Prijelomi dijafize femura

Perović, Adrian

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:555904

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET

Adrian Perović

PRIJELOMI DIJAFIZE FEMURA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Klinici za kirurgiju Kliničkog bolničkog centra Zagreb pod vodstvom doc.dr.sc. Ivana Dobrića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2016./2017.

Kratice korištene u ovom radu

UFN – neborani femoralni čavao

R/AFN – retrogradno/anterogradni femoralni čavao

PFN – proksimalni femoralni čavao za trohanternu regiju s 2 paralelna vijka za vrat/glavu

PFNA – proksimalni femoralni čavao sa dvostrukom spiralnom oštricom za vrat/glavu i antirotacijskim vijcima

AO - Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

Sadržaj

1. UVOD 1
2. ANATOMIJA 2
3. EPIDEMIOLOGIJA 3
4. ETIOLOGIJA 4
5. PODJELA 5
PODJELA PREMA AO GRUPI 6
PODJELA PREMA WINQUISTU I HANSENU 7
6. LIJEČENJE 8
KLINIČKA PROCJENA I PREGLED 8
RADIOLOGIJA I LABORATORIJ 9
KIRURŠKO LIJEČENJE 9
POČETNO LIJEČENJE 10
KONZERVATIVNO LIJEČENJE 10
KONAČNO LIJEČENJE 13
7. KOMPLIKACIJE 17
INFEKCIJA 17
KRIVO ZARASTANJE I PSEUDOARTROZA 18
NEUROVASKULARNA OZLJEDA 18
COMPARTMENT SINDROM I DRUGE KOMPLIKACIJE 20
8. REHABILITACIJA 21
9. ZAKLJUČAK 21
10. LITERATURA 23
11. ZAHVALE 34
12. ŽIVOTOPIS 34

SAŽETAK

Prijelomi dijafize femura najčešće se događaju kao rezultat visokoenergetskih traumatoloških ozljeda ili kao posljedica pada na ravnom kod starijih pacijenata. Dijagnoza prijeloma dijafize femura se najčešće dosta očito prezentira prisustvom boli, otoka i deformiteta uz popratne ozljede mekih tkiva i prisutnog krvarenja. Postoji zabilježena korelacija ozljede koljena iste okrajine na kojem se prezentira prijelom dijafize femura i opsežna ozljeda mekih tkiva. Pacijent mora proći detaljnu obradu po svim smjernicama za napredno održavanje života u traumatologiji. Anterio-posteriorni i lateralni rendgenski snimak mora biti učinjen kao radiološka potvrda dijagnoze prijeloma dijafize femura. Radiološki je potrebno isključiti i popratne ozljede koljena i kuka. U liječenju preporučuje se prvotna imobilizacija okrajine primjenom trajne ekstenzije. Otvoreni prijelomi su posebno rizični zbog mogućeg razvoja komplikacija i moraju biti tretirani antibioticima i tetanus profilaksom. Daljnje liječenje pacijenta u gotovo svim slučajevima uključuje operacijski zahvat osteosinteze zbog visoke stope uspješnog zarastanja ulomaka, niskog rizika od komplikacija, rane stabilizacije pukotine koja dovodi do smanjenja morbiditeta i mortaliteta. Dva osnovna principa osteosinteze su navođenje pri kojem se primjenjuju intramedularni čavli i interfragmentarna kompresija pri kojoj se primjenjuju pločice. Rana primjena kirurškog liječenje povezana je s boljom prognozom kod pacijenata s izoliranim prijelomom, dok je kod pacijenata s ozbiljnim popratnim ozljedama rana operacija povezana s povećanim morbiditetom i mortalitetom. U takvim slučajevim odgađanje operacije je preporučljivo uz moguću primjenu minimalno invazivnih zahvata. Kao tehnika minimalno invazivne osteosinteze kod teško unesrećenog pacijenta s politraumom primjenjuje se i ostesinteza vanjskim fiksatorom. Učestalost komplikacija je niska kod prijeloma dijafize femura. Najučestalije komplikacije uključuju infekciju, abnormalno zarastanje ulomaka, bol, krvarenje, neurovaskularne ozljede, kompartment sindrom, ponovni prijelom i zakazivanje opreme. Rijetke komplikacije poput smrti, višestrukog zatajenja organa i respiratornih komplikacija poput akutnog respiratornog distres sindroma, plućne i masne embolije. Rehabilitacija se započinje što je moguće nakon oporavka od operacije.

Ključne riječi: prijelom dijafize femura, intramedularni čavli, interfragmentarna kompresija, minimalno invazivna osteosinteza, abnormalno zarastanje ulomaka, neurovaskularne ozljede

SUMMARY

Diaphyseal femur fractures most frequently affect young adults as a result of high energy trauma and in older patients due to falls. The diagnosis of diaphyseal femur fractures is usually presented with pain, swelling, and deformity with soft tissue injury and bleeding. There is a documented correlation between knee injury and femur fractures of the same extremity. Because of the association with femur fractures with other injuries, considering the nature, the patient must be carefully assessed following the basic guidelines on advanced trauma life support. An anterior-posterior and lateral x-ray should be obtained as a radiological proof of a femur fracture. The hip and knee associated injuries has to be ruled out. Early use skin traction device is recommended for immobilisation of the extremity, despite having no evidence to support such treatment, it is believed that such procedure decreases pain levels in a patient and reduces stress caused by heavy trauma. Patients with open fractures receive antibiotics and tetanus prophylaxis due to possible complications associated with such fractures. Surgical procedure with osteoynthesis is indicated in further management of such fractures in almost all cases because of the high rate of union, low rate of complications, and the advantage of early fracture stabilization, which decreases morbidity and mortality. Osteosynthesis is a surgical procedure of connection and fixation of bone fragments after fracture. Two basic principles are the guidance principle which uses intramedullary nails and interfragmentary compression principle which uses metal plates. Early definitive surgery is associated with better outcome in patients with isolated diaphyseal femur fractures, while trauma patients with severe concomitant injuries, early definitive surgery is associated with higher morbidity. In these cases delayed surgery is recommended with possible application of minimally invasive surgery. External fixation is often used as a technique of minimally invasive surgery in politrauma patients. Complication rates for diaphyseal femur fracture are low. The most common complications include infection, abnormal fracture healing, pain, hemorrhage, neurovascular injury, compartment syndrome, repeat fracture, and hardware failure. Rare complications include death, multiorgan failure, and respiratory complications, usually due to acute respiratory distress syndrome and pulmonary or fat embolism. Rehabilitation begins a soon as possible after initial recovery.

Key words: diaphyseal femur fractures, intramedullary nails, interfragmentary compression, minimally invasive surgery, abnormal fracture healing, neurovascular injury

1. UVOD

Femur je najduža, najsnažnija i najteža cjevasta kost u ljudskom tijelu te je jedna glavnih kostiju donje okrajine za prijenos tereta (1, 2). Prijelomi dijafize femura često su ishod visokoenergetskih sila koje se javljaju pri traumama uzrokovanim prometnim nesrećama (3). Sama ozljeda kod prijeloma dijafize femura kod odraslih i njene komplikacije mogu ozbiljno ugroziti život i zdravlje pacijenta (4). Najvažnije komplikacije su krvarenje, ozljede unutarnjih organa, infekcije rane, masna embolija i akutni respiratorni distres sindrom (4).

Prijelomi dijafize femura također mogu biti uzrok znatnih tjelesnih poremećaja zbog mogućeg skraćenja okrajine u prijelomu, neporavnatosti ulomaka i prolongirane imobilizacije zbog gipsanog povoja ili trajne ekstenzije (5). Umijeće kirurškog liječenja prijeloma dijafize femura uključuje vještinu potrebnu za repoziciju ulomaka u njihov anatomski položaj i omogućavanje što ranijeg oporavka ozlijeđenog uda u fiziološku funkciju.

U ovom preglednom članku bit će opisana epidemiologija i anatomija potrebna za bolje razumijevanje prijeloma dijafize femura u odraslih, kao i klinička slika, dijagnostika i liječenje.

2. ANATOMIJA

Dijafiza femura je valjkasto oblikovani dio femura koji se proteže od malog trohantera do femoralnih kondila. Blago je zakrivljena tako da oblikuje konveksitet na prednjoj površini i konkavitet na stražnjoj (6).

