

PERIPROTETICKÁ ZLOMENINA DISTÁLNÍHO FEMURU

MUDr. Tomáš Tomáš, Ph.D.

**I. ortopedická klinika
Lékařské fakulty Masarykovy univerzity
Fakultní nemocnice U sv. Anny v Brně**

Habilitační práce

Brno 2019

Poděkování:

Děkuji tímto celému týmu I. ortopedické kliniky LF MU a FN u sv. Anny v Brně za pomoc a vstřícnost, která mi umožnila splnit podmínky habilitačního řízení a vypracování této habilitační práce.

Děkuji panu docentovi MUDr. Pavlovi Janíčkoví, CSc. za jeho dlouholeté vedení a umožnění kvalifikačního růstu.

Nakonec děkuji své rodině, která mi svým přístupem a shovívavostí umožnila vypracování všech materiálů potřebných k habilitačnímu řízení.

OBSAH:

Abstrakt	1
Seznam zkratek	6

TEORETICKÁ ČÁST

1. Úvod	8
2. Rizikové faktory	11
2.1. Rizikové faktory ze strany pacienta	11
2.2. Rizikové faktory ve vztahu k endoprotéze	12
2.3. Pád jako rizikový faktor vzniku periprotetické zlomeniny	14
3. Předoperační vyšetření a plánování	18
4. Klasifikace periprotetických zlomenin distálního femuru	19
5. Léčba periprotetických zlomenin distálního femuru	35
5.1. Patofyziologie periprotetické zlomeniny distálního femuru	36
5.2. Historie léčby periprotetické zlomeniny distálního femuru	38
5.3. Léčba peroperačních a časně pooperačních zlomenin	39
5.4. Konzervativní léčba periprotetické zlomeniny	42
5.5. Operační léčba periprotetické zlomeniny distálního femuru	46
5.5.1. Operační technika	47
5.5.2. Kondylární dlahy	48
5.5.2.1. Operační postup kondylární dlahy	52
5.5.2.2. Technika nepřímé repozice s osteosyntézou kondylární dlahou	54
5.5.3. Dlahová osteosyntéza zamykatelnými implantáty	55
5.5.3.1. LISS systém v léčbě periprotetické zlomeniny distálního femuru	60
5.5.3.2. Osteosyntéza s použitím LCP a polyaxiálních zamykatelných dlah	62
5.5.3.3. Techniky použití zamykatelných implantátů	65
5.5.3.3.1. Technika zamykatelné dlahy	65
5.5.3.3.2. Dlahová osteosyntéza s nepřímou repozicí	67
5.5.3.3.3. Miniinvazivní osteosyntéza s použitím LISS systému	68

5.5.3.3.4. Technika dvojité dlahy	69
5.5.3.3.5. Minimálně invazivní technika s použitím NCB dlahy	69
5.5.3.3.6. Méně invazivní technika s použitím NCB dlahy	70
5.5.4. Nitrodřeňové hřebování	72
5.5.4.1. Technika použití nitrodřeňového hřebu	76
5.5.5. Srovnání nitrodřeňového hřebu a dlahové osteosyntézy	77
5.5.6. Zevní fixátor	80
5.5.7. Řešení defektní kostní tkáně v oblasti distálního femuru	81
5.5.8. Revizní náhrada kolenního kloubu	90
5.5.8.1. Operační postup revizní náhrady kolenního kloubu	95
5.5.9. Interprotetická zlomenina	97
5.6. Komplikace periprotetických zlomenin distálního femuru	100

KLINICKÁ ČÁST

6. Soubor pacientů	106
7. Výsledky	115
8. Závěr	125
9. Literatura	135

Abstract

Introduction

Periprosthetic fracture of the distal femur is an infrequent but devastating complication after total knee arthroplasty. The incidence of periprosthetic fractures about a TKA is currently increasing. Overall incidence ranges from 0.3% to 2.5% after primary knee arthroplasty, increasing to 1.6–38% after revision surgery.

Risk factors

The risk factors associated with periprosthetic fracture could be divided into two main groups: factors associated with patient and factor associated with implant. The first one includes osteopenia, female gender, age, corticosteroid use, neurological diseases, and some other associated diseases. Risk factors from endoprosthesis are revision arthroplasty, arthrofibrosis, endoprosthesis malalignment, intramedullar stem, and fixed hinge implant.

Classification

Many classification systems exist for distal femoral periprosthetic fractures. The most widely used classification is that of Lewis and Rorabeck and Su at all. However, the weak point of this classification is not very clear or incorrect indication for the treatment method. In the base of our observation we established our classification in the year 2010. But in those days, we could see some weak points of this classification and we conclude the need of its revision.

Treatment

The main goals of management of a supracondylar periprosthetic fracture are to achieve a painless knee with good range of motion, acceptable fracture alignment. A wide variety of treatments have been described in the literature, from closed nonoperative treatment, external fixators, to open/closed reduction internal fixation with different implants such as compression plates, blade plates, locking plates, intramedullary devices and revision total knee arthroplasty.

Various solutions have been proposed for supporting of pore bone stock in distal femoral periprosthetic fractures.

Complications

The complication rates of distal femoral periprosthetic fracture treatment vary in the literature between 25 % - 75 %. The main complications are nonunions, fixation failure and deep infections. It looks that the less complication rate occurs in intramedullary nailing, than in

locking plate osteosynthesis, conventional osteosynthesis. The highest complication rate is in the group of conservative treatment.

Methods

We retrospectively survey our cohort of periprosthetic fractures treated in our department from 1989 to 2018. In this period, we treated 111 distal femoral periprosthetic fractures at 109 patients. We have focused on age and gender distribution, methods of treatment and their results, complication including mortality rate, influence of implant type, influence of our criteria to result improving, accuracy of fracture correction and success rate of bone augmentation.

Results

Conservative treatment we used in 7 patients with complication rate 44 % and mortality rate 56 %. In the group of condylar plate osteosynthesis was 58 patients and complication rate were 12 %, in LCP osteosynthesis 6 patients with 33 % of complication and in NCB group 12 patients and in NCB group 12 patient with 8 % complication rate. With intramedullary nail we treated 6 patients (complication rate 17 %) and 13 patients were treated using revision arthroplasty with 18 % of complications. One-year mortality rate in our cohort were 16, 2 % We found out significant difference in the incidence of periprosthetic fracture depending on type of implant (all poly versus metal back) ($p= 0,0000001$).

Conclusion

With our previous classification we significantly improve the result of treatment especially in the type of II B fracture of our classification with treatment by plate osteosynthesis placed from medial side. According to our opinion the usage of condylar plate has still place in the treatment of distal femoral periprosthetic fractures, however for more complex fractures we prefer new sophisticated implant as NCB plate. On the base of our observation we improved our classification from year 2010 to new one. In our new classification type I includes nondisplaced fracture and in this group, we prefer conservative functional treatment with X ray follow up. Into type II we count fractures with intact medial condyle. This type we divide into group II A with minimal or none lateral comminution and II B with serious lateral comminution. Type II A is indicated for osteosynthesis with condylar plate, type II B for NCB plate. Type III are fractures with intact lateral condyle. For those fracture we recommend plate osteosynthesis from medial site and use of NCB plate. Type IV are fractures above femoral component. Recommend treatment is minimally invasive plate osteosynthesis,

intramedullary nailing is possible. Type V are fractures around the stemmed endoprosthesis and are indicated for synthesis with special periprosthetic plate. And finally type V are fractures with complex comminution in periprosthetic area or fractures with implant loosening. Those fractures are indicated to revision arthroplasty.

We believe that with our innovated classification we can improve our results of periprosthetic fracture treatment and even reduce mortality rate.

Key words

Periprosthetic fracture, classification, plate osteosynthesis, intramedullary nail, bone augmentation, revision total knee arthroplasty.

Abstrakt

Úvod

Periprotetická zlomenina distálního femuru je málo častá, zato devastující komplikace totální náhrady kolenního kloubu. Incidence periprotetických zlomenin při totální náhradě kolenního kloubu stoupá. Udávaná incidence se pohybuje mezi 0,3 % - 2,5 % u primárních náhrad kolenního kloubu a mezi 1,6 % - 38 % u revizních náhrad kolenního kloubu.

Rizikové faktory

Rizikové faktory spojené se vznikem periprotetické zlomeniny dělíme do dvou hlavních skupin: faktory spojené pacientem a faktory spojené s implantátem. Mezi první patří osteopenie, ženské pohlaví, medikace kortikosteroidů, neurologická onemocnění a některá další přidružená onemocnění. Rizikovými faktory ze strany endoprotézy jsou revizní náhrada, artrofibróza, nekorektní uložení implantátu, nitrodřeňový dřík a fixní závěsný implantát.

Klasifikace

Existuje celá řada systémů klasifikujících periprotetické zlomeniny. K nejpoužívanějším patří klasifikace podle Lewise a Rorabecka a klasifikace podle Su a kol. Nedostatkem těchto klasifikací je nejasná nebo nepřesná indikace terapeutického postupu. Na základě našich pozorování jsme stanovili v roce 2010 naši vlastní klasifikaci. V současné době však i u naší klasifikace spatřujeme některá slabá místa, která nás vedou k její revizi.

Léčba

Hlavním cílem terapie periprotetické zlomeniny je dosažení nebolestivé náhrady kolenního kloubu s dobrým rozsahem pohybu a přijatelným usazením endoprotézy. Literárně je

popisována celá řada terapeutických postupů od konzervativní terapie přes zevní fixátory až k použití otevřené nebo zavřené repozice s osteosyntézou kompresní dlahou, kondylární dlahou, zamykatelnou dlahou nitrodřeňovým hřebem nebo revizní náhradou kolenního kloubu.

Komplikace

Míra komplikací léčby periprotetické zlomeniny distálního femuru se literárně pohybuje mezi 25 % - 75 %. Hlavními komplikacemi je nezhojení zlomeniny, selhání implantátu a hluboká infekce. Jeví se, že nejméně komplikací se vyskytuje při léčbě nitrodřeňovým hřebem ve srovnání s léčbou zamykatelnou nebo konvenční dlahou. Nejvíce komplikací se vyskytuje při konzervativní léčbě.

Metoda

Retrospektivně jsme zhodnotili soubor pacientů ošetřených na naší klinice pro periprotetickou zlomeninu mezi lety 1989 – 2018. V tomto období jsme ošetřili 111 periprotetických zlomenin distálního femuru u 109 pacientů. Sledovali jsme vliv pohlaví a věku, typ terapie, a jejich výsledky, komplikace včetně mortality, vliv typu implantátu, vliv našich kritérií na zlepšení výsledků léčby a úspěšnost augmentace kostní tkáně.

Výsledky

Konzervativní terapii jsme použili u 7 pacientů s 44% komplikací a 56% mortalitou. Ve skupině ošetřené kondylární dlahou bylo 58 pacientů s 12 % komplikací, LCP dlahou 6 pacientů 33 % komplikací a ve skupině NCB dlaha 12 pacientů s 8 % komplikací.

Nitrodřeňovým hřebem jsme ošetřili 6 pacientů s 17 % komplikací a 13 pacientů bylo indikováno k revizní náhradě kolenního kloubu s 18 % komplikací. Jednoroční mortalita v našem souboru byla 16,2 %. Nalezli jsme signifikantní rozdíl ve výskytu periprotetické zlomeniny v souvislosti s typem použitého implantátu (all poly versus metal back) ($p=0,0000001$).

Závěr

Při použití naší předchozí klasifikace se nám podařilo zvýšit úspěšnost léčby zejména ve skupině zlomenin typu II B, u kterých indikujeme osteosyntézu dlahou z mediální strany. Podle našeho mínění má kondylární dlaha stále své místo v léčbě periprotetické zlomeniny distálního femuru, i když u více kominutivních zlomenin dnes preferujeme nové sofistikované implantáty typu NCB dlaha. Na základě našeho sledování jsme inovovali naši klasifikaci z roku 2010. V naší nové klasifikaci typ I zahrnuje nedislokované zlomeniny a u této skupiny preferujeme funkční konzervativní terapii s RTG sledováním. Do skupiny II řadíme zlomeniny s intaktním mediálním kondylem. Tuto skupinu dělíme na dva subtypy II A

s minimální nebo žádnou laterální kominucí a II B s významnou laterální kominucí. Typ II A je indikován k osteosyntéze kondylární dlahou, typ II B k osteosyntéze NCB dlahou. Typ III zahrnuje zlomeniny s intaktním laterálním kondylem. Pro tyto zlomeniny doporučujeme osteosyntézu NCB dlahou z mediální strany. Jako typ V označujeme zlomeniny nad femorální komponentou náhrady kolenního kloubu. Doporučeným typem léčby je miniinvazivní dlahová osteosyntéza, osteosyntéza nitrodřeňovým hřebem je možná. Typ V zahrnuje zlomeniny při dřívku revizní náhrady kolenního kloubu a jsou indikovány k osteosyntéze speciálními periprotetickými dlahami. Konečně jako typ VI označujeme zlomeniny s komplexní kominucí v úrovni femorální komponenty nebo zlomeniny při uvolněné endoprotéze. Jsou indikovány k revizní náhradě kolenního kloubu.

Věříme, že naše inovovaná klasifikace může zlepšit výsledky léčby námi ošetřených periprotetických zlomenin a snížit mortalitu.

Klíčová slova

Periprotetická zlomenina, klasifikace, dlahová osteosyntéza, nitrodřeňový hřeb, augmentace kostní tkáně, revizní náhrada kolenního kloubu.

