją. [26]

Vietiniai raumenų lopotai yra naudingi padengiant blauzdos žaizdas. Tai yra saugus ir gana paprastas būdas rekonstruoti minkštuosius audinius, nepatiriant didelio donorinės srities sužalojimo ar funkcijos praradimo, kai pasirenkamas tinkamas donorinis raumuo ar jo dalis. [2, 26] Dvilypio raumens (lot. *m. gastrocnemius*) lopotas gali būti panaudotas padengiant proksimalinio blauzdos trečdalių žaizdas, o pleksinio raumens (lot. *m. soleus*) lopotas – vidurinio blauzdos trečdalių žaizdas. Distaliau esančių sužalojimų rekonstrukcijai dažniausiai naudojami laisviesvieji audinių lopotai. Nors veitiniai raumenų lopotai užtikrina gerą audinių defektų padengimą, tačiau yra tinkami tik sąlyginai mažoms ar vidutinio dydžio žaizdoms dėl savo menko dydžio. [1, 2, 26, 27] Taip pat, dvilypio ir pleksinio raumenų lopotai turi sąlyginai trumpas juos maitinančias kraujagysles, todėl tai riboja jų perkėlimo ir rotacijos galimybes. [26]

7.3 Laisvųjų audinių lopotų persodinimas

Laisvieji audinių lopotai yra sudaryti iš įvairiausių audinių, kurie atidalinti iš donorinės srities kartu su maitinančiosiomis kraujagyslėmis. Pastarosios yra visiškai atjungiamos nuo kraujotakos ir kartu su kitais audiniais perkeliamos į recipientinę sritį, kur mikrochirurginėmis technikomis suformuojamos kraujagyslių anastomozės su vietinėmis kraujagyslėmis. [2, 28]

Laisvieji audinių lopotai yra svarbūs gydant pacientus, kurie patyrė didelės kinetinės energijos apatinės galūnės sužalojimus, apimančius kaulų, raumenų ir kitų minkštųjų audinių pažeidimus, nes gali suteikti galimybę užpildyti didelį audinių defektą. Šie lopotai ypač tinkami gydant blauzdikaulio distalinio trečdalių, kulkšnies ir pėdos sužalojimus. [2, 29, 30]

Laisvieji audinių lopotai dažniausiai pasitelkiami, kai kiti paprastesni rekonstrukciniai metodai yra neįmanomi, nes tai susiję su sunkesne atlikimo technika, ilgesne operacijos trukme, didesne komplikacijų rizika, ilgesne hospitalizacijos trukme ir aukštu lopotų praradimo dažniu. [2, 19] Todėl siekiant geriausių rezultatų siekiama kraujagyslių anastomozes formuoti sveikuose audiniuose už sužeidimo ribų, kad būtų išvengta pooperacinių trombozės komplikacijų. [1, 2]

Laisvieji audinių lopotai pasirenkami atsižvelgiant į galimas donorines sritis, recipientinės srities sužalojimus, reikalingą kraujagyslinės lopotų kojų ilgį ar estetinį rezultatą. [26, 30] Dažnai pasirenkami laisvieji raumens lopotai. [1, 31, 32] Lopotai, kuriuos sudaro mažesnio tūrio raumenys, pasirenkami tik audinių defekto padengimui, o turintys didesnę raumenų tūrį – užpildyti dideles ertmes, susiformavusias dėl traumos. [26] Dažniausiai pasirenkami laisvieji lopotai – anterolateralinis šlaunies (angl. *anterolateral thigh flap*), laisvasis radialinis dilbio (angl. *free radial forearm flap*), plačiausiojo nugaros raumens (angl. *latissimus dorsi muscle flap*) ir grakščiojo raumens (angl. *gracilis muscle flap*). [1, 2, 31, 32] Apatinės galūnės rekonstrukcijų laisvaisiais lopotais atvejais viena iš grėsmingiausių komplikacijų yra audinių lopotų kraujotakos sutrikimas, dėl kurio lopotas gali neišgyventi. [26]