Za svrhu liječenja prijeloma, dijafizu femura možemo podijeliti na tri dijela: proksimalni dio koji uključuje glavu, vrat femura i intertrohanterični dio, medijalni dio koji uključuje dijafizu femura i distalni dio koji uključuje suprakondilarno područje (7).

Mišići koji okružuju dijafizu femura mogu se podijeliti u tri grupe: prednju (m.sartorius, m.pectineus, m.quadriceps, m.iliopsoas), medijalnu (m.gracilis, m.adductor longus, brevis et magnus) i stražnju (m.biceps femoris, m.semitendineus, m.semimembranosus). Kvadriceps je najveći mišić i fiziološki vrši pokret ekstenzije u koljenu te je sastavljen od četiri velika dijela: rectus femoris, vastus intermedius, vastus medialis, vastus lateralis. Mišići stražnjeg odjeljka odgovorni su za pokret fleksije koljena, dok mišići medijalnog odjeljka vrše adukciju (6). Vučna snaga svih mišića u tim odjeljcima uzrokuje patološki pomak i otežanu repoziciju u anatomski položaj nakon prijeloma dijafize femura.

Femur je također kost s obilnom krvnom opskrbom, a većina krvne opskrbe se odvija putem arterije profunde femoris koja ulazi u femur većinom proksimalno s medijalne i posteriorne strane uzduž lineae asperae. Opskrba koja ulazi proksimalno u femur opskrbljuje endostalnu cirkulaciju koja je odgovorna za prehranu otprilike 70% korteksa, dok periostalna opskrba u femur ulazi s posteriorne strane (8).

Kod prijeloma dijafize s pomakom, arterije koje prolaze dublje lakše se ozlijede i često periostalne arterije postanu glavne prehrambene arterije u području lomne pukotine u ranom periodu oporavka. Količina opskrbe koju pružaju periostalne arterije je gotovo uvijek dostatna tako da je rizik od nezaliječenja zbog manjkavog krvnog protoka nizak. Periostalne arterije učestalo proliferiraju kao odgovor na prijelom, dok endostalna cirkulacija često treba čak tri tjedna da povrati svoju funkciju (9, 10). Prijelomi dijafize femura često mogu uzrokovati izrazito opsežna krvarenja gdje gubitak krvi može iznositi do tri litre, a prosječan gubitak krvi je jedna litra (11). Ozljede n.ischiadicusa i n.femoralisa te njihovih ogranaka su rijetke u izoliranih prijeloma dijafize zbog mišića koji formiraju svojevrsni protektivni omotač (12).

3. EPIDEMIOLOGIJA

Godišnja incidencija prijeloma dijafize femura je u prosjeku 10/100 000 pojedinaca/godinu (13). Ozljeda doseže vršak incidencije među mladima te opada nakon 20 godine, da bi incidencija opet rasla kod populacije starije od 75 godina (14). Najčešće ozlijede femura ipak su prijelomi proksimalne trećine i prijelomi kukova, koje neće biti obrađene u ovdje (15).

Incidencija prijeloma dijafize femura posebice je učestala kod mladih muškaraca zbog prirode nastanka ozlijede kao posljedice teških trauma nastalih u prometnim nesrećama. Osamdeset posto pacijenata s 35 godina ili starijih čiji je prijelom dijafize uzrokovan traumom osrednjeg ili slabijeg intenziteta imaju od prije dokazanu generaliziranu osteopeniju ili bolest koja je uzrokovala lokaliziranu osteopeniju u području prijeloma (16). U starih pacijenata, padovi kao uzrok trauma niskog intenziteta su najčešći uzrok prijeloma dijafize dogovorni za čak 65 posto tih ozljeda (17).

Dugotrajna terapija bisfosfonatima također može povećati rizik za prijelom femura (18, 19). Nesreće u industriji i posljedice ranjavanja vatrenim oružjem su također odgovorne za manji broj slučajeva.

Mjere prevencije za prijelom dijafize femura fokusiraju se na prevenciju prometnih nesreća i promicanje sigurnije kulture vožnje kod mladih muškaraca te racionalniju terapiju osteoporoze u starijih žena (20).

4. ETIOLOGIJA

Najčešći mehanizam ozljede dijafize femura u mlađih odraslih je visokoenergetska trauma, dok niskoenergetske traume postaju sve važniji uzrok među starijim odraslima (14, 16, 21).

Visokoenergetske traume najčešće nalazimo u nesrećama kao što su sudari motornih vozila, naleti motornih vozila na pješaka, motociklističke prometne nesreće, padovi s visine veće od tri metra i ozljede vatrenim oružjem (15). Niskoenergetske traume najčešće nalazimo kod ozljeda zadobivenih kod kuće ili sportskim ozljedama. Uobičajene su traume uzrokovane padovima s visine manje od jednog metra koje najčešće uključuju kliženje ili spoticanje na nestabilnom terenu (17). Kao i kod drugih cijevastih kostiju, prijelomi su rezultat direktne ili indirektne sile ili mišićne trakcije.

Patološki prijelomi dijafize femura su neuobičajeni, ali mogu biti uzrokovani metastazama karcinoma dojke, pluća, prostate ili, u rjeđem slučaju, primarnim ili sekundarnim tumorom kostiju (npr. Osteosarkom) (22).

5. PODJELA

Koštane prijelome možemo podijeliti prema nekoliko kriterija: prema proširenosti lomne linije, prema pomaku među lomnim ulomcima, s obzirom na stanje kože, prema anatomskoj visini loma, prema blizini zgloba, s obzirom na intenzitet sile i s obzirom na mehanizam ozljeđivanja (23, 24).

S obzirom na proširenost lomne linije prijelomi se dijele na potpune koji zahvaćaju cijelu cirkumferenciju kosti i nepotpune gdje je samo dio cirkumferencije zahvaćen lomom. U potonju spadaju fisure kod kojih nastaje pukotina bez promjene oblika kosti, subperiostalni lomovi kod djece i infarkcije koje nastaju utisnućem jedne strane kortikalne strane kosti (23, 24).

Ovisno o pomaku među lomnim ulomcima prijelome dijelimo na one s pomakom u stranu kad nema promjene u dužini kosti, s pomakom po osovini kad među ulomcima postoji nagib, s pomakom rotacije ulomaka i s pomakom po dužini kad postoji skraćenje ili produljenje (23, 24).

Prema stanju kože lomovi se dijele na otvorene i zatvorene, a prema anatomskoj visini loma na lomove u blizini zgloba, što podrazumijeva proksimalne i distalne, i na lomove dijafize. Lomovi u blizini zgloba dijele se na ekstraartikularne (avulzijske, jednostavne metafizarne, multifragmentarne metafizarne), djelomično artikularne lomove (jednostavne kose, impresijske, kombinacije jednostavnog i impresijskog loma) i kompletno artikularne (jednostavne artikularne i jednostavne metafizarne, jednostavne artikularne i multifragmentarne metafizarne, multifragmentarne artikularne i multifragmentarne metafizarne) (23, 24).

S obzirom na intenzitet sile prijelomi se dijele na one uzrokovane malom količinom kinetičke energije (poprečni ili kosi lomovi), na one uzrokovane srednjom količinom kinetičke energije (kominucijski) i one uzrokovane velikom količinom kinetičke energije (multifragmentarni). Po

mehanizmu ozljeđivanja najčešće se javljaju pad na ravnom, prometne nesreće, sklopetarne i eksplozivne ozljede (23, 24).

S obzirom na položaj lomne pukotine i broj ulomaka prijelome dijafize možemo podijeliti prema AO grupi i prema Winquistu i Hansenu.

PODJELA PREMA AO GRUPI

Prijelomi dijafize femura se po AO grupi mogu podijeliti na jednostavne, kominucijske i multifragmentarne ili kompleksne.

Jednostavni prijelomi ili prijelomi tipa A, dijele se na spiralne, kose i poprečne. Ti prijelomi nastaju nakon djelovanja sile srednje jačine na femur. Spiralni prijelomi se pojavljuju kod osnog naprezanja u pokretima torzije i često su uzrokovani padovima s visine. Kosi i poprečni prijelomi nastaju nakon direktnog djelovanja sile na femur koji se krivi i puca.