Seznam zkratek

ADL	Activity of daily living
AFN	Antegrade femoral nail
ASA	American Society of Anesthesiologists
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AO1 dlaha	Přímá dlaha z instrumentária AO1 (Beznoska s.r.o.)
AO2 dlaha	Kondylární dlaha z instrumentária AO2 (Beznoska s.r.o.)
CA	Celková anestezie
CRP	C-reaktivní protein
CT	Computerová tomografie
DCS	Dynamic condylar screw
GDS	Geriatric depression scale
FCL	Far cortical locking
KSS	Knee society scoring system
LP	Locking plate
LCP	Locking compression plate
LISS	Less invasive stabilisation system
MIPPO	Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis
NCB	Non-contact bridging plate
NBC DF	Non-contact bridging plate Distal femur
PS	Posterior stabilised
QOL	Quality of life
RFN	Retrograde femoral nail
RTKA	Revision total knee arthroplasty
TEP	Totální endoprotéza

TEORETICKÁ ČÁST

1. Úvod

Totální endoprotéza kyčelního a kolenního kloubu se stala v průběhu dvacátého století jednou z nejfrekventějších a nejúspěšnějších operací. Operace zajistí signifikantní dlouhodobé zlepšení jak ve smyslu mobility, tak ve smyslu kvality života pacienta. První implantace náhrady kolenního kloubu byla podle dosažitelné literatury provedena Theophilusem Gluckem v roce 1891. První zmínky o periprotetické zlomenině se v anglicky psané odborné literatuře objevují počátkem 80. let minulého století (78,185).

Počty implantovaných totálních náhrad kolenního kloubu rok od roku stoupají. Poslední data ze Spojených Států Amerických prokazují 5% roční nárůst primoimplantací endoprotéz kolenního kloubu, zatímco počty revizních náhrad zůstávají na přibližně stejných počtech. Nejvýznamněji stoupají počty implantací u věkové skupiny pacientů pod 65 let. V ostatních věkových skupinách je nárůst signifikantně nižší (29).

Každým rokem je tedy implantováno stále více totálních náhrad kolenního kloubu. S tímto počtem logicky stoupá i počet periprotetických zlomenin při totální náhradě kolenního kloubu. Tento fakt je ovlivněn jednak celkovým narůstajícím počtem implantovaných náhrad kolenního kloubu a dále skutečností, že pacienti se dožívají vyššího věku a jsou s endoprotézou kolenního kloubu aktivní po delší časový interval.

Komplikace spojené s totálními náhradami kolenního kloubu se stávají specifickým, často nesnadno řešitelným problémem. Počet komplikací stoupá se zvyšujícím se počtem implantovaných náhrad. Na jedné straně ruku v ruce se zdokonalováním designu implantátů a zvyšujícími se nároky pacientů na pohybové aktivity a plnohodnotný život dochází k poklesu spodní věkové hranice pro implantaci náhrady a pacienti se tedy častěji dožijí komplikace. Na druhé straně s prodlužujícím se průměrným dožitím vzrůstají nároky na udržení adekvátní funkce pohybového aparátu i u pacientů ve vyšších věkových skupinách, kde již dochází k výraznému snížení kvality periprotetické kostní tkáně, a tedy k vyššímu riziku komplikací jako jsou periprotetické zlomeniny.

Suprakondylická zlomenina distálního femuru nad totální endoprotézou kolenního kloubu je potenciálně katastrofickou komplikací totální náhrady kolenního kloubu. Incidence periprotetických zlomenin se pohybuje podle různých autorů mezi 0,3 % - 2,5 % (1, 25, 31, 47, 173). Největší série z národních registrů ukazují výskyt mezi 1,1 % - 1,3 % (12, 131, 187). Skutečná incidence zřejmě bude o něco vyšší.

Data o incidenci a prevalenci periprotetických zlomenin v oblasti endoprotézy kolenního kloubu však nejsou zcela jednoznačná. Data z Mayo Clinic (Rochester, MN) zahrnující 19810 náhrad kolenního kloubu s různou mírou pooperačního sledování, udávají výskyt periprotetických zlomenin femuru v rozmezí 1-3 %. Přičemž 4 z 5 zlomenin se objevují u žen (12). Incidence femorální periprotetické zlomenina stoupá u revizních operací na 4 % podle některých autorů až na 38 % (47).

Ze studií publikovaných v posledních dvaceti letech je zjevné, že incidence periprotetických zlomenin stoupá a odhadem v současné době dosahuje 5,5 % u primárních náhrad kolenního kloubu a kolem 30 % u revizních náhrad kolenního kloubu (30).

Data ze Skotské národní databáze ukazují významný nárůst periprotetických zlomenin v oblasti endoprotézy kolenního kloubu. Mezi lety 2001 a 2007 došlo ke zdvojnásobení počtu periprotetických zlomenin (131). Společně s nárůstem počtu implantací totálních náhrad kolenního kloubu tak roste počet těchto komplexních poranění (29).

Ačkoli je periprotetická zlomenina distálního femuru poměrně vzácnou komplikací, je tedy předpoklad, že se s touto komplikací budou specializovaní ortopedi setkávat stále častěji (77). Se stoupajícím počtem totálních náhrad kolenního kloubu je předpoklad, že bude docházet také k rapidnímu zvyšování počtu periprotetických zlomenin. Podle dat z USA dosáhne v roce 2030 počet implantací TEP kolenního kloubu čísla 3,48 milionů. Tento počet znamená 673% nárůst ve srovnání s rokem 2005 (100)

Očekáváme tedy, že výskyt periprotetických zlomenin při endoprotéze kolenního kloubu bude dále stoupat vzhledem k tomu, že je implantováno stále víc endoprotéz kolenního kloubu, stoupá přežívání pacientů s endoprotézou a zvyšují se pohybové nároky pacientů na implantovanou endoprotézu (41, 77, 212, 213).

Periprotetické zlomeniny při endoprotéze kolenního kloubu mohou zahrnovat zlomeninu femuru, tibie i pately. Největší výskyt je však jednoznačně v oblasti distálního femuru (15, 98). Jako suprakondylická periprotetická zlomenina je definována zlomenina, která se vyskytne 15 cm od kloubní linie nebo 5 cm od proximálního konce implantátu (49, 142, 188). S ohledem na morfologii zlomeniny, faktory ovlivňující zlomeninu ze strany pacienta, dobu výskytu zlomeniny a celou škálu dostupných terapeutických možností může být řešení této poměrně vzácné komplikace značným problémem (15, 38, 77, 95, 98, 21).

Periprotetická zlomenina se může stát velmi obtížným problémem při svém řešení, vzhledem k tomu, že se často vyskytuje v terénu osteoporózy a nekvalitní kostní tkáň. Ke zlomenině může dojít peroperačně nebo v pooperačním období. Zlomeniny vzniklé v časném pooperačním období bývají způsobeny technickou chybou v průběhu operace se zvýšeným

působením stresových sil na oblast distálního femuru nebo nerozpoznanou perforací kortikální kosti. Pozdní periprotetické zlomeniny se vyskytují nejčastěji v intervalu 3-7 let po implantaci náhrady kolenního kloubu a jsou obvykle způsobeny nízkoenergetickým traumatem (125). Významně častěji se vyskytují pooperační periprotetické zlomeniny. Se stárnoucí populací se zvyšuje závažnost těchto zlomenin (38). Cílem léčby je korektní repozice a retence zlomeniny umožňující bezprostřední vertikalizaci pacienta, která minimalizuje výskyt komplikujících onemocnění u starších pacientů s periprotetickou zlomeninou. Pokud zlomenina není adekvátně korigována, vzniklá deformita je u staršího pacient jen obtížně korigovatelná a vede ke špatnému funkčnímu výsledku (35).

Mortalita po periprotetické zlomenině při TEP kolenního kloubu je nezanedbatelná. Je dokumentováno, že 30denní mortalita po periprotetické zlomenině kyčelního kloubu dosahuje 10 % (66). Mortalita dále roste do jednoho roku od úrazu a je spojena hlavně s vyšším věkem, demencí, vysokým ASA skóre (19/217). Shields a kol. (184) zjistili mortalitu po periprotetické zlomenině při TEP kolenního kloubu 14 % do tří měsíců od zlomeniny a 18,6 % do jednoho roku od zlomeniny, což přibližně odpovídá mortalitě po periprotetické zlomenině po TEP kyčle, která dosahuje hladiny 14,2 % do tří měsíců a 17,1 % do jednoho roku. Ke čtyřem pětinaťm úmrtí dochází v průběhu prvních tří pooperačních měsíců. Stubel a kol. (196) ve svém souboru prokázal mortalitu po periprotetické zlomenině distálního femuru v podobné míře jako u zlomeniny proximálního femuru. Periprotetická zlomenina distálního femuru je tedy považována za závažný faktor snižující délku dožití pacienta (36).

Zlomenina se často vyskytuje až v úrovni femorální komponenty totální endoprotézy kolenního kloubu, což znesnadňuje dosažení fixace osteosyntetického materiálu v distálním fragmentu a vede k častému výskytu komplikací ve smyslu prodlouženého hojení a pakloubu (198).

Charakteristickým, pro periprotetickou zlomeninu distálního femuru, je přenos sil během úrazu z oblasti femorální komponenty na okolní kost, což činí tyto zlomeniny zcela odlišné od zlomenin distálního femuru bez endoprotézy. Konsekvntně algoritmy použitelné k léčbě standardních zlomenin distálního femuru nelze aplikovat na zlomeniny periprotetické (207). Není stanoven obecný konsenzus terapeutických postupů pro léčbu periprotetických zlomenin (77).

Nečastějším mechanismem způsobujícím periprotetickou zlomeninu je nízkoenergetické trauma ve smyslu pádu. Další možnou příčinou jsou motonehody, manipulace ztuhlého kolenního kloubu a záchvaty (198). Zlomenina je výsledkem kombinace axiálních a rotačních sil působících na totální náhradu kolenního kloubu (41).

2. Rizikové faktory

Rizikové faktory vzniku periprotetické zlomeniny lze v zásadě dělit do dvou velkých skupin. V první skupině jsou rizikové faktory ze strany samotného pacienta ve druhé faktory týkající se endoprotézy.

2.1. Rizikové faktory ze strany pacienta

Nejdůležitějším rizikovým faktorem ve vzniku periprotetické zlomeniny je osteopenie (41, 78, 98), zahrnující i stařeckou osteoporózu při vyšším věku pacientů, revmatoidní artritida a chronické užívání steroidů, časté pády starších pacientů, kouření, předchozí zlomenina v anamnéze (41, 78, 98, 156). V literatuře se setkáváme s výčtem dalších rizikových faktorů, jako jsou neurologická onemocnění jako poliomyelitida a Parkinsonova choroba (171, 185, 188). Zánětlivé artropatie jako revmatoidní artritida jsou spojeny s kortikoidní terapií, která způsobuje osteopenii. Z tohoto důvodu se stávají také rizikovým faktorem pro vznik periprotetické zlomeniny (47,12).

Dalším významným rizikovým faktorem je pohlaví pacienta. Je popisováno, že až 80 % zlomenin se vyskytuje u žen (12). Věk byl dlouho považován za rizikový faktor pro vznik periprotetické zlomeniny a epidemiologická studie vycházející ze Skotského registru kloubních náhrad, která zaujímala 47733 primárních náhrad kolenního kloubu, prokázala, že u pacientů starších 70 let je riziko vzniku periprotetické zlomeniny 1,6 x vyšší než u jakékoliv mladší skupiny ve sledovaném souboru (131). Na druhé straně recentnější studie z USA přináší odlišné závěry. Autoři zkoumající soubor 17633 náhrad kolenního kloubu zjistili závislost mezi věkem a periprotetickou zlomeninou distálního femuru ve tvaru U. Ve skupině pacientů pod 60 let (3352 náhrad kolenního kloubu) bylo riziko vzniku periprotetické zlomeniny o 50 % vyšší než ve skupině mezi 61 a 79 lety. U pacientů nad 80 let bylo pak riziko o něco nižší ve srovnání se skupinou pod 60 let. Singh a kol. (187) ve své práci dospívá k závěru, že pacienti pod 50 let jsou také zatíženi zvýšeným rizikem periprotetické zlomeniny. Autoři se domnívají, že je to způsobeno sportovními aktivitami mladých pacientů, více aktivním životním stylem a také preexistujícími steroidy indikovanou osteoporózou. Singh a Lewallen v retrospektivní studii zahrnující 17633 náhrad kolenního kloubu identifikovali jako rizikový faktor také vředovou chorobu žaludku a plicní onemocnění. Vředová choroba pak zvyšuje riziko zlomeniny o 87 %, pulmonální onemocnění o 62 %. Spojitost může být dána

jak onemocnění samotným, tak jeho léčbou. Pokud jsou pacienti zatíženi neovlivnitelným zvýšeným rizikem periprotetické zlomeniny, měli by být podle autorů pacienti před operací náhrady kolenního kloubu o tomto faktu dopodrobna informováni.

2.2. Rizikové faktory ve vztahu k endoprotéze

Za rizikové faktory ve vztahu k totální náhradě kolenního kloubu jsou považovány lokální osteolýza s eventuální infekcí (159, 173, 187) revizní náhrada kolenního kloubu (134, 169, 187), endostální ischemie distální metafýzy na podkladě termické nekrózy způsobené kostním cementem nebo nadměrnou preparací v oblasti spongiozní kosti (17, 23) artrofibróza kolenního kloubu (33, 171). Další rizikové faktory zahrnují lokální příčiny koncentrující stresové síly v okolí implantátu, jako otvory po šroubech, lokální osteolýza v způsobená polyetylenovým otěrem, předchozí revizní náhrada kolenního kloubu a přítomnost závažné endoprotézy (23, 24, 25, 41, 49, 78, 85, 98), případně stresové zóny rezultující z předchozích operací kolenního kloubu (136).