8. Galūnės amputacija

Sprendimas išsaugoti galūnę ar atlikti amputaciją visada yra sudėtingas. [12] Siekiant išsaugoti galūnę yra svarbus kaulų lūžgalių fiksavimas ir minkštųjų audinių rekonstrukcija. Jeigu pavyksta užtikrinti pakankamą lūžių fiksaciją, tačiau nepavykus audinių defektų padengti minkštaisiais audiniais, gali tekti amputuoti galūnę. [1, 31] Taip pat, apsvarstyti amputacijos galimybę reiktų situacijose, kai nėra įmanoma išsaugoti galūnės ar reikalinga skubi intervencija siekiant išsaugoti paciento gyvybę. [2, 12, 33] Taigi vienintelė absoliuti indikacija amputuoti galūnę galėtų būti masyvus galūnės sužalojimas su pasireikšusiu gyvybei pavojingu kraujavimu. Reliatyvioms indikacijoms būtų galima priskirti: a) pavojingas gyvybei būklės, susijusias su politrauma; b) nestabilią paciento būklę, dėl kurios, tikėtina, neišgyvens ilgos rekonstrukcinės operacijos; c) sunkus tos pačios galūnės pėdos sužalojimas; d) segmentiniai blauzdikaulio lūžiai; e) daugybiniai sužalojimai skirtingose kūno srityse. [2]

Apatinių galūnių traumų atvejais, gydymo tikslas yra išsaugoti galūnę, kuri būtų funkcionalesnė nei atlikus amputaciją ir pritaikius atitinkamą galūnės protezą. [2] Tačiau prirėikus amputuoti galūnę, svarbu užtikrinti funkciškai optimalų bigę ilgį. [1, 2] Apatinės galūnės amputacijos gali būti atliekamos žemiau kelio sąnario (angl. *transtibial amputation*), aukščiau kelio sąnario (angl. *transfemoral amputation*) ar per kelio sąnarį (angl. *through knee amputation*), priklausomai nuo to, ar įmanoma išsaugoti funkcionuojantį kelio sąnarį. Tačiau dažniausiai siekiama atlikti apatinės galūnės amputacijas žemiau kelio sąnario, kad būtų užtikrinami geresni funkciniai rezultatai. [2, 29]

9. Išvados

Apatinių galūnių traumų atvejais yra svarbus paciento būklės ir pažeidimo masto įvertinimas. Pagrindinis gydymo tikslas yra atkurti galūnės vientisumą ir funkciją, užtikrinti stabilų lūžgalių fiksaciją ir minkštųjų audinių rekonstrukciją. Tam reikalingas kruopštus multidisciplininės specialistų komandos darbas ir gydymo planavimas, atsižvelgiant į paciento būklę, sužalojimus, žaizdos paruošimą, kaulų lūžgalių fiksavimo galimybes ir donorinių audinių prieinamumą. Todėl apatinę galūnę siekiama išgelbėti tada, kai numatomas rekonstruojamos galūnės funkcionalumas bus didesnis lyginant su amputuota galūne. Nesant galimybių tai užtikrinti, pasirenkama galūnės amputacija, išsaugant funkciškai palankesnę likusios galūnės dalies ilgį.