Kominucijski prijelomi su prijelomi tipa B i dijele se na spiralne, prijelome s cjelovitim trokutastim ulomkom i prijelome s fragmentiranim ulomkom. U kominucijskim prijelomima sile koje uzrokuju prijelom su srednje jačine ili jače kod fragmentiranih prijeloma. Svaki tip prijeloma sastavljen je od proksimalnog, distalnog i trokutastog fragmenta koji u fragmentiranim prijelomima može biti u više dijelova. Spiralni nastaju torzijskom silom i pri padovima, prijelomi s cjelovitim trokutastim ulomkom najčešće su posljedica direktne bočne sile na femur koja uzrokuje krivljenje i pucanje kosti, dok su fragmentirani trokutasti ulomci slične etiologije samo djelovanja jače sile ili unaprijed patološki promijenjene kosti.

Multifragmentarni ili složeni prijelomi su prijelomi tipa C i dijele se na spiralne, segmentalne i nepravilne. Ovi prijelomi nastaju dijelovanjem snažnih sila često na više dijelova kosti što uzrokuje nepredvidive uzorke prijeloma. Složeni spiralni prijelomi nastaju kod jakih sila torzije gdje se uz uobičajeni spiralni ulomak koji nastaje kod djelovanja torzijskih sila, proksimalni, distalni i spiralni ulomak dodatno fragmentiraju. Složeni segmentalni prijelomi nastaju kad djelovanjem jedne ili više bočnih sila dođe do prijeloma uz stvaranje odvojenog segmenta dijafize. Složeni nepravilni prijelomi nastaju kad se djelovanjem jake sile najčešće uzrokovane drobljenjem teškim teretom ili eksplozijom dio kosti razmrvi na nepravilne komade.

PODJELA PREMA WINQUISTU I HANSENU

Ova podjela temelji se na opsegu kominucije i količini kortikalnog kontakta između lomnih ulomaka i dijafize kosti. Ova podjela nam omogućuje jednostavnu komunikaciju u svakodnevnoj kliničkoj praksi i ima vrijednost u procjeni buduće terapije i njenog ishoda. U ovoj podijeli postoji 5 tipova označenih brojevima od 0 do 4. Tip 0 je prijelom koji nema kominucije i dodirna površina između ulomaka je maksimalna (25). Tip 1 je prijelom kod kojeg je dodirna površina proksimalnog i distalnog ulomka veća od 75 posto, što znači da kominucijski trokutasti ulomak oduzima samo 25 posto cirkumferencije kosti. Tip 2 je prijelom kod kojeg kominucijski ulomak zauzima manje od 50%, dok kod tipa 3 zauzima više od 50% i najčešće opisujemo prijelom većeg opsega. Prijelom tipa 4 je zapravo složeni segmentirani prijelom sastavljen od brojnih nepravilnih ulomaka bez dodirne površine između proksimalnog i distalnog ulomka. Tipovi 1 i 2 prijeloma dijafize femura po Winquistu i Hansenu su nakon repozicije stabilne duljine s dobrom kontaktnom površinom većeg dijela cirkumferencije. Aksijalno stabilni prijelomi brže i pravilnije cijele nakon umetanja

intramedularnog čavla. Tipovi 3 i 4 su nestabilni duljinom, ali i osnom rotacijom (26). Pri liječenju tih prijeloma intramedularnim čavlom moramo ozbiljno razmotriti umetanje više zaključavajućih čavala (25).

6. LIJEČENJE

KLINIČKA PROCJENA I PREGLED

Klinička prezentacija prijeloma dijafize femura je izrazito burna te se pretpostavka te dijagnoze obično postavlja nakon prezentacije jake boli, oticanja i deformacije anatomskog izgleda najčešće u obliku skraćenja duljine zahvaćene bedre (3). Masivne ozljede okolnog tkiva i ekstenzivno krvarenje koji su uobičajeni kod ovih ozljeda mogu dovesti i do razvitka šoka (27). Zbog visoke povezanosti prijeloma dijafize femura s drugim teškim ozlijedama, posebice zbog prirode nastanka nakon visokoenergetskih trauma, pacijent mora biti oprezno pregledan po svim smjernicama navedenim u „Napredno traumatološko održavanje života – ATLS“ (28).

Stabilizacija pacijentovih osnovnih životnih funkcija zauzima prioritet u prvom kontaktu s ozljedama ovog tipa (28). Nakon uspješne stabilizacije, provodi se detaljan drugi pregled u prikladnoj ustanovi u potrazi za drugim ozljedama. Pri drugom pregledu najvažnije je ispitati zdjelični prsten i kuk za osjetljivost, bolnost, oticanje i vidljivo krvarenje, od kojih su svi znakovi mogućeg popratnog prijeloma uslijed traume (29, 30). U slučaju da pacijent ne može voljno pomicati nogu u kuku inspekcija i palpacija ingvinalne i glutealne regije je važna. Valja naglasiti da postoji dokazana povezanost između prijeloma femura i ozljede mekih struktura u ipsilateralnom koljenu (31). Djelomične ili kompletne rupture prednjih i stražnjih križnih

ligamenata i ozljede meniskusa događaju se u 20 do 50 % slučajeva, dakle ipsilateralno koljeno treba detaljno pregledati.

Neurološke ozljede direktno uzrokovane prijelomom dijafize femura su rijetke, ali unatoč tome treba napraviti detaljnu procjenu neurovaskularne funkcije zahvaćenog uda (12, 27, 32, 33). Palpira se periferni puls, ispituje se osjet i motorika

RADIOLOGIJA I LABORATORIJ

Ukoliko sumnjamo na prijelom femura treba napraviti anteriorno-posteriornu i lateralnu rendgensku snimku. Prikaz zahvaćene kosti u minimalno dvije ravnine je nužna za pravilno lokaliziranje i određivanje tipa prijeloma.

Kuk i koljeno također trebaju biti radiološki snimljeni i pregledani kako bi isključili te često povezane ozljede (34, 35). Prijelom vrata femura se često može javiti zajedno s prijelom dijafize i u slučaju zanemarivanja zbog neadekvatne obrade dovodi do ozbiljnog morbiditeta i s visokim mortalitetom (36). U slučaju traume s više ozbiljnijih prijeloma ili kod pacijenata s komorbiditetima, rade se laboratorijske pretrage po standardnim bolničkim protokolima za takve pacijente. U slučaju izoliranog prijeloma dijafize femura u inače zdravih pacijenata u kojih nema dokaza ikakvih većih komplikacija dovoljne su samo rutinske laboratorijske pretrage (37, 38).

KIRURŠKO LIJEČENJE

POČETNO LIJEČENJE

U početnom liječenju pacijenata s prijelomom dijafize femura moramo uzeti u obzir da je zbog prirode nastanka takvih prijeloma u snažnim traumama često potrebno prvotno stabilizirati pacijenta i njegove vitalne funkcije (28). Pri prvotnoj ocjeni stanja procjenjujemo opće stanje pacijenta, tlak, puls, disanje, neurološki status, sadašnje i prijašnje bolesti. Nakon što je početna procjena završena, ovisno o dobivenim podatcima, možemo procijeniti područje ozljede kako bi lakše protumačili mehanizam nastanka prijeloma i tip prijeloma. Pregledavamo lokalno stanje ozljede, edeme, krvarenje i prisutnost pulsa, a uzimamo u obzir i dob bolesnika i postojeće komorbiditete (39). Izbor metode liječenja ovisit će o stanju kože, položaju lomne linije, neurovaskularnom oštećenju, oštećenju okolnih mekih tkiva te naravno o etiologiji ozljede. Kad odlučujemo o sljedećem koraku moramo uzeti u obzir opremljenost ustanove u koju se pacijent smješten i pripremljenost operatera.

KONZERVATIVNO LIJEČENJE

Unatoč napretku operacijskih tehnika i popratne tehnologije koja nam je to omogućila, konzervativno liječenje ima svoju vrijednost i u brojnim situacijama predstavlja pravi izbor metode liječenja. Kako se u svakodnevnoj praksi susrećemo s raznovrsnim lomovima tako i terapija koju primjenjujemo mora biti podložna promjeni, sve u svrhu lakšeg postizanja konačnog izlječenja. Konzervativno liječenje temelji se na repoziciji, imobilizaciji i rehabilitaciji.