Historicky nejčastěji diskutovaným rizikovým faktorem periprotetické zlomeniny distálního femuru je přední notching vzniklý při implantaci femorální komponenty podříznutím přední kortiky femuru. V minulosti byl tento rizikový faktor spojován se zhoršením flexe v kolenním kloubu při dorzálním postavení femorální komponenty s následným zvýšením torzních sil působících na oblast distálního femuru (17, 76). Byly publikovány dvě velké studie z jednoho centra týkající se femorálního notchingu (168). V první retrospektivní studii byl publikován soubor 670 náhrad kolenního kloubu, u kterých byl notching větší než 3 mm u 138 náhrad. V souboru byly zaznamenány dvě periprotetické zlomeniny, obě v místě proximálního kontaktu konce femorálního štítu a femuru. Jen jedna z těchto zlomen však byla ve skupině s notchingem. Druhý publikovaný soubor (169) uvádí 1089 retrospektivně vyšetřených náhrad kolenního kloubu, u kterých byl zjištěn notching téměř u 30 % z nich. V souboru byly zaznamenány dvě periprotetické zlomeny, ale žádná z nich ve skupině s notchingem. Obě studie vedou k odmítnutí vztahu mezi femorálním notchingem a periprotetickou zlomeninou v klinické praxi. Poukazují na to, že tento rizikový faktor byl založen na matematických a biomechanických studiích. Lash ve své biomechanické studii dospěl k závěru, že při podříznutí o 3 mm dochází k redukci ohybových a torzních sil vedoucích ke zvýšení rizika periprotetické zlomeniny o 18 % u ohybových sil a dokonce o 39 % u torzních sil (9/104). Tato studie byla dále podpořena prací Zalzala (219), který dospěl k podobným

závěrům ve své analýze vycházející z modelu konečných prvků. Nicméně v klinické praxi nebyl nalezen žádný průkaz k potvrzení této teorie. Ritter a kol. ve své práci neprokazuje v pětiletém sledování rozdílné výsledky ve smyslu vzniku periprotetické zlomeniny při výskytu notchingu nebo bez něj (115, 169, 219). Tato pozorování jsou přisuzována redistribuci stresových sil a remodelingu kostní tkáně v místě podříznutí.

Další rizikový faktor, který se v nedávné minulosti objevil je možný vznik periprotetické zlomeniny po zavedení sond pro počítačovou navigaci endoprotézy kolenního kloubu. K významnému zmenšení rizika dochází při možnosti individuálního výběru tloušťky pinů a možnosti použití unikortikálních pinů nabízených některými firmami (13).

Předmětem mnoha diskuzí v oblasti endoprotetiky kolenního kloubu je korektní osazení komponent endoprotézy. V posledních desetiletích jsou intenzivně vyvíjeny systémy k eliminaci chyb při umístění komponenty totální endoprotézy kolenního kloubu, patří k nim hlavně navigační systémy a individuálně zhotovené šablony pro implantaci TEP.

Z dosažených zkušeností vyplývá, že malpozice komponent vede k akceleraci polyetylenového otěru, který způsobí osteolýzu s následnou možností vzniku periprotetické zlomeniny (134). V literatuře nacházíme kazuistiky dokumentující vliv malpozice komponent na riziko vzniku periprotetické zlomeniny (159). Je vysoce pravděpodobné, že nesprávné peroperační zacílení komponent totální náhrady kolenního kloubu způsobí při frézování daleko víc peroperačních periprotetických zlomenin, než je v literatuře uváděno.

Za další rizikový faktor je považováno použití závěsných náhrad kolenního kloubu. Riziko se vztahuje především k fixním závěsným náhradám, které jsou v dnešní době používány spíše výjimečně. U rotačních závěsných náhrad je riziko vzniku periprotetické zlomeniny významně nižší, nicméně stále dvojnásobně vyšší než u náhrady s nižší mírou stlačivosti (23, 134).

Významným rizikovým faktorem je koncentrace násilí na diafýze femuru mezi dvěma implantáty. K těmto případům dochází při implantaci náhrady kolenního kloubu s dřívovou femorální komponentou tam, kde již byla implantována náhrada kyčelního kloubu. Pokud je vzdálenost mezi dvěma implantáty menší než 2 – 3 násobek šíře kortikální kosti v daném místě je nezbytné eliminovat koncentraci násilí přemostěním můstku pomocí dlahové osteosyntézy.

Dalším rizikovým faktorem pro vznik periprotetická zlomeniny je manipulace ztuhlého kolenního kloubu po totální náhradě v celkové anestezii (32). Z tohoto důvodu doporučujeme redres kloubu provádět velmi šetrně a u pacientů s výrazně osteoporotickou kostí v

periprotetická oblasti volíme spíše artroskopické uvolnění kloubu s postupným sekvenčním uvolňováním spojeným s artroskopickým release měkkých tkání v suprapatelárním recesu. S výjimkou práce Berryho, Meeka a Singha (12, 131, 187) je většina výše uvedených rizikových faktorů výsledkem studie malých souborů pacientů (mezi 10 a 40), některé z nich jsou založeny na studiích biomechanických a kadaverózních nebo dokonce na jednotlivých případech. Práce zahrnující daleko vyšší soubory vyskytující se v posledních letech, vnášejí k těmto domnělým rizikovým faktorům řadu otázek. Jako příklad lze uvést práci, která uvádí riziko vzniku periprotetické zlomeniny u revizní náhrady kolenního kloubu 38 %. Toto číslo je výsledkem jedné série závěsných revizních náhrad kolenního kloubu (88). Recentní práce na větších souborech uvádějí incidence periprotetické zlomeniny u revizních implantátů mezi 2,2 % - 2,5 % (131, 187).

2.3. Pád jako rizikový faktor vzniku periprotetické zlomeniny

Pády u starších pacientů jsou významným sociálním problémem. Obzvláště vznik zlomenin na křehkých kostech starých pacientů pak vede k omezení jejich denní aktivity a často ke stavu vyžadujícímu každodenní sociálně zdravotní péči (203). Prevence pádů je tedy významným faktorem ovlivňujícím život starších pacientů, který jim umožní nezávislý životní styl.

Jedním z podstatných rizikových faktorů pádů jsou bolestivé kloubní deformity. Dnešním standardním přístupem k léčbě bolestivé deformity kolenního kloubu je implantace totální náhrady kolenního kloubu. Ačkoli je totální náhrada kolenního kloubu jednoznačně úspěšným operačním výkonem umožňujícím návrat pacienta k běžnému životnímu standardu, řada studií prokazuje přetrvávající deterioraci v propiocepci kolenního kloubu (180) a postižení balančních mechanismů kolenního kloubu (54). Následkem toho dochází k oslabení síly kvadricepsu a snížení rychlosti chůze ve srovnání s vrstevníky bez implantace totální náhrady (9, 150). Tyto problémy pak samozřejmě vedou ke zvýšenému riziku pádu pacienta spojeným se zvýšeným rizikem vzniku periprotetické zlomeniny.

V literatuře nacházíme několik prací zabývajících se rizikem pádu a vznikem zlomeniny po totální náhradě kolenního kloubu. Swinkels a kol. použili vlastní dotazník a zapojili do prospektivní studie zkoumající incidenci pádu po totální náhradě kolenního kloubu 99 pacientů (200). Ve své práci prokázali, že předoperační anamnéza pádů a GDS (Geriatric Depression Scale) predikují pooperační výskyt pádů. Levinger a kol. (118) stanovili poruchy v propiocepci dolní končetiny a oslabení extenze kolenního kloubu jako rizikové faktory

pádu v časném pooperačním období po totální náhradě kolenního kloubu (první 4 měsíce). Nepodařilo se jim však prokázat jasný vztah mezi fyziologií funkce kolenního kloubu po totální náhradě kolenního kloubu a výskytem pádu u starších pacientů.

Je zřejmé, že pády se však vyskytují jako výsledek poruchy fyziologie funkce kolenního kloubu, a proto důsledné zhodnocení funkce kolenního kloubu se stává při vyšetření pacienta po náhradě kolenního kloubu esenciálním v prevenci pádů (144). Další rizika pro výskyt pádů zahrnují osově poruchy kolenního kloubu po totální náhradě (144), oslabení svalstva dolních končetin (151), hrudní kyfózu (93) a deformity nohy (133). Velká část pacientů, kteří podstupují náhradu kolenního kloubu je postiženo artrotickými změnami i na dalších kloubech nebo trpí revmatoidní artritidou již před operací a jsou tedy ihned po operaci zatíženi poruchami zmíněnými výše. Z tohoto důvodu je důležité řádně vyšetřit kompletní fyziologii pohybového aparátu zejména u starších pacientů podstupujících totální náhradu kolenního kloubu a ozřejmit rizikové faktory pádů a vzniku periprotetické zlomeniny u těchto pacientů a pokusit se snížit míru těchto rizik sledováním QOL a ADL.

Prospektivní studie Matsumota a kol. (128) prokázala, že nejméně 23 pacientů ze 70 mělo epizodu pádu v průběhu prvních 6 měsíců po totální náhradě kolenního kloubu. Incidence pádu byla tedy 32,9 %. Tyto počty byly vyšší než ve studii zabývající se pády v Japonské populaci starších pacientů, kde se incidence pádu pohybovala v rozmezí 10 % - 20 %. (71). V další studii týkající se pacientů ve věku 75 – 79 let byla incidence pádu 29,3 % (218). Swinkels a kol. (200) se ve své práci zabýval změnami incidencí pádů před a o náhradě kolenního kloubu u pacientů s osteoartrózou a revmatoidní artritidou. Autoři zjistili incidenci 24,2 % jak před, tak po náhradě kolenního kloubu. Autoři jako závěr práce uzavírají, že totální náhrada kolenního kloubu ve skutečnosti vede ke snížení rizika pádu vzhledem k tomu, že jimi odhadovaná incidence pádu u starších pacientů je kolem 33 % a po totální náhradě kolenního kloubu je tedy nižší. U pacientů s revmatoidní artritidou byla doložena 50% roční incidence pádu (72), tím se tyto pacienti ocitají ve skupině s vysokou mírou rizika. Roční incidence u pacientů s osteoartrózou je také odhadována vyšší než ve výše uvedených pracích. Levinger a kol. (118) uvádí, že 48 % pacientů má epizodu pádu během roku před totální náhradou kolenního kloubu. Další studie uvádí 39% incidenci pádu mezi staršími pacientkami s muskuloskeletální bolestí v oblasti dolních končetin (117). Z toho vyplývá, že u těchto postižených jak s osteoartrózou, tak s revmatoidní artritidou, vede implantace totální náhrady ke snížení rizika pádu při srovnání se stejně starou skupinou bez totální náhrady.

Matsumotova (128) práce prokazuje signifikantní rozdíl mezi předoperačním a pooperačním rozsahem pohybu v kolenním kloubu jak ve smyslu flexe, tak ve smyslu extenze, a rozsahu

plantární flexe v hlezenním kloubu pacientů s pooperační epizodou pádu ve srovnání se skupinou bez pádu. Ve skupině pacientů s epizodou pádu byly zaznamenány signifikantně snížené hodnoty ve všech třech sledovaných parametrech. Multivariační analýzou pak bylo prokázáno, že pooperační rozsah flexe v kolenním kloubu a plantární flexe v hlezenním kloubu jsou rizikovým faktorem pro pád u pacientů, kteří podstoupili náhradu kolenního kloubu. Tím se samozřejmě zvyšuje i riziko vzniku periprotetické zlomeniny. Mezi běžné denní aktivity, u kterých může omezení flexe v kolenním kloubu způsobit epizodu pádu, patří vstávání z křesla. Itozakau a kol. (89) publikoval biomechanickou analýzu pacientů s náhradou kolenního kloubu, ve které se snažil zjistit vztah mezi flexí v kolenním kloubu a pohybem při vstávání z křesla. Zjistil, že pacienti, kteří mají flexi v kolenním kloubu menší než 100° musí vyvinout větší úhlovou rychlost v kyčelních kloubech a vyšší švihovou rychlost ke zvednutí trupu vpřed ve srovnání s pacienty subnormálním rozsahem pohybů v kolenním kloubu. Pokud člověk, u kterého je limitována flexe v kolenním kloubu vstává z křesla musí zvýšit rychlost pohybu trupu a flexi v kyčelních kloubech, aby kompenzoval omezení pohybu v kolenním kloubu. V tomto případě může snadno buďto přepadnout dopředu nebo v případě, že těžiště trupu není dostatečně rychle přesunuto vpřed, může ztratit stabilitu a spadnout dozadu. Tito pacienti mohou také z těchto důvodů snadno klopýtnout při chůzi do schodů a tím, že mohou hůře snížit své těžiště při chůzi ze schodů, může snáze dojít ke ztrátě stability a následnému pádu se vznikem periprotetické zlomeniny.

Limitovaná flexe v kolenním kloubu může způsobit pád také během běžné chůze. Maximální úhel flexe v kolenním kloubu během fáze chůze dosahuje asi 65° (64). Analýzy chůze prokazují, že flexní úhel při chůzi je u pacientů po náhradě kolenního kloubu snížen (14) ve srovnání se zdravou populací. To samozřejmě může vést k tomu, že pacienti, kteří nedokážou dostatečně flektovat svůj kolenní kloub mohou snadno zakopnout o překážku a upadnout.