10. Šaltiniai

- Kuokkanen H, Homstrom H, Abyholm FE, Drzewiecki KT. Hans Homström Skandinavijos plastinė ir rekonstrukcinė chirurgija. Vilnius: Alio; 2016. London: UCL Press; 2016.
- Kalaskar DM, Butler PE, Ghali S. Textbook of Plastic & Reconstructive Surgery.
- Albuquerque RP, Hara R, Prado J, et al. Epidemiological study on tibial plateau fractures at a level I trauma center. *Acta Ortop Bras.* 2013;21(2):109–115.
- Rasmussen TE, Souza JM. Severe lower extremity injury in the adult patient. Waltham: UpToDate; 2019.
- American College of Surgeons National Trauma Data Bank (NTDB). National Trauma Data Bank 2012 Annual Report [internet]. Chicago: NTDB; 2012. Available from: https://www.facs.org/~media/files/quality_programs/trauma/ntdb/ntdb_annual_report_2012.ashx
- Millikan KW, Saclarides TJ. Common Surgical Diseases. New York: Springer; 1998.
- Bazaras L, Bykovienė L, Braziulis K, et al. Atraminio-judamojo aparato ligos: ortopedija-traumatologija, plastinė ir rekonstrukcinė chirurgija, reabilitacija: vadovėlis medicinos fakulteto studentams. Kaunas: Vitae Litera; 2017.
- Veltman ES, Poolman RW. Ankle fractures. *BMJ Best Practice*; 2018.
- Jens S, Kerstens MK, Legemate DA, Reekers JA, et al. Diagnostic Performance of Computed Tomography angiography in Peripheral Arterial Injury due to Trauma: A Systematic Review and Meta-analysis. *Eur J Vas. Endovasc Surg.* 2013;46(3):329-337.
- AO Surgery Reference. Adult trauma [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma>
- Colton C, Buckley R, Camuso M. Principles of management of open fractures [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/further-reading/principles-of-management-of-open-fractures?searchurl=%2FSearchResults#classification-of-open-fractures>
- Rasmussen TE, Koelling EE. Surgical management of severe lower extremity injury. Waltham: UpToDate; 2020.
- Giannoudis PV, Pape HC, Schütz M. Femur shaft [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/femoral-shaft>
- Gebhard F, Kregor P, Oliver C, Nousiainen MT. Distal femur [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/distal-femur>
- Hansen M, Pesantez R. Proximal tibia [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/proximal-tibia>
- White R, Camuso M. Tibial shaft [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/tibial-shaft>
- Barbosa P, Bonnaire F, Kojima K. Malleoli [internet]. Davos: AO Foundation. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/malleoli>
- McHenry TP, Holcomb JB, Aoki N, Lindsey RW. Fractures with major vascular injuries from gunshot wounds: implications of surgical sequence. *J Trauma.* 2002;53(4):717-721.
- Kamath JB, Shetty MS, Joshua TV, et al. Soft tissue coverage in open fractures of tibia. *Indian J Orthop.* 2012;46(4):462-469.
- Boyce DE, Shokrollahi K. Reconstructive surgery. *BMJ.* 2006;332(7543):710-712.
- Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg.* 1986;78(3):285-292.
- Karanas YL, Nigriny J, Chang J. The timing of microsurgical reconstruction in lower extremity trauma. *Microsurgery.* 2008;28(8):632-634.
- Arslan H, Demiroz A. Comparison of subacute and delayed free flap reconstruction in the treatment of open lower extremity fractures. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2019;25(2):188-192.
- Ong YS, Levin LS. Lower limb salvage in trauma. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125(2):582–588.

25. Pundzius J, Barauskas G, Bilskienė D, et al. *Chirurgija. I tomas, Bendroji dalis*. Kaunas: Vitae Litera; 2013.
26. Friedrich JB, Katolik LI, Hanel DP. Reconstruction of soft-tissue injury associated with lower extremity fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(2):81-90.
27. AlMugaren FM, Pak CJ, Suh HP, Hong JP. Best Local Flaps for Lower Extremity Reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2020;8(4):e2774.
28. Morris D. Overview of flaps for soft tissue reconstruction. Waltham: UpToDate; 2020.
29. Jordan DJ, Malahias M, Hindocha S, Juma A. Flap Decisions and Options in Soft Tissue Coverage of the Lower Limb. *Open Orthop J*. 2014;8:423-432.
30. Khundkar R. Lower extremity flap coverage following trauma. *J Clin Orthop Trauma*. 2019;10(5):839-844.
31. Park JE, Rodriguez ED, Bluebond-Langer R, et al. The Anterolateral Thigh Flap is Highly Effective for Reconstruction of Complex Lower Extremity Trauma. *J Trauma*. 2007;62(1):162-165.
32. Bibbo C, Nelson J, Fischer JP, et al. Lower Extremity Limb Salvage After Trauma: Versatility of the Anterolateral Thigh Free Flap. *J Orthop Trauma*. 2015;29(12):563-568.
33. MacKenzie EJ, Bosse MJ, Kellam JF, et al. Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma. *J Trauma*. 2002;52(4):641-649.