REPOZICIJA

Repozicija je metoda namještanja lomnih ulomaka u svrhu postizanja anatomskog položaja i olakšanog cijeljenja kosti. Kako bi postigli što bolji rezultat liječenja, lomni ulomci se moraju reponirati što ranije i što pravilnije (40). Rana repozicija je izravno povezana s većim uspjehom buduće terapije dok kod odgođene repozicije stezanje lokalne muskulature uzrokuje skraćenje okrajine pri kojem dolazi do dodatne dislokacije lomnih ulomaka (41).

Kako bi vlačna sila mišića nad ulomcima popustila i kako bi smirili pacijenta, repoziciju često izvodimo nakon uvođenja lokalne ili opće anestezije. Valja napomenuti da se periferni lomni ulomak u pravilu reponira prema položaju centralnog ulomka i da silu koju koristimo u repoziciji uvijek treba povećavati postepeno kako bi izbjegli dodatno oštećenje mekih tkiva i neurovaskularnih struktura (41).

Repozicijom namještamo ulomke služeći se silama suprotno od smjera pomaka. Tako ekstenzijom okrajine ispravljamo pomak skraćenja, djelovanjem bočne sile pomak u stranu, a rotacijom pomak po osi. Za repoziciju slomljene kosti potrebno je znanje pravilnog čitanja rendgenskog nalaza i iskustvo u primjeni zahvata na bolesniku. Nakon uspješnog postupka repozicije slijedi imobilizacija.

IMOBILIZACIJA

Imobilizacija je trajna retencija ulomaka u reponiranom položaju i koristimo je kako bi se zaštitio kalus koji se formira na svježem prijelomu (42). Dobro provedena imobilizacija mora prema Watson-Jonesu onemogućiti pomicanje ulomaka u bilo kojem smjeru te biti stabilna u kontinuitetu od trenutka postavljanja do konačne konsolidacije loma (43). Razlikujemo četiri vrste

imobilizacije, a to su imobilizacija gipsanim povojem, trajnom ekstenzijom, vanjskom fiksacijom i funkcijska imobilizacija uz liječenjenje ranim gibanjem (24).

U konzervativnom liječenju prijeloma dijafize femura koristi se imobilizacija trajnom ekstenzijom (44). Unatoč činjenici da ne postoji puno dokaza o korisnosti ekstenzije u predoperativnom liječenju, koristi se kao privremena metoda tijekom prva 24 sata od ozljede. Imobilizacijom dobro reponiranog prijeloma smanjuje vjerojatnost nastanka dodatne neurovaskularne ozljede ili oštećenja mekih tkiva, smanjuje krvarenje iz lomne pukotine i smanjuje bolove (44).

Ne primjenjuje se kao konačna terapija osim iznimno zato jer se pokazalo da lomovi cijele u nezadovoljavajućem položaju te da je produljeno vrijeme potrebno za kalusnu konsolidaciju. Također se pokazalo da produljen boravak pacijenta u bolničkom krevetu dovodi do povećane učestalosti niza komplikacija vezanih za trajnu imobilizaciju poput razvoja dekubitusa, pneumonije i masne embolije (45, 46).

Metoda ekstenzije može se koristiti za otvorene i zatvorene prijelome. Najčešće se koristi Thomasova ili Hareova ekstenzija u kojima je uređaj na jednoj strani pričvršćen za gležanj koja se ekstendira prema distalno, dok je na drugoj strani učvršćen za pelvis kako bi se spriječio dodatni pomak ulomaka i skraćenje lomne pukotine. Dodatna udlaga se može koristiti za podupiranje popratnih ozljeda koljena (39). Kontraindikacije za primjenu trajne ekstenzije su iščašenje kuka, prijeloma ili iščašenje koljena te slične ozljede gležnja. Korištenje ekstenzije na otvorenim prijelomima je moguće, ali postavlja pitanje da li kod takvih prijeloma onda izlažemo pacijenta riziku da zagađeni fragmenti kosti uđu u ranu i potencijalno izazovu ozbiljne komplikacije. U pravilu stabilizacija lomne pukotine, zaustavljanje daljnjeg krvarenja i smanjenje rizika dodatnog neurovaskularnog oštećenja imaju prednost nad teoretskim onečišćenjem. Međutim, etiologiju

nastanka rane i realne uvjete u kliničkoj praksi uvijek treba sagledati prije nego se donese odluka o metodi liječenja (44, 47).

KONAČNO LIJEČENJE

Operacijsko liječenje je indicirano u većini prijeloma femura u modernoj traumatologiji zbog visoke stope uspješnosti zarastanja, niskog rizika od komplikacija i brojnih prednosti rane stabilizacije lomne pukotine popraćene smanjenjem morbiditeta i mortaliteta (3, 48). Odluka o konačnoj terapiji prijeloma dijafize femura uključuje procjenu stručnjaka koji mora uzeti u obzir dob pacijenta, popratne ozljede i povezane komorbiditete (41, 48). Odluka protiv kirurškog liječenja u ovim slučajevima donosi se samo ukoliko pacijent nije dovoljno stabilan da izdrži proceduru . Operacija može poprimiti različit stupanj hitnosti ovisno o etiologiji i stupnju oštećenja samog prijeloma (49). Hitna operacija izvodi se kad je lezijom izravno ugrožena krvna žila, živac ili se radi o otvorenom lomu uz pretpostavku da je pacijent prethodno dovoljno stabiliziran kako bi izdržao operaciju (32). U slučaju da zbog trakcijske sile mišića nemožemo reponirati lomne ulomke u zadovoljavajući kontakt u anatomskom položaju, nije za očekivati da će prijelom kvalitetno cijeliti te je stoga u tim slučajevima operacija neizbježna (5). Kod uspješne repozicije i fiksacije operacija nije nužna, ali je preporučljiva zato što uvelike smanjuje vrijeme cijeljenja, atrofiju mišića i mogućnost pojave dodatnih komplikacija.

OSTEOSINTEZA

Zahvat koji se provodi kod pacijenata s prijelomom dijafize femura je osteosinteza, spajanje i učvršćivanje fragmenata kosti pomoću čeličnih usadaka u obliku intramedularnog čavla ili pločice

(50-52). Takav zahvat omogućuje cijeljenje lomnih ulomaka u njihovom anatomskom položaju držeći ih na mjestu dovoljno dugo i stabilno da se započne primarno ili sekundarno koštano cijeljenje (52-54). Osnovno načelo osteosinteze je da sile vlaka, kompresije, savijanja i smicanja pretvara u tlačne aksijalne sile na mjestu loma (50-52). Principi liječenja osteosintezom podrazumijevaju mogućnost točnog namještanja prijeloma, retenciju lomnih ulomaka i mogućnost rane rehabilitacije.

PRINCIP NAVOĐENJA

Čavao se može uvoditi anterogradno i retrogradno (50-52). Kod uvođenja neboranih čavala potrebna je manja incizija kože. Bitno je da incizije prate smjer medularnog kanala. Točno pozicioniranje ubodne incizije je iznimno bitno za uspješno uvođenje čavla (55). Standardno operacijsko liječenje prijeloma dijafize femura je anterogradna ugradnja intramedularnog čavla (50-52). Anterogradna ugradnja intramedularnog čavla povezana je s 98 do 99 posto uspješnosti zarastanja ulomaka i s niskim rizikom infekcije od samo 1 do 2 posto, čak i slučaju kad se koristi kod otvorenih prijeloma (56, 57). Uvođenjem čavla može doći do distrakcije ulomaka zbog proširenja lomne pukotine (58). Zbog toga se prvo radi zaključavanje distalnog dijela čavla nakon čega je moguće uzrokovati povoljnu interfragmentarnu adaptaciju i kompresiju nakon uvođenja proksimalnih zaključavajućih vijaka (59). Unatoč tome što je postavljanje čavla s prethodnim proširenjem kanala svrdlom prihvaćeno kao standard pri osteosintetskim operacijama, postavljanje čavla bez širenja intramedularnog kanala je također povezano s niskom stopom pseudoartroze i infekcije (60). Tipovi čavala korišteni kod osteosinteza na femuru su UFN – neborani femoralni čavao, R/AFN – retrogradno/anterogradni femoralni čavao, PFN – proksimalni femoralni čavao za trohanternu regiju s 2 paralelna vijka za vrat/glavu, PFNA – proksimalni femoralni čavao sa

dvostrukom spiralnom oštricom za vrat/glavu i antirotacijskim vijcima, Gamma čavao za proksimalni femur.