Dalším významným rizikovým faktorem pro pád je rozsah plantární flexe v hlezenním kloubu. Dostatečný rozsah plantární flexe v hlezenním kloubu umožňuje fyziologický průběh fáze odvíjení nohy a zajišťuje fyziologický odraz palce. Barrack a kol. (11) ve své analýze chůze prokázali, že u pacientů ve věku nad 70 let u kterých došlo v posledních 6 měsících k epizodě pádu, byla jejich plantární flexe signifikantně nižší než u kontrolní skupiny. Navíc další biomechanické analýzy prokazují, že menší rozsah plantární flexe vede během odvíjecí fáze k opožděnému odvíjení paty, která je následně kompenzována zvýšenou dorzální flexí nohy a anteverzí trupu (64). Takováto kompenzace může vést k poruše rovnováhy a následnému pádu. Matsumoto (128) ve své práci prokazuje u skupiny pacientů s epizodou pádu po náhradě kolenního kloubu snížení rozsahu pohybů jak v kolenním, tak v hlezenním

kloubu. Takovéto omezení pohybů v klubech dolní končetiny zejména pak ve spojení s poruchou motorických dovedností vede k epizodě pádu. U takových pacientů s omezením pohybu v operovaném kolenním kloubu a stejnostranném hlezenním kloubu se pak musíme v pooperačním období zaměřit na důslednou rehabilitaci k dosažení maximálního pohybu v těchto kloubu, rehabilitaci zaměřenou na balanční cvičení a edukovat pacienta stran rizika pádu. Takovýmto postupem můžeme u této skupiny pacientů po náhradě kolenního kloubu snížit riziko pádu a tím riziko vzniku periprotetické zlomeniny.

Obecné faktory	Osteoporóza
	Ženské pohlaví
	Kostní onemocnění (M. Paget)
	Revmatoidní artritida
	Léčba steroidy
	Neurologické abnormality
	Infekční stavy
Lokální faktory	Artrofibróza
	Chybné osové postavení končetiny
Chirurgické faktory	Odstraňování cementu
	Otvory po šroubech v distálním femuru
	Osteolýza při aseptickém uvolnění
	Stess shielding
	Manipulace v CA
	Chybné osové postavení endoprotézy
	Nekorektní implantace
	Endostální ischemie
Faktory ze strany endoprotézy	Revizní náhrada kolenního kloubu
	Intramedulární dřík
	Závěsná endoprotéza

Tab. 1 Přehled rizikových faktorů periprotetické zlomeniny při totální náhradě kolenního kloubu (100)

3. Předoperační vyšetření a plánování

Předoperační vyšetření a plánování je klíčovým krokem k úspěšné léčbě periprotetické zlomeniny. Anamnestické vyšetření je zaměřeno na předoperační potíže s postiženou endoprotézou kolenního kloubu. Bolesti kolenního kloubu vyskytující se v období před úrazem nás vedou k podezření na uvolnění nebo dokonce infekční komplikaci endoprotézy. Předoperační vyšetření musí být zaměřeno na objasnění charakteru zlomeniny, stavu periprotetické kostní tkáně a musí být zaměřeno k vyloučení infekční komplikace nebo patologické zlomeniny. Do předoperačního vyšetření a plánování také musí být zavzata eventuální přítomnost endoprotézy kyčelního kloubu na postižené straně. Ideální je pořízení RTG snímků celé dolní končetiny na dlouhý formát v AP a bočné projekci. CT vyšetření a zajištění snímků pořízených v dlouhodobém sledování pacienta, které mohou ozřejmit přítomnost uvolnění endoprotézy. Obzvláštní zřetel musí být kladen na zjištění stavu kostní tkáně v oblasti femorální komponenty. Zjištění stavu periprotetické kostní tkáně následně vede k rozhodnutí, zda stav je možné řešit osteosyntézou zlomeniny nebo zda bude potřeba stav řešit revizní náhradou kolenního kloubu. Rutinně musí být vyšetřeny markery zánětu jako CRP, sedimentace erytrocytů, leukocytóza. Musíme však vzít na vědomí, že tyto nespecifické markery zánětu mohou být a obvykle jsou ovlivněny přítomností zlomeniny (65). Jakmile je zlomenina vyšetřena je stanoven základní terapeutický plán, je potřeba sestavit operační tým pro řešení zlomeniny. Ideální je samozřejmě operatér, který má zkušenosti jak s problematikou osteosyntézy, tak s revizní náhradou kolenního kloubu. Potom není problém v případě peroperačního nálezu, který kontraindikuje osteosyntézu nebo v případě nečekaných komplikací osteosyntézy konvertovat operační výkon na revizní náhradu kolenního kloubu (173).

Zvláštní význam při posouzení periprotetické zlomeniny má bočná projekce (107). Pomocí ní dokážeme ve většině případů stanovit:

1. Integritu rozhraní femorální komponenty a hostitelské kostní tkáně, tedy možnost a míru uvolnění endoprotézy.
2. Množství a kvalitu kosti připojené k femorální komponentě
3. Stav cementového pláště endoprotézy

Moderní CT přístroje s možností odstínění artefaktů z kovového materiálu dokážou poskytnout detailnější pohled na stav kontaktní plochy endoprotéza-cement-kost a stanovit tak eventuální míru uvolnění endoprotézy (43, 107). Typ a klasifikační zařazení zlomeniny stejně

jako typ endoprotézy musí být zřejmé před vlastním operačním výkonem. Tyto informace jsou zásadní k volbě správného terapeutického postupu i se stanovením možných dalších variant řešení periprotetické zlomeniny. Vhodné je také mít k dispozici operační protokol z primárního výkonu (43).

V posledních letech preferovaná nepřímá repozice a perkutánní fixace osteosyntetického materiálu je z technického hlediska podstatně náročnější než otevřený operační technika. Z tohoto hlediska je dokonalé předoperační plánování nezbytnou součástí operačního výkonu. Do plánování musíme zahrnout vhodnou délku a velikost implantátu, tvar použité dlahy, počet umístění a pořadí umístění šroubů osteosyntézy (126).

4. Klasifikace periprotetických zlomenin distálního femuru

Periprotetické zlomeniny můžeme bazálně dělit na zlomeniny peroperační a pooperační. Řada epidemiologických studií zahrnuje do svého rozboru jen zlomenin pooperační. Data z registru Mayo Clinic (12) prokazují, že zlomeniny pooperační jsou asi desetkrát častější než zlomeniny peroperační. Tato data ovšem zahrnují jak primoimplantace, tak revizní náhrady kolenního kloubu. Berry ve svém článku také uvádí, že peroperační zlomeniny femuru se vyskytují významně častěji při revizních náhradách kolenního kloubu než při náhradách primárních. Nicméně je třeba podotknout, že peroperační zlomeniny jsou v literatuře prezentovány spíše raritně.

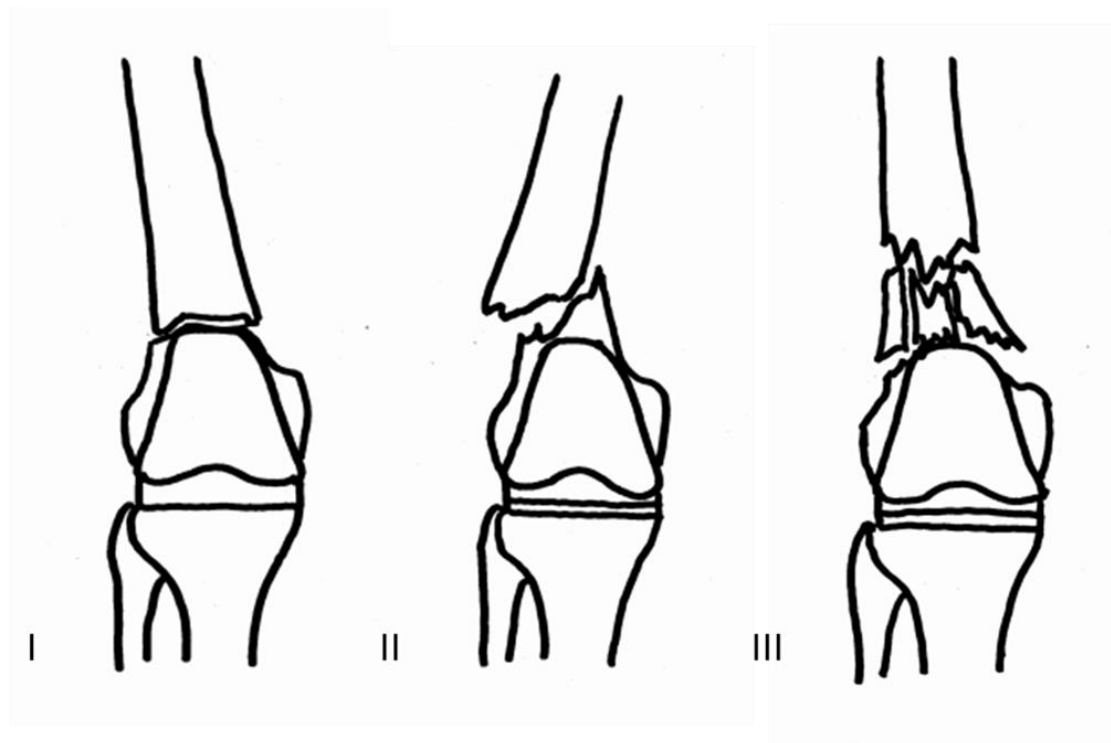
Peroperační zlomeniny lze rozdělit do dvou skupin: diafyzární a metafyzární zlomeniny. Diafyzární zlomenina (obvykle penetrace přední nebo anterolaterální kortikalis) vzniká nejčastěji při malpozici intramedulárního cíliče. Valná část těchto zlomenin zůstane peroperačně nerozpoznána a jsou identifikovány až na pooperačním RTG (121). Metafyzární zlomeniny spočívají v infrakci nebo odlomení jednoho výjimečně obou kondylů femuru. Tyto zlomeniny jsou zaznamenávány u pacientů s výraznější osteopenií. Technické chyby vedoucí k těmto zlomeninám jsou chybně vedené kostní resekce, agresivní impakce komponent s obětováním zadního zkříženého vazy, asymetrické zavedení zkušební komponenty zejména při revizních náhradách (121).

Klasifikační systémy pro periprotetické zlomeniny distálního femuru, podobně jako mnoho ostatních klasifikací byly časem modifikovány k optimalizaci terapeutického algoritmu, podobně jako mnoho ostatních klasifikačních systémů i klasifikace těchto zlomenin obsahují řadu nedostatků (173).

Navzdory tomu, že existuje celá řada klasifikačních systémů pro periprotetické zlomeniny distálního femuru, žádná z nich nedostala univerzálního použití. Jako nejvýhodnější se ukazují ty klasifikace, které zahrnují dislokaci zlomeniny, lokalizaci zlomeniny vzhledem k implantátu, stav kostní tkáně a stabilitu implantátu. Prosté anatomické klasifikace se ukazují jako nevhodné (92). Tyto zlomeniny lze také klasifikovat z více pohledů v závislosti na časovém faktoru, místě zlomeniny, stavu pacienta a stavu kvalitě okolní kosti (173). Nejstarší Neerova klasifikace (tab. 2, obr. 1) je založena na míře dislokace zlomeniny a na míře stability implantátu. Vychází z klasifikace používané pro suprakondylické zlomeniny bez endoprotézy, a tak jsou faktory spojené s přítomností endoprotézy v podstatě ignorovány. Nedostatkem této klasifikace je tedy, že nehodnotí vztah zlomeniny k endoprotéze.

Typ I	Nedislokované zlomeniny (< 5 mm dislokace a/nebo angulace). Stabilní.
Typ II	Dislokace > 1 cm
A	Diafýza femuru dislokována mediálně
B	Diafýza femuru dislokována laterálně
Typ III	Dislokované a kominutivní. Nestabilní.

Tab. 2 Neerova klasifikace suprakondylických periprotetických zlomenin



Obr. 1 Neerova klasifikace periprotetických zlomenin

Chen a kol. (85) zjednodušuje Neerův klasifikační systém na klasifikaci založenou na stupni dislokace zlomeniny (tab. 3). Jako typ I označujíc zlomeniny nedislokované. Jako typ II zlomeniny dislokované nebo kominutivní. Ani tato klasifikace nepřináší validní terapeutické vodítko pro ošetření periprotetické zlomeniny.

Typ I	Nedislokované (typ I podle Neera)
Typ II	Dislokované a/nebo kominutivní (typ II a III podle Neera)

Tab. 3 Klasifikace Chena, Monta and Bachnera

Pro nedostatky Neerovy klasifikace byla tato modifikována Di Gioiou a Rubashem (33) Klasifikační systém vyvinutý Di Gioiou a Rubashem (33) je modifikací Neerovy klasifikace s přihlédnutím k faktorům, které byly identifikovány jako významné ve vztahu k výsledku léčby zlomeniny. Tyto faktory zahrnují míru dislokace, stupeň kominuce a místo a charakter zlomeniny (tab. 4).

Typ I	Extraartikulární, nedislokované (< 5mm dislokace nebo < 5° angulace)
Typ II	Extraartikulární, dislokované (>5 mm dislokace nebo >5° angulace)
Typ III	Významně dislokované (ztráta kortikálního kontaktu) nebo angulované (>10°). Mohou mít tvar interkondylické nebo T zlomeniny.