PRINCIP INTERFRAGMENTARNE KOMPRESIJE

Osteosinteza pločicama se izvodi na način da se pločice postave na kost i učvrste vijcima, tako djeluju kao udlaga i stabiliziraju koštane ulomke omogućujući koštano cijeljenje (61, 62). Prema suvremenim stajalištima ugradnja pločice se može primijeniti kod politrauma, multiplih lomova, otvorenih lomova i ozljeda krvnih žila (63). U većini slučajeva vrijedi načelo interfragmentarne kompresije kojim se povećava trenje između ulomaka, a time stabilnost osteosinteze. Prijelom će cijeliti primarno ako je osigurana adekvatna krvna opskrba. Pri postavljanju implantata oni se moraju prenapregnuti, a površine ulomaka pod pritiskom moraju biti što veće. Statička kompresija postiže se pomoću vlaka koji je postignut prenaprezanjem za vrijeme operacije, a dinamička kompresija kad ploča preuzima sve slike vlaka dok kost preuzima tlačne sile.

RANO LIJEČENJE

Na američkom College of Surgeons odbor za traumatologiju preporučuje da se prijelomi dijafize femura u politraumatiziranih pacijenata operiraju unutar 2 do 12 sati nakon ozljede, uzevši u obzir da je pacijent hemodinamski stabilan (28). Randomizirane opservacijske studije zabilježile da izvođenje operativnog popravka prijeloma u prvih 24 sata smanjuje mortalitet, respiratorne komplikacije, višesustavno zatajenje organa i duljinu hospitalizacije. Rana operacija loma dijafize femura manje je važna kod izoliranih prijeloma (64, 65). Prospektivna opservacijska studija pacijenata s izoliranim prijelomom dijafize nije zabilježila nikakvu razliku u ishodu liječenja kod ranije operiranih pacijenata (66). Kod traumatoloških pacijenata s ozbiljnim popratnim ozljedama,

rano kirurško liječenje povezano je s većim morbiditetom (67). U tom slučaju odgađanje konačnog liječenja prijeloma dijafize je preporučeno (68). Prema velikoj retrospektivnoj studiji, odgađanje kirurškog liječenja duže od 12 sati smanjuje mortalitet za čak 50 posto kod ozbiljno ozlijeđenih pacijenata (68). Ovakav pristup doveo je do razvitka načela kirurgije kontrole štete u traumatologiji koja se bazira na stabilizaciji traumatoloških pacijenata korištenjem minimalno invazivnih metoda koje možemo primijeniti na pacijentu kod kojeg ne želimo dodatno povećavati fiziološki stres (69, 70). To uključuje minimalno invazivne metode stabilizacije velikih prijeloma vanjskim fiksatorom (71, 72). U slučaju prijeloma dijafize femura, stabilizacija korištenjem vanjskog fiksatora je najčešće korištena metoda. Vanjski fiksator je naprava koja se postavlja s vanjske strane kože te stablizira koštane fragmente s pomoću žica ili pinova spojenih na jednu ili više uzdužnih cijevi (72). Dva su osnovna tipa: standardni cjevasti koji se upotrebljava za liječenje prijeloma dugih kostiju i mali koji se koristi na prijelomima ruke i kod djece. Indikacije za primjenu vanjskog fiksatora uključuju otvorene prijelome, zatvorene prijelome uz opsežno oštećenje mekih tkiva i vaskularizacije i politraume (73-75). Konačno liječenje, najčešće intramedularnim čavlom postavljenim u prethodno proširenu kanal, odgađa se do tjedan dana dok se pacijent ne stabilizira i ne bude u prilici za bolje toleriranje fiziološkog stresa operacije (76, 77).

Unatoč odabiru kirurškog zahvata kao metode liječenja u većini prijeloma dijafize femura, neoperativno liječenje se postavlja kao opcija konačnog zbrinjavanja kod pacijenata s teškim komorbiditetima ili u ustanovama bez adekvatnih sredstava (78). Neoperativno liječenje trajnom ekstenzijom je često kompliciranо i sporo te često zahtjeva mjesece ležanja u krevetu povezane s brojnim komplikacijama, od kojih su infekcije jedne od najčešćih (45, 46). Sustavnim pregledom 23 studije u kojima je bilo uključeno 8447 pacijenata, antibiotska profilaksa značajno je smanjila

pojavu infekcije u pacijenata koji su prošli kroz rano kirurško liječenje prijeloma dugih kostiju osteosintezom (79).

7. KOMPLIKACIJE

Učestalost komplikacija je općenito niska za prijelome dijafize femura liječene s intramedularnim čavlima (80, 81). Najučestalije komplikacije koje se mogu javiti slične su kao i kod ostalih prijeloma femura i uključuju infekciju, krivo zarastanje (femur cijeli u abnormalnoj poziciji), usporeno zarastanje (nema znakova cijeljenja nakon tri mjeseca), izostanak zarastanja (nema znakova cijeljenja nakon šest mjeseci), pojava boli povezana s primjenom ortopedske opreme (82).

Manje uobičajene komplikacije uključuju iskrvarenje, neurovaskularne ozljede, „compartment“ sindrom, ponovljeni prijelom, kvar ortopedske opreme (83). Još rjeđe, ali opasnije komplikacije uključuju višestruko zatajenje organa, akutni respiratorni distres sindrom, plućnu i masnu emboliju, te kao ishod tih ozbiljnih komplikacija, smrt (84, 85).

INFEKCIJA

Infekcija kao komplikacija se pojavljuje u otprilike 1% slučajeva nakon ugradnje intramedularnih čavala (81). Čimbenici povezani s povećanim rizikom postoperativne infekcije su otvoreni prijelom i liječenje kominucijskih prijeloma metodom otvorene redukcije (56, 57). Opsežnije ozljede femura povezane su s većom učestalošću infekcije zbog većeg ukupnog onečišćenja

ozljede i opsežne nekroze mekih tkiva povezanih s traumom (27). U većini slučajeva, ortopedska oprema se ostavlja na mjestu dok se infekcija ne izliječi uporabom antibiotika (79).

KRIVO ZARASTANJE I PSEUDOARTROZA

Učestalost izostanka zarastanja lomnih ulomaka je 3-5% i ovisi ponajviše o stupnju oštećenja mekih tkiva u području ozljede i stupnju oštećenja krvne opskrbe kosti (86). Upravo povezujući uspješno zarastamke ulomaka s većim stupnjem očuvanosti mekih tkiva možemo pretpostaviti razlog većeg uspjeha u liječenju intramedularnim čavlima od liječenja pločicama. Ostali čimbenici rizika povezani s pseudoartrozom jesu zlouporaba duhanskih proizvoda i pretjerano odgađanje fizičkog opterećenja zahvaćenog uda (86).

Krivo zarastanje ulomaka koje može uzrokovati stvarne tegobe rijetko susrećemo u kliničkoj praksi. Kod kominucijskih lomova ili kod kompleksnih multifragmentarnih lomova može doći do rotacije ulomaka i pojave krivog zarastanja po osi. U tom slučaju događa se kompenzacija u kuku i koljenu kad se zglobovi funkcijski prilagođavaju kako bi ispravili anatomsko iskrivljenje. Međutim, ukoliko je krivo zarastanje znatno, dolazi do težeg poremećaja statike hoda i korekcijska operacija je potrebna.

NEUROVASKULARNA OZLJEDA

Ishijadični i femoralni živci jako su dobro zaštićeni pri prijelomima dijafize femura zbog sloja mišića koji okružuju femur. Takva anatomska raspodjela tkiva odgovorna je za rijetku pojavnost

ozljeda živaca kod tih prijeloma. Najviše primarnih ozljeda živaca u tom području događa se kod penetrantnih ozljeda u bedro. Neurapraksija se može dogoditi i kod pojave izraženog skraćenja bedre nakon loma dijafize zbog pretjeranog istezanja živca. Do ozljeda živaca može doći i za vrijeme operacije ako je položaj pacijenta na operacijskom stolu loš ili se koristi neprimjereno podstavljen stol. Kod ozljeda za vrijeme operacije najčešće stradaju pudendalni živac i ishijadični živac (12, 87).

Ozljeda pudendalnog živca se najčešće prezentira kao utrnulost penisa, skrotuma ili vanjskih usmina, a rijetko i kao erektilna disfunkcija (87). Studija na 106 pacijenata je pokazala da se 6 muškaraca i 4 žene razvila paraliza pudendusa, od kojih kod njih 9 od 10 stanje samo razriješilo nakon prosječno 4 tjedna, dok je kod jednog pacijenta utrnulost trajala 6 mjeseci. Ozljeda ishijadičnog živca se prezentira kao slabost mišića stražnjeg odjeljka i parestezijama lateralno na listu i stopalu (12).

Arterijska oštećenja zahtijevaju brzu dijagnostiku i terapiju kako bi se očuvala normalna funkcija donjeg uda (83). Pacijenti koji su pretrpjeli ozljedu periferne arterije pokazuju sigurne ili nesigurne znakove arterijskog oštećenja (10). Sigurni znakovi ozljede arterije uključuju znakove koji se pojavljuju kod okluzije arterije (izostanak pulsa, bljedilo, parestezije, bol, paraliza, poikilotermija) te masivno krvarenje i šireći hematom nad kojim se može osjetiti pulsiranje ili podrhtavanje (88, 89). Nesigurni znakovi su dokumentirana pojava arterijskog krvarenja u trenutku ozljede ili u hitnom prijevozu, blizina penetrantne ozljede ili opsežne tupe traume u blizini arterije, manji hematom bez pulzacija u blizini arterije, neurološki ispad ispod razine ozljede arterije (90). U tih pacijenata nalaz arterijskog pulsa je bitan te se dijagnosticira palpacijom ili Dopplerom.

COMPARTMENT SINDROM I DRUGE KOMPLIKACIJE

Pojava compartment sindroma na bedru uslijed prijeloma femura je iznimno rijetka zbog velikog obujma bedrenih odjeljaka te njihove komunikacije s odjeljcima u području kuka. Ukoliko se pojavi, redovito je povezan sa zatvorenim prijelomom ili višestrukim ozljedama. Liječenje uključuje hitnu fasciotomiju (91, 92).

Plućne komplikacije povezane s prijelomom femura su rijetke i uključuju plućnu emboliju, masnu emboliju i akutni respiratorni distres sindrom i pneumoniju. Masna embolija češće se događa kod bilateralnih prijeloma femura, višestruke ozljede i kod odgađanja konačnog liječenja. Prijelomi koji su fiksirani unutar 24 sata nakon nastupanja ozljede znatno smanjuju incidenciju plućnih komplikacija (42, 93, 94).

Pacijenti osjete posljedice tjelesne ozljede i do jedne godine nakon operacije kao ograničenje svakodnevne aktivnosti i obavljanja funkcije na radnom mjestu. Ukoliko zanimanje pacijenta s prijelomom dijafize femura zahtijeva intenzivan fizički napor, pacijenti redovito trebaju i do dvije godine oporavka.

Smrt je izuzetno rijetka kod pacijenata s izoliranim prijelomom dijafize femura. Opservacijska studija na 2805 pacijenata izmjerila je razinu mortaliteta od 0.04%, ali je utvrđen povećani mortalitet kod pacijenata s prijelomom femura i popratnih ozljeda većeg stupnja ozbiljnosti (95). Velika retrospektivna studija traumatoloških pacijenata izmjerila je povećan rizik nastupa smrti i plućnih komplikacija kod pacijenata s prijelomom dijafize femura (93).

8. REHABILITACIJA

Fizikalna terapija bi se trebala započeto što je ranije moguće, tako da u velike većine pacijenata počinje već nakon oporavka od anestezije (96-98). U početku fizikalna terapija uključuje polagane kretnje u krevetu, vježbe snage uz minimalan pokret kako bi se smanjila atrofija mišića, rukovanje invalidskim kolicima uz ograničeno kretanje.

Postoperativna aktivnost ovisi o kvaliteti postavljanja unutarnje fiksacije i subjektivnom odgovoru pacijenta. Ukoliko je fiksacija čvrsta i odgovor na liječenje dobar, pacijent koji je pretrpio nekomplicirani prijelom može uz pomoć štaka ustati već nakon nekoliko dana uz dodirivanje podloge s palcem zahvaćene strane.

Brzina kojom prijelom dijafize femura cijeli varira, ali se uzima da je prosječno vrijeme potrebno za izliječenje 3 do 6 mjeseci (96). Nakon završetka cijeljenja kosti, počinje proces rehabilitacije mišića. Trening svih mišića donje okrajine se obavlja uz progresivno povećanje opterećenja dok se ne postigne 95% snage kontralateralne okrajine. U mladih pacijenata, rana intenzivna fizikalna terapija može postići potpuni oporavak u manje od 6 mjeseci. U starijih pacijenata za potpuni povratak snage i osnovne funkcije može ipak zatrebati 12-24 mjeseca (97).

9. ZAKLJUČAK

Prijelomi dijafize femura najčešće se događaju kao rezultat visokoenergetskih traumatoloških ozljeda ili kao posljedica pada na ravnom kod starijih pacijenata. Dijagnoza prijeloma dijafize femura se prezentira prisustvom boli, otoka i deformiteta. Anterio-posteriorni i lateralni rendgenski snimak mora biti učinjen kao radiološka potvrda dijagnoze prijeloma dijafize femura. U liječenju preporučuje se imobilizacija okrajine primjenom trajne ekstenzije. Daljnje liječenje

pacijenta u gotovo svim slučajevima uključuje operacijski zahvat osteosinteze zbog visoke stope uspješnog zarastanja ulomaka, niskog rizika od komplikacija, rane stabilizacije pukotine koja dovodi do smanjenja morbiditeta i mortaliteta. Dva osnovna principa osteosinteze su navođenje i interfragmentarna kompresija. Rana primjena kirurškog liječenja povezana je s boljom prognozom, osim kod pacijenata s ozbiljnim popratnim ozljedama kad se operacija odgađa. U takvim slučajevim primjenjuju se minimalno invazivni zahvati, primjerice minimalno invazivna osteosinteza vanjskim fiksatorom. Učestalost komplikacija je niska kod prijeloma dijafize femura. Najučestalije komplikacije uključuju infekciju, abnormalno zarastanje ulomaka, bol, krvarenje, neurovaskularne ozljede, kompartment sindrom, ponovni prijelom i zakazivanje opreme. Respiratorne komplikacije poput akutnog respiratornog distres sindroma, plućne i masne embolije su rijetke. Rehabilitacija se započinje što je moguće nakon oporavka od operacije.

10. LITERATURA

1. Moore KL AA. Clinically Oriented Anatomy, 6th edn. 2009.

2. Reynolds A. The fractured femur. Radiologic technology. 2013;84(3):273-91; quiz p.92-4.

3. Bucholz RW, Jones A. Fractures of the shaft of the femur. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1991;73(10):1561-6.

4. Keel M, Trentz O. Pathophysiology of polytrauma. Injury. 2005;36(6):691-709.

5. Smejkal K, Lochman P, Trlica J, Novotny P, Simek J, Dedek T. [Impaired Healing after Surgery for Femoral Fractures]. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca. 2015;82(5):358-63.

6. McMinn RMH. A Textbook of Human Anatomy. Journal of Anatomy. 1967;101(Pt 3):598-
.

7. Yoshioka Y, Siu D, Cooke TD. The anatomy and functional axes of the femur. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1987;69(6):873-80.

8. Laing PG. The blood supply of the femoral shaft; an anatomical study. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1953;35-b(3):462-6.

9. Bridgeman G, Brookes M. Blood supply to the human femoral diaphysis in youth and senescence. J Anat. 1996;188 (Pt 3):611-21.

10. Kluger Y, Gonze MD, Paul DB, DiChristina DG, Townsend RN, Raves JJ, et al. Blunt vascular injury associated with closed mid-shaft femur fracture: a plea for concern. The Journal of trauma. 1994;36(2):222-5.

11. Lieurance R, Benjamin JB, Rappaport WD. Blood loss and transfusion in patients with isolated femur fractures. Journal of orthopaedic trauma. 1992;6(2):175-9.