Tab. 4 Klasifikace Di Gioi a Rubashe

Následně byla i tato klasifikace dále modifikována Rorabekem a Taylorem (173). Tato klasifikace dělí zlomeniny na 3 typy. Typ jedna zahrnuje nedislokované zlomeniny se stabilní endoprotézou. U typu II je zlomenina dislokovaná, ale endoprotéza je stabilní a konečně u typu III je zlomenina buďto nedislokovaná nebo dislokovaná, ale endoprotéza je nestabilní. Limitací této klasifikace je obtížnosti propojení jednotlivých stupňů klasifikace se specifickým terapeutickým přístupem. Tento nedostatek řeší do jisté míry klasifikace podle

Kima (98), který navrhl více komplexní klasifikaci založenou na kvalitě kostní tkáně, pozici a fixaci endoprotézy a reponibilitě zlomeniny (tab. 5). Klasifikace podle Kima a kol. (98) dělí zlomeniny podle reponovatelnosti zlomeniny, stavu kostní tkáně v oblasti fragmentu distálního femuru a podle pozice a stavu fixace femorální komponenty. Kombinacemi těchto základních atributů vznikají čtyři základní skupiny s návrhem typu terapie. Do skupiny IA jsou zařazeny zlomeniny reponovatelné, s dobrým stavem kostní tkáně a s komponentou bez uvolnění a ve správné pozici. Pro tyto je doporučována konzervativní terapie. Do skupiny IB řadí autoři zlomeniny nereponovatelné, s dobrým stavem kosti a správnou pozicí neuvolněné endoprotézy. Pro tyto zlomeniny je indikována osteosyntéza. Skupina II zahrnuje zlomeniny reponovatelné nebo nereponovatelné, u kterých je sice dobrý stav periprotetické tkáně, ale komponenta je v malpozici nebo uvolněná. Pro tyto zlomeniny je indikována revizní náhrada s dlouhým dříkem přemostujícím místo zlomeniny. A konečně typ III zahrnuje zlomeniny reponovatelné nebo nereponovatelné, u kterých je špatný stav periprotetické kostní tkáně a zlomenina je v malpozici nebo uvolněná. U tohoto typu zlomenin je indikována kompletní revize endoprotézy kolenního kloubu eventuálně s použitím tumorózní náhrady kolenního kloubu.

Typ	Reponovatelnost zlomeniny	Stav kostní tkáně periprotetického fragmentu	Komponenta ve správné pozici a neuvolněná	Léčba
IA	Ano	Dobrý	Ano	Konzervativní
IB	Ne	Dobrý	Ano	Osteosyntéza
II	Ano/Ne	Dobrý	Ne	Revize s dlouhým dříkem
III	Ano/Ne	Špatný	Ne	Revizní náhrada kolenního kloubu

Tab. 5 Klasifikace podle Kima a kol. a návrh terapie

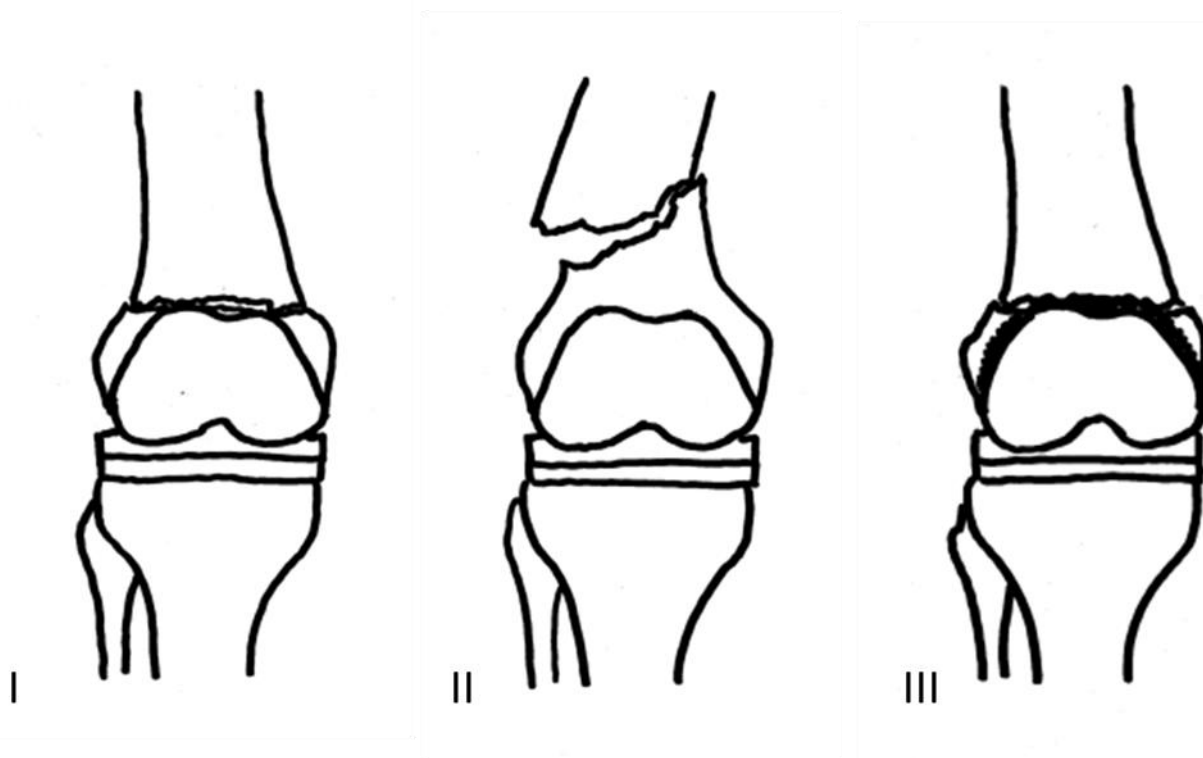
V literatuře je nejpoužívanější klasifikace podle Lewise a Rorabecka (119) a klasifikace podle Su (199), která byla v naší literatuře modifikována Krbcem (106).

Lewis a Rorabeck (119) dělí zlomeniny na tři typy (tab. 6, obr. 2). Do první skupiny řadí nedislokované zlomeniny s intaktní endoprotézou. Jako skupinu II označují autoři zlomeniny

dislokované, u kterých je ale endoprotéza intaktní a konečně jako typ III označujíc zlomeniny s uvolněnou nebo selhávající endoprotézou. U tohoto typu nezáleží na míře dislokace zlomeniny. Klasifikace je použitelná jako vodítko k terapii. Autoři doporučují u typu I konzervativní léčbu a u typu II buďto zavřenou repozici a fixaci nitrodřeňovým hřebem nebo repozici otevřenou s fixací dlahou. U typu III pak doporučují použití dřívkové revizní endoprotézy nebo použití strukturálních kostních štěpů v závislosti na stavu kostní tkáně v místě zlomeniny (tab. 7, obr 3).

Typ I	Nedislokované zlomeniny. Endoprotéza je intaktní.
Typ II	Dislokované zlomeniny. Endoprotéza je intaktní.
Typ III	Dislokované nebo nedislokované zlomeniny. Endoprotéza je uvolněná nebo selhávající.

Tab. 6 Klasifikace Lewise a Rorabecka



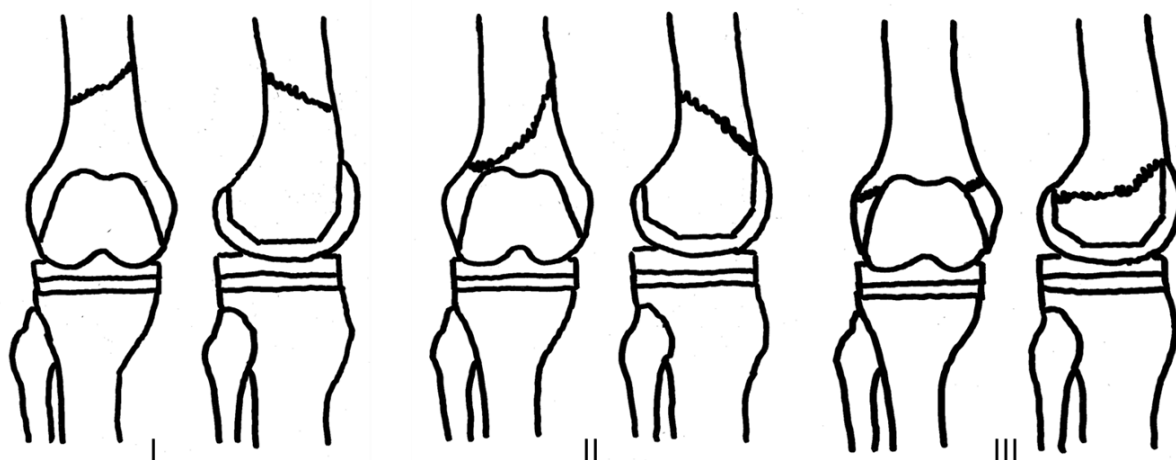
Obr. 2. Klasifikace Lewis Rorabeck

Su a kol. (199) dělí poranění rovněž na 3 skupiny, a to podle lokalizace výše linie lomu vzhledem k femorální komponentě (tab. 7, obr 3). Doporučuje volit vhodný typ ošetření na podkladě svého klasifikačního systému tak, že typ I je indikován k použití intramedulárního

retrográdního hřebu, typ II k osteosyntéze LCP dlahou a typ III k implantaci revizní endoprotézy.

Typ I	Linie lomu proximálně od femorální komponenty
Typ II	Linie lomu začíná ve výši proximálního okraje femorální komponenty a směřuje proximálně
Typ III	Linie lomu zasahuje pod horní okraj štítu femorální komponenty

Tab. 7 Klasifikace podle Su a kol.



Obr. 3 Klasifikace Su

Další novou podrobnou klasifikaci recentně přináší Fakler a kol. (45). Ve své klasifikaci zohledňuje nejen typ zlomeniny, ale i typ přítomného implantátu. Tím dělí zlomeniny do čtyř typů pro čtyři typy implantátů (tab. 8, obr. 3) Součástí klasifikace je doporučení řešení jednotlivých typů zlomeniny. Do typu I řadí zlomeniny lokalizované vzdáleně od endoprotézy, tj. proximálně od femorální komponenty. Odpovídá typu I podle Su klasifikace. Do typu II řadí zlomeniny, které začínají na proximálním okraji femorální komponenty, a jejich lomná linie pokračuje proximálně. Odpovídají typu II podle SU klasifikace. Jako typ III označuje zlomeniny jejichž část zasahuje pod horní okraj femorální komponenty. Tyto zlomeniny odpovídají typu III podle Su klasifikace. Konečně do posledního typu IV řadí zlomeniny, u nichž je uvolněná femorální komponenta totální náhrady kolenního kloubu. Odpovídají typu III podle klasifikace Lewise – Rorabecka. Tyto typy zlomenin dále podřazuje čtyřem základním typům endoprotéz. A: bikondylární povrchová náhrada kolenního kloubu. B: bikondylární polostištěná náhrada kolenního kloubu typu posterior stabilised nebo

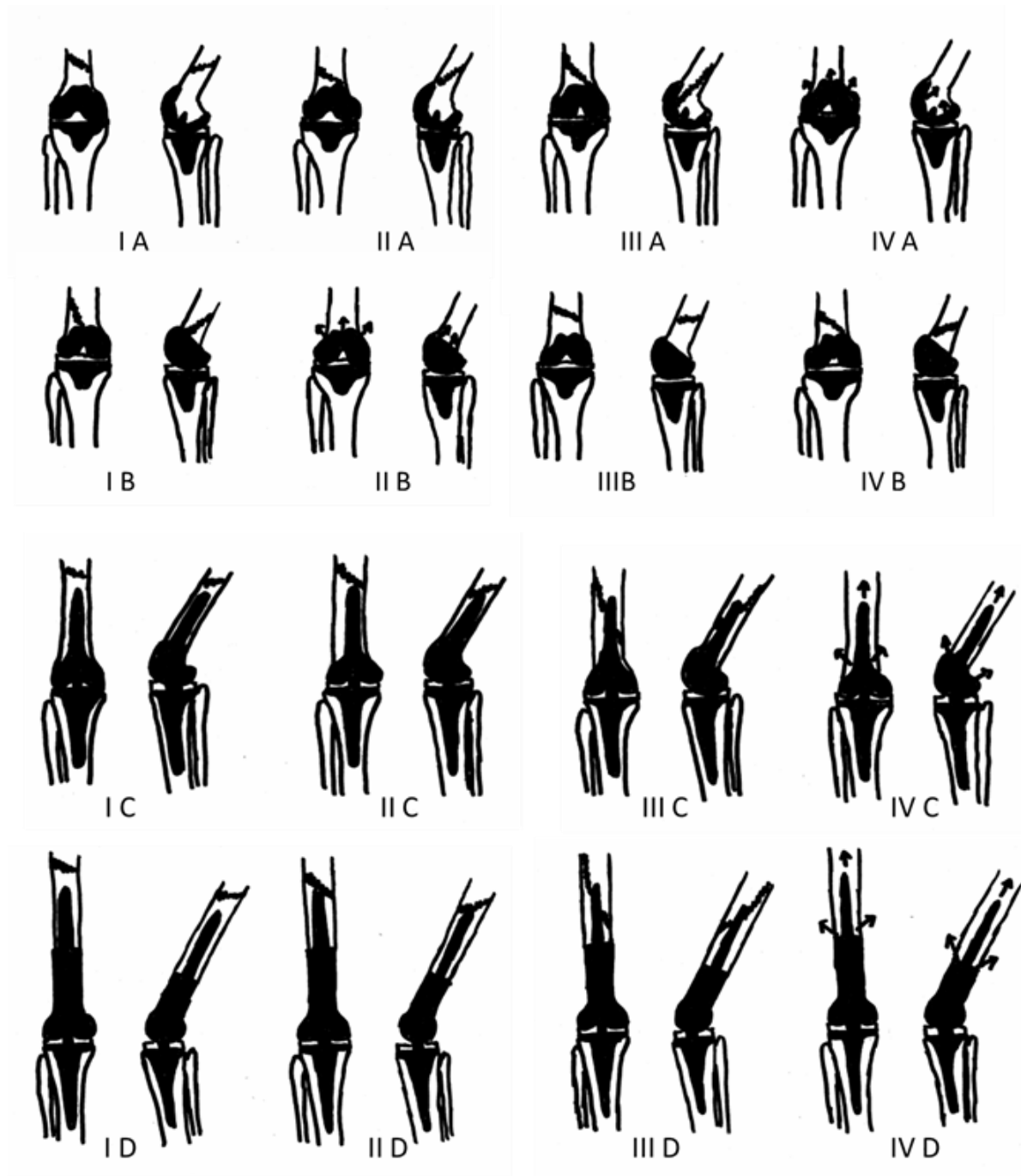
condylar constrained. C: stišťená náhrada s nitrodřeňovým zajištěním (dřiková náhrada). D: náhrada distálního femuru (tumorózní typ náhrady). Jednotlivým kombinacím typů zlomenin a endoprotéz pak autoři přiřazují doporučený typ terapeutického postupu.