12. Takami H, Takahashi S, Ando M. Sciatic nerve injury associated with fracture of the femoral shaft. Archives of orthopaedic and trauma surgery. 1999;119(1-2):103-4.

13. Feldstein AC, Black D, Perrin N, Rosales AG, Friess D, Boardman D, et al. Incidence and demography of femur fractures with and without atypical features. Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research. 2012;27(5):977-86.

14. Hedlund R, Lindgren U. Epidemiology of diaphyseal femoral fracture. Acta orthopaedica Scandinavica. 1986;57(5):423-7.

15. Baron JA, Karagas M, Barrett J, Kniffin W, Malenka D, Mayor M, et al. Basic epidemiology of fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age. Epidemiology (Cambridge, Mass). 1996;7(6):612-8.

16. Arneson TJ, Melton LJ, 3rd, Lewallen DG, O'Fallon WM. Epidemiology of diaphyseal and distal femoral fractures in Rochester, Minnesota, 1965-1984. Clinical orthopaedics and related research. 1988(234):188-94.

17. Mosenthal AC, Livingston DH, Elcavage J, Merritt S, Stucker S. Falls: epidemiology and strategies for prevention. The Journal of trauma. 1995;38(5):753-6.

18. Shane E. Evolving Data about Subtrochanteric Fractures and Bisphosphonates. New England Journal of Medicine. 2010;362(19):1825-7.

19. Odvina CV, Zerwekh JE, Rao DS, Maalouf N, Gottschalk FA, Pak CY. Severely suppressed bone turnover: a potential complication of alendronate therapy. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 2005;90(3):1294-301.

20. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. Osteoporosis International. 2014;25(10):2359-81.

21. Bengner U, Ekbom T, Johnell O, Nilsson BE. Incidence of femoral and tibial shaft fractures. Epidemiology 1950-1983 in Malmo, Sweden. Acta orthopaedica Scandinavica. 1990;61(3):251-4.

22. Agarwal MG, Nayak P. Management of skeletal metastases: An orthopaedic surgeon's guide. Indian Journal of Orthopaedics. 2015;49(1):83-100.

23. Rastogi S. Textbook of Basic and Clinical Orthopaedics. Indian Journal of Orthopaedics. 2012;46(1):117-.

24. Clarke JON. Oxford Textbook of Orthopaedics and Trauma. The Ulster medical journal. 2006;75(3):236-7.

25. Winquist RA, Hansen ST, Jr. Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. The Orthopedic clinics of North America. 1980;11(3):633-48.

26. Stambough JL, Hopson CN, Cheeks ML. Stable and unstable fractures of the femoral shaft. Orthopaedic review. 1991;20(10):855-61.

27. Rodriguez-Merchan EC, Moraleda L, Gomez-Cardero P. Injuries Associated with Femoral Shaft Fractures with Special Emphasis on Occult Injuries. Archives of Bone and Joint Surgery. 2013;1(2):59-63.

28. Advanced trauma life support (ATLS(R)): the ninth edition. The journal of trauma and acute care surgery. 2013;74(5):1363-6.

29. Chaturvedi S, Sahu SC. Ipsilateral concomitant fractures of the femoral neck and shaft. Injury. 1993;24(4):243-6.

30. Alho A. Concurrent ipsilateral fractures of the hip and shaft of the femur. A systematic review of 722 cases. Annales chirurgiae et gynaecologiae. 1997;86(4):326-36.

31. De Campos J, Vangsness CT, Jr., Merritt PO, Sher J. Ipsilateral knee injury with femoral fracture. Examination under anesthesia and arthroscopic evaluation. Clinical orthopaedics and related research. 1994(300):178-82.

32. Starr AJ, Hunt JL, Reinert CM. Treatment of femur fracture with associated vascular injury. The Journal of trauma. 1996;40(1):17-21.

33. Yildirim S, Gideroglu K, Akoz T. Peroneal nerve injury caused by fracture of the distal femoral shaft. Plastic and reconstructive surgery. 2003;111(1):511-3.

34. Mosheiff R, Segal D, Wollstein R, Sagiv S, Liebergall M. Midshaft femoral fracture, concomitant ipsilateral hip joint injury, and disruption of the knee extensor mechanism: a unique triad of dashboard injury. American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ). 1998;27(6):465-73.

35. Dousa P, Bartonicek J, Pavelka T, Lunacek L. [Ipsilateral fractures of the proximal femur and the femoral shaft]. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca. 2010;77(5):378-88.

36. Wolinsky PR, Johnson KD. Ipsilateral femoral neck and shaft fractures. Clinical orthopaedics and related research. 1995(318):81-90.

37. Barlow B, Niemirska M, Gandhi R, Shelton M. Response to injury in children with closed femur fractures. The Journal of trauma. 1987;27(4):429-30.

38. Ciarallo L, Fleisher G. Femoral fractures: are children at risk for significant blood loss? Pediatric emergency care. 1996;12(5):343-6.

39. Lee C, Porter KM. Prehospital management of lower limb fractures. Emergency medicine journal : EMJ. 2005;22(9):660-3.

40. Miclau T, Martin RE. The evolution of modern plate osteosynthesis. Injury. 1997;28 Suppl 1:A3-6.

41. Cary DV. Management of traumatic femoral shaft fractures. JAAPA : official journal of the American Academy of Physician Assistants. 2005;18(2):50-1.

42. Pape H-C, Rixen D, Morley J, Husebye EE, Mueller M, Dumont C, et al. Impact of the Method of Initial Stabilization for Femoral Shaft Fractures in Patients With Multiple Injuries at Risk for Complications (Borderline Patients). Annals of surgery. 2007;246(3):491-501.

43. Watson-Jones R. The classic: "Fractures and Joint Injuries" by Sir Reginald Watson-Jones, taken from "Fractures and Joint Injuries," by R. Watson-Jones, Vol. II, 4th ed., Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1955. Clinical orthopaedics and related research. 1974(105):4-10.

44. Agrawal Y, Karwa J, Shah N, Clayson A. Traction splint: to use or not to use. Journal of perioperative practice. 2009;19(9):295-8.

45. Dittmer DK, Teasell R. Complications of immobilization and bed rest. Part 1: Musculoskeletal and cardiovascular complications. Canadian Family Physician. 1993;39:1428-37.

46. Teasell R, Dittmer DK. Complications of immobilization and bed rest. Part 2: Other complications. Canadian Family Physician. 1993;39:1440-6.

47. Cross WW, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. Indian Journal of Orthopaedics. 2008;42(4):377-86.

48. Neumann MV, Sudkamp NP, Strohm PC. Management of femoral shaft fractures. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca. 2015;82(1):22-32.

49. Brundage SI, McGhan R, Jurkovich GJ, Mack CD, Maier RV. Timing of femur fracture fixation: effect on outcome in patients with thoracic and head injuries. The Journal of trauma. 2002;52(2):299-307.

50. Brumback RJ, Ellison PS, Jr., Poka A, Lakatos R, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of open fractures of the femoral shaft. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1989;71(9):1324-31.

51. Brumback RJ, Ellison TS, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part III: Long-term effects of static interlocking fixation. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1992;74(1):106-12.

52. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part II: Fracture-healing with static interlocking fixation. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1988;70(10):1453-62.

53. Einhorn TA, Gerstenfeld LC. Fracture healing: mechanisms and interventions. Nature reviews Rheumatology. 2015;11(1):45-54.

54. Morgan EF, De Giacomo A, Gerstenfeld LC. Overview of Fracture Healing and Its Assessment. Methods in molecular biology (Clifton, NJ). 2014;1130:13-31.

55. Wood GW. Intramedullary nailing of femoral and tibial shaft fractures. Journal of Orthopaedic Science. 2006;11(6):657-69.

56. Krettek C, Gluer S, Schandelmaier P, Tscherne H. [Intramedullary nailing of open fractures]. Der Orthopade. 1996;25(3):223-33.

57. Chapman MW. The role of intramedullary fixation in open fractures. Clinical orthopaedics and related research. 1986(212):26-34.

58. Wenda K, Runkel M. [Systemic complications in intramedullary nailing]. Der Orthopade. 1996;25(3):292-9.

59. Grosse A, Beck G, Taglang G. [Surgical technic of interlocking nailing]. Hefte zur Unfallheilkunde. 1983;161:32-5.

60. el Moumni M, Leenhouts PA, ten Duis HJ, Wendt KW. The incidence of non-union following unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Injury. 2009;40(2):205-8.

61. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. Injury. 2003;34 Suppl 2:B31-42.

62. Niemeyer P, Sudkamp NP. Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca. 2006;73(4):221-8.

63. Uhthoff HK, Poitras P, Backman DS. Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association. 2006;11(2):118-26.

64. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures: a prospective randomized study. 1989. Clinical orthopaedics and related research. 2004(422):11-6.

65. Harvin JA, Harvin WH, Camp E, Caga-Anan Z, Burgess AR, Wade CE, et al. Early femur fracture fixation is associated with a reduction in pulmonary complications and hospital charges: a decade of experience with 1,376 diaphyseal femur fractures. The journal of trauma and acute care surgery. 2012;73(6):1442-8; discussion 8-9.

66. Muller EJ, Siebenrock K, Ekkernkamp A, Ganz R, Muhr G. Ipsilateral fractures of the pelvis and the femur--floating hip? A retrospective analysis of 42 cases. Archives of orthopaedic and trauma surgery. 1999;119(3-4):179-82.

67. Pape HC, Rixen D, Morley J, Husebye EE, Mueller M, Dumont C, et al. Impact of the method of initial stabilization for femoral shaft fractures in patients with multiple injuries at risk for complications (borderline patients). Annals of surgery. 2007;246(3):491-9; discussion 9-501.

68. Morshed S, Miclau T, 3rd, Bembom O, Cohen M, Knudson MM, Colford JM, Jr. Delayed internal fixation of femoral shaft fracture reduces mortality among patients with multisystem trauma. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2009;91(1):3-13.

69. Jansen JO, Thomas R, Loudon MA, Brooks A. Damage control resuscitation for patients with major trauma. BMJ (Clinical research ed). 2009;338:b1778.

70. Jaunoo SS, Harji DP. Damage control surgery. International journal of surgery (London, England). 2009;7(2):110-3.

71. Taeger G, Ruchholtz S, Waydhas C, Lewan U, Schmidt B, Nast-Kolb D. Damage control orthopedics in patients with multiple injuries is effective, time saving, and safe. The Journal of trauma. 2005;59(2):409-16; discussion 17.

72. Aro HT, Kelly PJ, Lewallen DG, Chao EY. The effects of physiologic dynamic compression on bone healing under external fixation. Clinical orthopaedics and related research. 1990(256):260-73.

73. Bonnevialle P, Mansat P, Cariven P, Bonnevialle N, Ayel J, Mansat M. [Single-plane external fixation of fresh fractures of the femur: critical analysis of 53 cases]. Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur. 2005;91(5):446-56.

74. Babar IU. External fixation in close comminuted femoral shaft fractures in adults. Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan : JCPSP. 2004;14(9):553-5.

75. Alonso J, Geissler W, Hughes JL. External fixation of femoral fractures. Indications and limitations. Clinical orthopaedics and related research. 1989(241):83-8.

76. Giannoudis PV, Smith RM, Bellamy MC, Morrison JF, Dickson RA, Guillou PJ. Stimulation of the inflammatory system by reamed and unreamed nailing of femoral fractures. An analysis of the second hit. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1999;81(2):356-61.

77. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. The Journal of trauma. 2000;48(4):613-21; discussion 21-3.

78. Angelini AJ, Livani B, Flierl MA, Morgan SJ, Belangero WD. Less invasive percutaneous wave plating of simple femur shaft fractures: A prospective series. Injury. 2010;41(6):624-8.

79. Gillespie WJ, Walenkamp GH. Antibiotic prophylaxis for surgery for proximal femoral and other closed long bone fractures. The Cochrane database of systematic reviews. 2010(3):Cd000244.

80. Clark JD. Femur fractures: complications & treatments of traumatic femoral shaft fractures. JEMS : a journal of emergency medical services. 2003;28(4):68-81; quiz 2-3.

81. Grosse A, Christie J, Taglang G, Court-Brown C, McQueen M. Open adult femoral shaft fracture treated by early intramedullary nailing. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1993;75(4):562-5.

82. Green A, Trafton PG. Early complications in the management of open femur fractures: a retrospective study. Journal of orthopaedic trauma. 1991;5(1):51-6.

83. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernández-Mondéjar E, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. Critical Care. 2016;20:100.

84. Bakowitz M, Bruns B, McCunn M. Acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome in the injured patient. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. 2012;20:54-.

85. Akoh CC, Schick C, Otero J, Karam M. Fat Embolism Syndrome After Femur Fracture Fixation: a Case Report. The Iowa orthopaedic journal. 2014;34:55-62.

86. Taitsman LA, Lynch JR, Agel J, Barei DP, Nork SE. Risk factors for femoral nonunion after femoral shaft fracture. The Journal of trauma. 2009;67(6):1389-92.

87. Kao JT, Burton D, Comstock C, McClellan RT, Carragee E. Pudendal nerve palsy after femoral intramedullary nailing. Journal of orthopaedic trauma. 1993;7(1):58-63.

88. Greaby R, Zderic V, Vaezy S. Pulsatile Flow Phantom for Ultrasound Image-Guided HIFU Treatment of Vascular Injuries. Ultrasound in medicine & biology. 2007;33(8):1269-76.

89. Van Waes OJF, Van Lieshout EMM, Hogendoorn W, Halm JA, Vermeulen J. Treatment of penetrating trauma of the extremities: ten years' experience at a dutch level 1 trauma center. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. 2013;21:2-.

90. Shayne PH, Sloan EP, Rydman R, Barrett JA. A case-control study of risk factors that predict femoral arterial injury in penetrating thigh trauma. Annals of emergency medicine. 1994;24(4):678-84.

91. Holbein O, Strecker W, Rath SA, Kinzl L. [Compartment syndrome of the thigh with sciatic nerve paralysis]. Der Unfallchirurg. 2000;103(4):275-80.

92. Schwartz JT, Jr., Brumback RJ, Lakatos R, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Acute compartment syndrome of the thigh. A spectrum of injury. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1989;71(3):392-400.

93. Lefaivre KA, Starr AJ, Stahel PF, Elliott AC, Smith WR. Prediction of pulmonary morbidity and mortality in patients with femur fracture. The Journal of trauma. 2010;69(6):1527-35; discussion 35-6.

94. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Riemer BL, Brumback RJ, McCarthy ML, Burgess AR, et al. Adult respiratory distress syndrome, pneumonia, and mortality following thoracic injury and a femoral fracture treated either with intramedullary nailing with reaming or with a plate. A comparative study. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1997;79(6):799-809.

95. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. The Journal of trauma. 1974;14(3):187-96.

96. Paterno MV, Archdeacon MT, Ford KR, Galvin D, Hewett TE. Early rehabilitation following surgical fixation of a femoral shaft fracture. Physical therapy. 2006;86(4):558-72.

97. Roder F, Schwab M, Aleker T, Morike K, Thon KP, Klotz U. Proximal femur fracture in older patients--rehabilitation and clinical outcome. Age and ageing. 2003;32(1):74-80.

98. Paterno MV, Archdeacon MT. Is there a standard rehabilitation protocol after femoral intramedullary nailing? Journal of orthopaedic trauma. 2009;23(5 Suppl):S39-46.

11. ZAHVALE

Zahvaljujem svojem mentoru, doc. dr. sc. Ivanu Dobriću, koji je svojom susretljivošću i razumijevanjem pomogao pisanje ovog rada.

Zahvaljujem i članovima komisije, prof. dr. sc. Davoru Mijatoviću i dr. sc. Tomislavu Meštroviću na uloženom vremenu za čitanje i ocjenjivanje ovog rada.

Posebno zahvaljujem i prijateljima i kolegama.

Najviše zahvaljujem svojim roditeljima, koji su mi bili najveća podrška tijekom cijelog studija.

12. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 16. rujna 1991. u Zadru. Pohađao sam OŠ Stanovi u Zadru i Opću gimnaziju Jurja Barakovića u Zadru. Trenutno sam redoviti student 6. godine Medicinskog fakulteta u Zagrebu. Aktivno sam sudjelovao u veslačkoj sekciji medicinskog fakulteta. Služim se engleskim i talijanskim jezikom.