	I	II	III	IV
A)	LP, RFN, AFN	LP, RFN	LP, RTKA (stišťená náhrada ev. náhrada distálního femuru)	LP, RTKA (stišťená náhrada ev. náhrada distálního femuru)
B	LP, AFN	LP RTKA (náhrada distálního femuru ev. závěsná náhrada)	RTKA (náhrada distálního femuru)	RTKA (náhrada distálního femuru)
C	LP (polyaxiální dlahy) RTKA (náhrada distálního femuru)	LP (polyaxiální dlahy) RTKA (náhrada distálního femuru)	RTKA (náhrada distálního femuru)	RTKA (náhrada distálního femuru)
D	LP (polyaxiální dlahy) RTKA (náhrada distálního femuru)	RTKA (náhrada distálního femuru) LP (polyaxiální dlahy)	RTKA (náhrada distálního femuru)	RTKA (náhrada distálního femuru)

Tab. 8 Doporučená terapie dle klasifikace Faklera. LP: Locking plate, zamykatelná dlahy; RFN: Retrograde femoral nail, retrográdní femorální hřeb; AFN: antegrade femoral nail, antegrádní femorální hřeb; RTKA: Revision total knee arthroplasty, revizní náhrada kolenního kloubu

Další recentně publikovaná je klasifikace podle Rhee a kol. (161) dělící periprotetické zlomeniny distálního femuru do pěti základních typů (obr. 5). Do typu I řadí autoři jednoduché dvouúlomkové zlomeniny. Zaujímá zlomeniny, jejichž lomná linie začíná v úrovni proximálního okraje femorální komponenty a pokračuje proximálně. Typické pro tyto zlomeniny je, že distální fragment poskytuje dostačenou oporu pro osteosyntézu ať už pomocí nitrodřeňového hřebu nebo unilaterální dlahy. Jako typ II označují autoři šikmé nebo reverzně šikmé zlomeniny zasahující pod horní okraj štítu femorální komponenty. Součástí této zlomeniny je proximální fragment inferomediálně nebo inferolaterálně zobákovitě vybíhající pod úroveň horního štítu femorální komponenty a reverzní superolaterálně nebo superomediálně vybíhající distální fragment s větší či menší kominutivní zónou. Tyto zlomeniny nejsou vhodné k ošetření retrográdním femorálním hřebem a je u nich indikována osteosyntéza unilaterální dlahou v závislosti na stavu mediálního kondylu femuru. Do III.

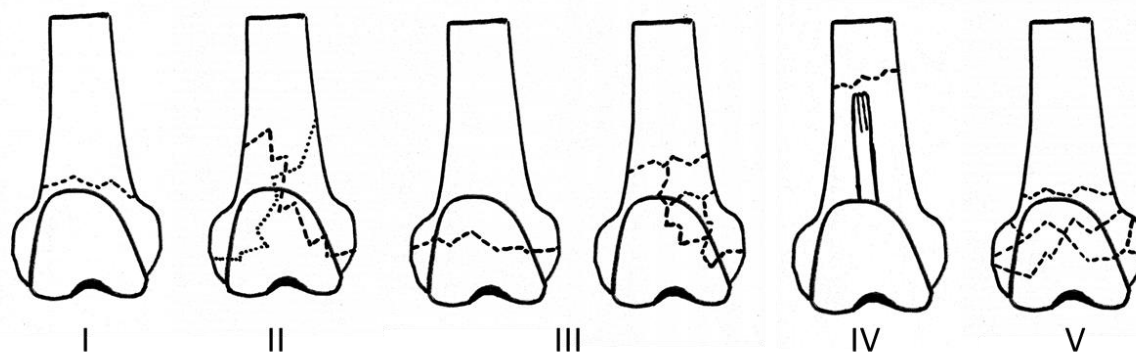
typu jsou zařazeny relativně málo kominutivní zlomeniny, u kterých je celá lomná linie pod úrovní horního štítu femorální komponenty nebo mediálně kominutivní zlomeniny. Vzhledem



Obr. 4 Klasifikace podle Faklera

k malému distálnímu fragmentu nebo chybění mediálního pilíře je osteosyntéza unilaterální dlahou u tohoto typu insuficientní. Autoři doporučují bikortikální dvojitou dlahovou techniku s přídatnou mediální dlahou. Do typu IV jsou zařazeny transverzální zlomeniny v oblasti dřívků revizní nebo jiné dřívkové náhrady kolenního kloubu. Tyto zlomeniny nelze ošetřit

nitrodřeňovým hřebem a vzhledem k nedostatku kostní tkáně v oblasti distálního fragmentu jsou nevhodné pro osteosyntézu zamykatelnou dlahou. Zlomeniny jsou indikovány k ošetření polyaxiální dlahou s možností variabilního zavádění uzamčených šroubů. Jako poslední typ V označují autoři distální tříštivé zlomeniny, u kterých není identifikovatelný jakýkoli solidní fragment při femorální komponentě, která je nestabilní. Řešením je revizní náhrada kolenního kloubu, tumorózní náhrada eventuelně kompozitní tumorózní náhrada kolenního kloubu.

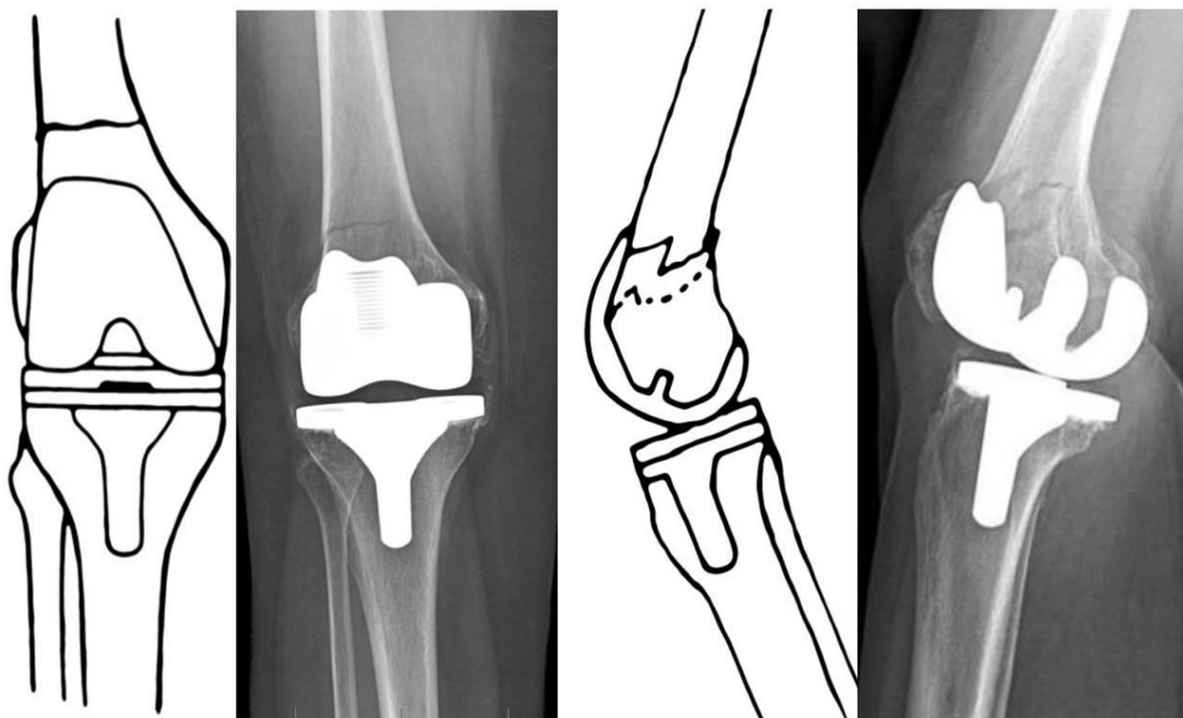


Obr. 5 Klasifikace podle Rhee

Nevýhody a nejednoznačnost starších klasifikačních systémů nás vedly k vytvoření vlastní klasifikace, kterou jsme publikovali v roce 2010 (210). Výše uvedené klasifikační systémy až na výjimky neposkytují jednoznačné doporučení pro nejvýhodnější způsob osteosyntézy periprotetické zlomeniny distálního femuru (33, 85, 119, 142). Z používaných systémů je zřejmé, že zlomeniny s uvolněnou endoprotézou jsou indikovány k revizní náhradě kolenního kloubu. Na druhé straně míra dislokace zlomeniny není exaktním vodítkem pro terapeutický postup. I významně dislokovanou zlomeninu lze s úspěchem reponovat a fixovat i u nedislokovaných zlomenin, kde je možná konzervativní terapie se dnes spíše přikláníme k osteosyntéze vzhledem k možnosti ztráty pohybu kloubu při dlouhodobé fixaci a ohrožení pacienta přidruženými komplikacemi ve smyslu trombembolické nemoci. Nejzávažnější nevýhodou stávajících klasifikací je fakt, že nerozlišují další subtypy periprotetických zlomenin distálního femuru, které podle našeho názoru vyžadují rozdílný terapeutický přístup. Pouze původní Neerova klasifikace (142) rozlišuje kromě dalších i zlomeninu s mediální a laterální dislokací diafýzy, avšak bez návrhu adekvátní terapie pro jednotlivé typy zlomenin. Klasifikace Rhee a kol. publikována v roce 2018 tedy 7 let po naší klasifikaci jako jediná po zdozně jako naše klasifikace řeší stav mediálního pilíře.

Výsledkem naší klasifikace mělo být rozčlenění zlomenin, které vyžadují rozdílný terapeutický přístup a doporučení vhodného způsobu ošetření u jednotlivých typů. Ani nejpoužívanější klasifikace podle Su a kol (199) není podle našeho názoru jednoznačně využitelná. V našem souboru z roku 2010 jsme našli 25 zlomenin (47 %) zařaditelných do typu III a nemůžeme souhlasit s názorem, že u všech těchto zlomenin je indikována revizní náhrada. Naopak u velké části z nich (typ II A naší klasifikace) vede osteosyntéza v naprosté většině případů k úspěšné sanaci zlomeniny. Tedy nelze jednoznačně prohlásit, že u zlomenin zasahujících do oblasti femorální komponenty je tato odloučena od kostního fragmentu, podle našeho pozorování platí spíše opak.

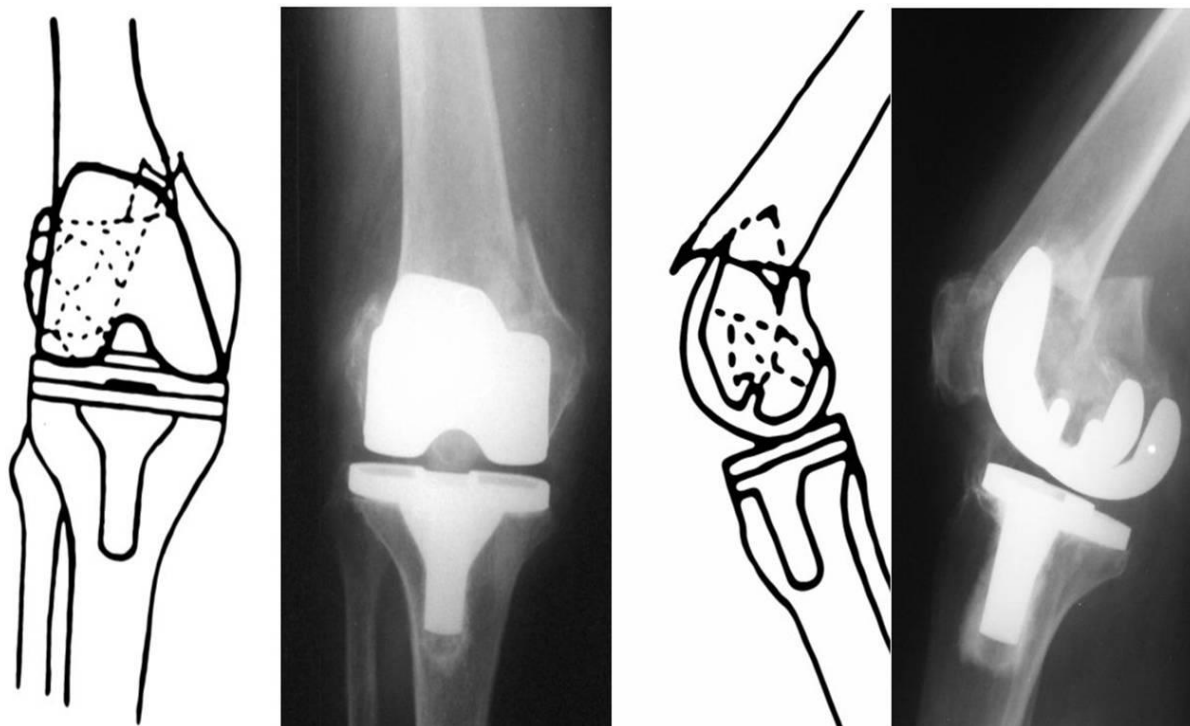
Naše klasifikace vycházela ze souboru zlomenin ošetřených na naší klinice do roku 2010. Do skupiny I jsme zařadili 3 zlomeniny bez dislokace. Pro tento typ zlomenin je typická minimální dislokace do 2 mm jak v AP, tak v bočné projekci (obr 6.). Dvě z těchto zlomenin jsme léčili konzervativním způsobem.



Obr. 6 Typ I (klasifikace Tomáš 2010)

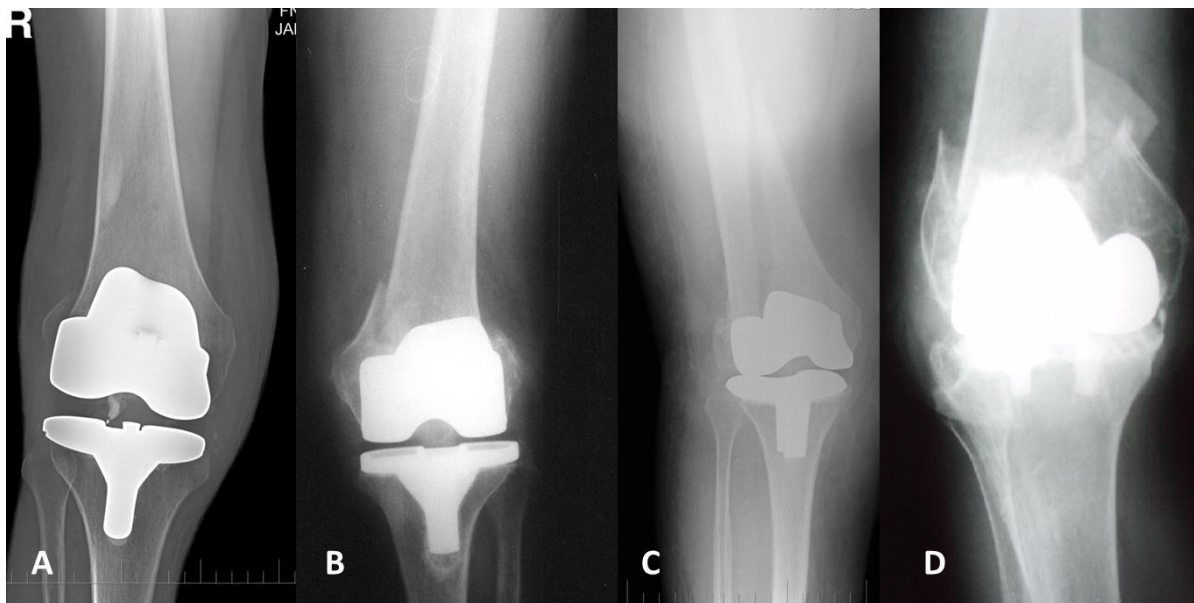
Do skupiny II A jsme zařadili zlomeniny s laterální kominucí. Tento typ byl v našem souboru nejčastěji se vyskytující. Zlomenina typu II A se v našem souboru vyskytla ve 20 případech (37,7 %). Linie zlomeniny začíná proximálně od mediální části předního štítu femorální

komponenty totální náhrady kolenního kloubu a probíhá distolaterálním směrem. Pro tuto zlomeninu je typický intaktní mediální kondyl a laterální kominutivní zóna (obr. 8). Endoprotéza je dobře fixována minimálně k jednomu (mediálnímu) kondylu, který se stává cílovým místem



Obr 7. Typ II A (klasifikace Tomáš 2010)

osteosyntézy (obr. 7). Dominantním způsobem osteosyntézy u zlomenin tohoto typu byla 95° kondylární dlahy, kterou jsme použili v 16 případech.

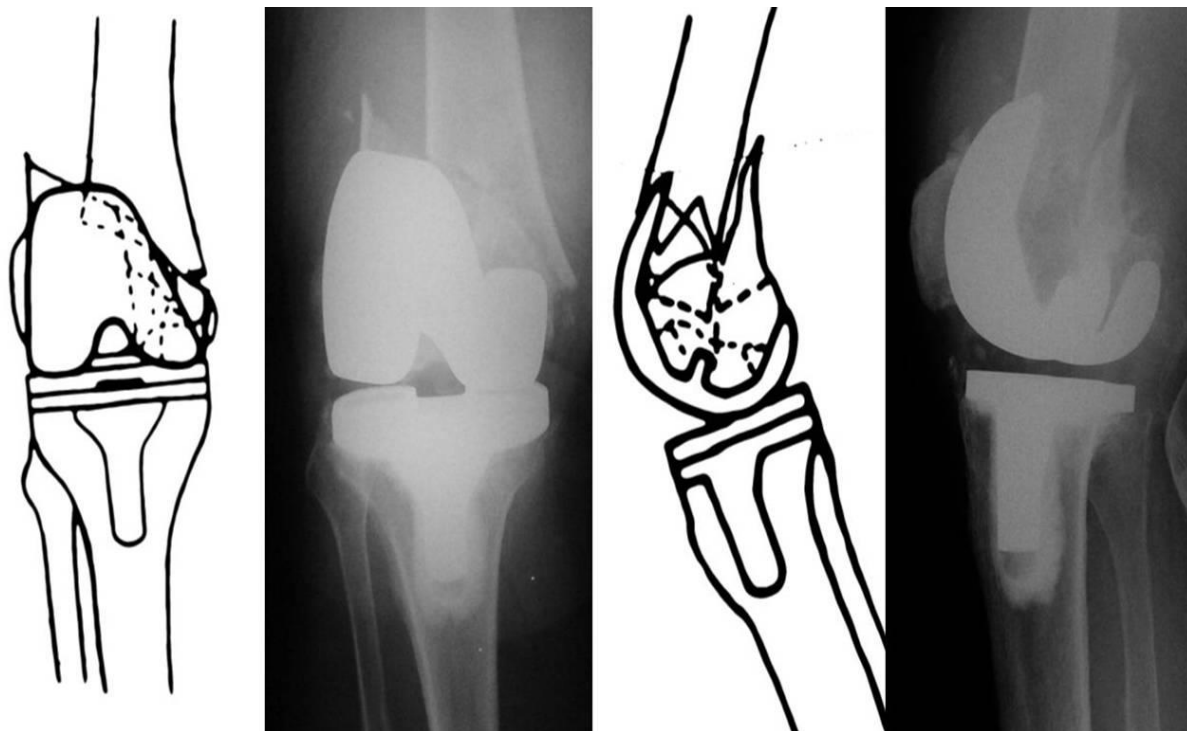


Obr. 8 ABCD modifikace zlomeniny typu II A (klasifikace Tomáš 2010)

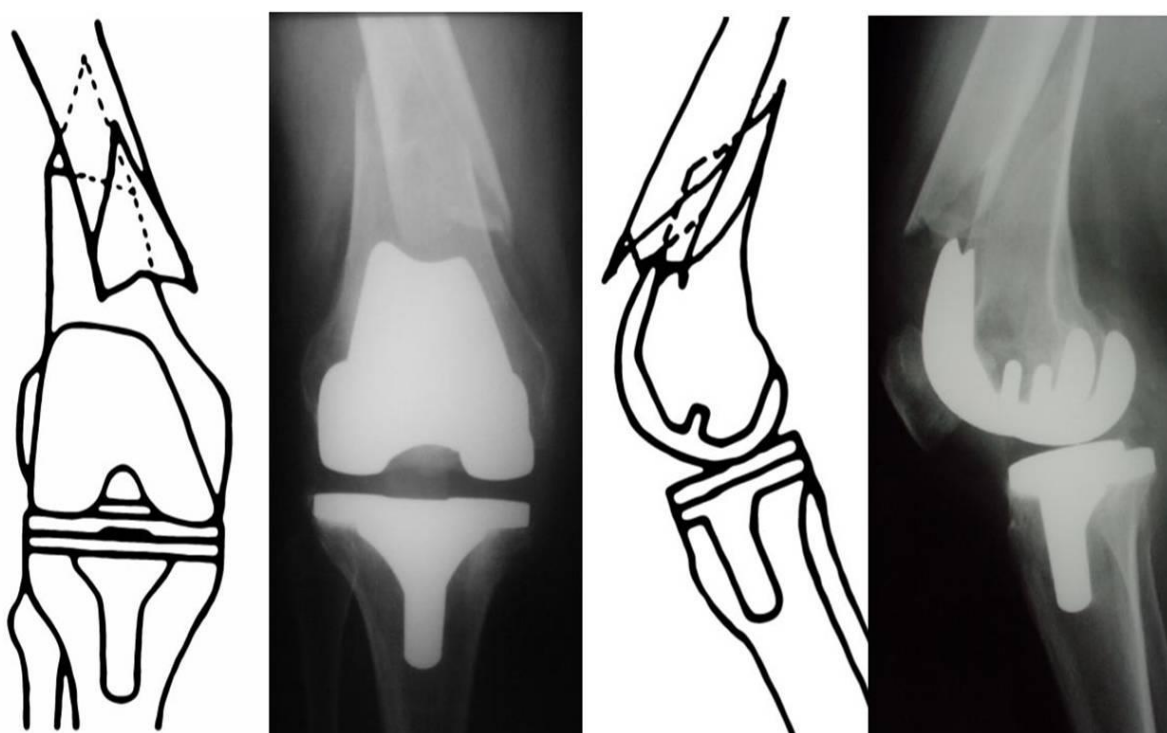
Jako typ II B jsme klasifikovali zlomeniny s mediální kominucí. Tato zlomenina se v našem souboru vyskytla v 5 případech (9,4 %). Linie lomu začíná proximálně od laterální části předního štítu femorální komponenty totální náhrady kolenního kloubu a probíhá distomediálním směrem. Pro tuto zlomeninu je typický intaktní laterální kondyl a mediální kominutivní zóna. Endoprotéza je dobře fixována minimálně k jednomu (laterálnímu) kondylu, který se stává cílovým místem osteosyntézy (obr. 9). V našem souboru byla zlomenina zatížena 60 % selháním osteosyntézy.

Do skupiny II C jsme zařadili zlomeniny nad femorální komponentou totální náhrady kolenního kloubu. Jednalo se o druhý nejčastější typ v našem souboru s četností výskytu 32 % (17 případů). Charakteristické pro tyto zlomeniny je, že celá lomná linie probíhá nad totální endoprotézou a svým průběhem nezasahuje do oblasti femorální komponenty (obr. 10). Typická dvouúlomková šikmá nebo spirální zlomenina byla v našem souboru řešena jak nitrodřeňovým hřebem (v 6 případech), tak dlahovou osteosyntézou (11 případů).

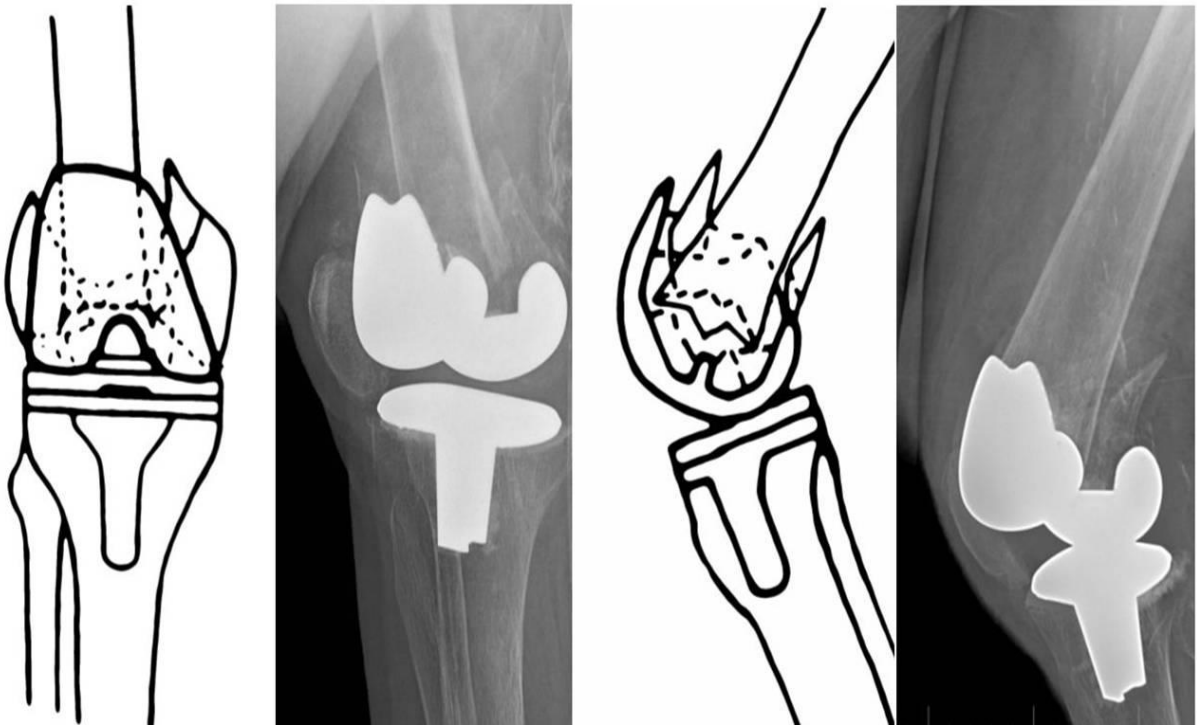
Do skupiny II D jsme zařadili zlomeniny s rozsáhlou kominucí zasahující jak mediální, tak laterální kondyl femuru. Pro zlomeninu je charakteristické rozlomení obou kondylů nejčastěji v osteoporotickém terénu, proximální diafyzární fragment je vražen mezi kondyly. Jen velmi



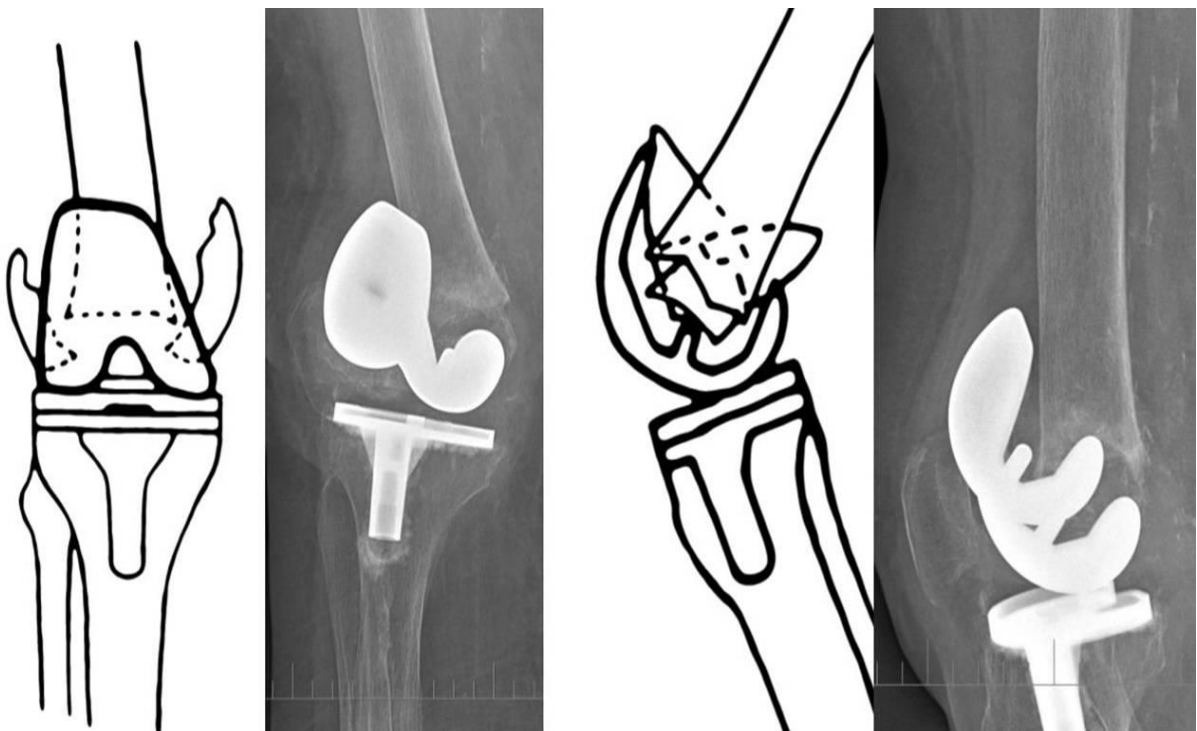
Obr. 9. Typ II B (klasifikace Tomáš 2010)



Obr. 10 Typ II C (klasifikace Tomáš 2010)



Obr. 11 Typ II D (klasifikace Tomáš 2010)



Obr. 12 Typ III (klasifikace Tomáš 2010)

omezené množství kostní hmoty zůstává v kontaktu s endoprotézou a neposkytuje oporu pro případnou fixaci osteosyntetického materiálu (obr . 11). Tento typ zlomeniny se v našem souboru vyskytl třikrát (5,7 %).

I	Zlomenina bez dislokace
II	Zlomenina s dislokací
IIA	Zlomenina s laterální kominucí
IIB	Zlomenina s mediální kominucí
IIC	Zlomenina nad TEP
IID	Kominutivní zlomenina
III	Zlomenina v terénu uvolnění TEP

Tab 9. Klasifikace Tomáš 2010

Do skupiny III jsme zařadili periprotetické zlomeniny vzniklé při uvolnění femorální komponenty totální náhrady kolenního kloubu. Pro tyto zlomeniny je typický rozsáhlý kostní defekt v oblasti femorální komponenty způsobený granulomem vzniklým při aseptickém uvolnění komponenty. V kontaktu s endoprotézou zůstávají jen rezidua kostní hmoty.

V našem souboru jsme ošetřili pět takovýchto zlomenin (obr. 12).

Naše klasifikace byla pro nás dlouhou dobu vodítkem pro odpovídající terapii femorálních periprotetických zlomenin při endoprotéze kolenního kloubu. Nicméně s přibývajícimi zkušenostmi s periprotetickými zlomeninami distálního femuru a s výskytem dalších specifických zlomenin pocítujeme nutnost revize této klasifikace

Typ	Charakteristika	Terapie
Typ I	Nedislokované zlomeniny	Konzervativní terapie je alternativou, vzhledem k možnosti časně rehabilitace a snížení rizika ztuhnutí kloubu se i zde přikláníme spíše k osteosyntéze.
Typ II A	Zlomeniny s laterální kominucí	Osteosyntéza kondylární dlahou nebo jiným obdobným implantátem.
Typ II B	Zlomeniny s mediální kominucí	Osteosyntéza kondylární dlahou nebo jiným obdobným implantátem s přídatnou primární augmentací nebo osteosyntéza se zavedením dlahy z mediální strany.
Typ II C	Zlomeniny nad totální endoprotézou	Osteosyntéza nitrodřeňovým hřebem, dlahová osteosyntéza jako alternativa.
Typ II D	Komplexně kominutivní zlomeniny	Revizní náhrada, v indikovaných individuálních případech osteosyntéza s augmentací.
Typ III	Zlomeniny při uvolněné totální endoprotéze	Revizní náhrada kolenního kloubu

Tab. 10 Klasifikace Tomáš 2010 s doporučenou terapií

5. Léčba periprotetických zlomenin distálního femuru

Je problematická. Byla popsána celá řada operačních i konzervativních možností v léčbě těchto zlomenin, avšak řada z nich je zatížena vysokým procentem komplikací zahrnujících nezhojení, paklouby, refraktury anebo mechanické selhání osteosyntetického materiálu (3, 15, 173, 198). Procento komplikací při léčbě periprotetické zlomeniny dosahuje v literatuře vysokých čísel v rozsahu 25 % - 75 % (102) a to i v rukou chirurga, který je v této problematice zkušený. Historické zlepšování terapeutických postupů v léčbě periprotetické zlomeniny je tedy zejména vedeno snahou ke snížení procenta komplikací.

Léčba periprotetických zlomenin při totální náhradě kolenního kloubu může být komplikovaná z mnoha důvodů:

1. tyto zlomeniny se obvykle vyskytují u pacientů s úbytkem kostní hmoty, což kompromituje potenciální fixaci zlomeniny; Tento fakt ovlivňuje jednak biologii samotného hojení zlomeniny, jednak přidružená onemocnění mnohdy limitují terapeutické možnosti ošetření zlomeniny
2. většina těchto pacientů je v pokročilém věku a tímto faktorem je následně ovlivněno i hojení zlomeniny;
3. epifyzární a mnohdy i intramedulární cévní zásobení distálního femuru je alterováno implantací totální náhrady kolenního kloubu
4. bezprostředně po zlomenině dochází k fyziologické vazokonstrikci, která vede k omezení průtoku krve v kostní tkáni distálního femuru přibližně o 50 % a to jak v oblasti periostální, tak v oblasti endostální. Omezení průtoku krve samozřejmě znamená ischemizaci úlomků zlomeniny se všemi negativními důsledky na její hojení
5. připojení vazů kolenního kloubu k fragmentům zlomeniny predisponuje potenciální nestabilitu kolenního kloubu a vede k mnohdy k nutnosti řešení situace implantací závažné náhrady se všemi jejími možnými komplikacemi (73, 98, 171).

Navzdory těmto problémům, je konečný cíl nebolestivé korektně uložené náhrady s plným funkčním pohybem, dosažitelný u většiny zlomenin (98).

Léčba periprotetické zlomeniny by měla podle Kregora (107) v ideálním případě splňovat následující

Schopnost návratu pacienta k funkční hladině před traumatem

Miniinvazivní chirurgický výkon

Vyloučení nutnosti použití kostních štěpů

Nízké riziko infekční komplikace

Adaptabilita pro různé implantáty kolenního kloubu

5.1. Patofyziologie periprotetické zlomeniny distálního femuru

Z literárních údajů je zřejmé, že periprotetické zlomeniny v oblasti distálního femuru mají vyšší tendenci k opožděnému hojení a vzniku pakloubu než obdobné suprakondylární zlomeniny bez přítomnosti endoprotézy (136). Působení svalových skupin v oblasti kolenního kloubu vede k obvyklé dislokaci distálního fragmentu zlomeniny do varozity, vnitřní rotace a flexe (15). Během poranění distální femuru dochází obvykle k porušení epifyzárního a často i intramedulárního cévního zásobení distálního femuru (73). K další alteraci zásobení distálního femuru dochází fyziologickou vazokonstrikcí jak periostálních cév, tak endostálních cév, která vede k omezení krevního průtoku oblastí zlomeniny přibližně o 50 % (162).

Mikroangiografické studie prokazují, že na cévním zásobení svalku zlomeniny se v největší míře podílejí okolní měkké tkáně (162). Principem klasické osteosyntézy ať už kompresní dlahou, kondylární dlahou, dynamickým kondylárním šroubem nebo jinou instrumentací je komprese jednotlivých úlomků, která pravděpodobně vede k další poruše cévního zásobení úlomků (73, 214). Proti použití klasické dlahové techniky vystupuje řada autorů. Klasické dlahy signifikantně porušují periostální cévní zásobení a tím přispívají k rozvoji lokální kostní nekrózy, která může rezultovat v periprotetický pakloub (155). Přímá repozice fragmentů zlomeniny během klasické osteosyntézy vede následně ke kompletní devitalizaci kostních fragmentů (116). Přímá paramediální disekce měkkých tkání může vést v oblasti distálního femuru k další poruše cévního zásobení a měli bychom se tomuto postupu vyhnout (126).

Všechna pozorování o poruše cévního zásobení při tradiční dlahové osteosyntéze podporují data publikovaná Perrenem v roce 2003, která prokazují, že ke zhojení zlomeniny konzervativní cestou dojde v průměru po třech měsících, zatímco po osteosyntéze kompresní dlahou dojde ke zhojení v průměru po patnácti měsících (155). Úspěšné dosažení kostního zhojení je podmíněno respektováním kapacity měkkých tkání udržet cévní zásobení kosti, mírou šetrnosti repozice zlomeniny a implantací osteosyntetického materiálu, který respektuje biologii hojení kostní tkáně a zároveň zajistí dostatečnou stabilitu zlomeniny (214).

Chirurgická léčba periprotetické zlomeniny by tak měla zahrnovat aspekty biologické, biomechanické i chirurgické (103). Na druhou stranu méně invazivní techniky mohou vést k malpozici implantátu při jeho nedokonalé peroperační vizualizaci, a to zejména ve smyslu

rotačního postavení femorální komponenty, které nelze suficientně zkontrolovat pod RTG zesilovačem.

Řešení periprotetické zlomeniny v oblasti kolenního kloubu může být závažným problémem zejména v případech insuficientní kostní tkáně, uvolnění endoprotézy nebo malpozice komponent. Takovéto zlomeniny se typicky vyskytují u starších pacientů postižených řadou přidružených onemocnění, kteří netolerují dlouhodobý klid na lůžku nebo dlouhodobou limitovanou zátěž končetiny. Starší pacienti s periprotetickými zlomeninami mnohdy vykazují snížený potenciál k hojení kostní tkáně (67). Při léčbě je hlavním požadavkem minimalizace přidružených komplikací cestou rychlé obnovy funkce končetiny s možností plné zátěže (137, 172).

Jako nejpodstatnější problémy v terapii suprakondylické periprotetické zlomeniny se ukazují krátký distální segment pro fixaci osteosyntetického materiálu, osteoporotickou kost, volba chirurgického přístupu a přidružené krevní ztráty a potenciál k varóznímu kolapsu při nedostatečné podpoře obou pilířů distálního femuru (173). Možnosti řešení zahrnují použití intramedulární fixace, použití zevního fixátoru, prostředky k úhlové fixaci (úhlová kondylární dlahy, DCS dlahy) a nejnověji zamykatelné dlahy ve formě vnitřních fixátorů s přídatnou možností jejich miniinvazivního použití jako podvlékané dlahy (77)

Cílem léčby periprotetické zlomeniny je návrat pacienta do úrovně aktivity před úrazem. Z chirurgického hlediska většina autorů je za ideální považována miniinvazivní technika s použitím implantátu respektujícího cévní zásobení a biologii distálního femuru a který je navíc adaptabilní pro různé druhy designů totálních náhrad kolenního kloubu. Implantát by měl poskytovat dostatečnou primární fixaci umožňující bezprostřední cvičení kolenního kloubu po operaci (77).

Cílem léčby periprotetické zlomeniny je stabilní endoprotéza kolenního kloubu, kompletní zhojení zlomeniny, bezbolestný pohyb v kolenním kloubu v minimálním rozsahu 0°- 90°. To vše by mělo dosaženo do 6 měsíců od traumatu (78).

Za úspěšně vyřešenou suprakondylickou periprotetickou zlomeninu lze považovat takovou, u které je dosaženo dobrého rozsahu pohybu s deficitem flexe/extenze <10° a úchytkou ve smyslu varus/valgus <5°, pevného zhojení zlomeniny se zkrácením <2 cm a stabilní protézou kolenního kloubu (198). Anamnestická data získaná od pacienta s posouzením jeho předchorobí a posouzení jeho celkového zdravotního stavu musí být zavzaty do terapeutického plánu léčby periprotetické zlomeniny.

5.2. Historie léčby periprotetické zlomeniny distálního femuru

V minulosti byla preferována zavřená léčba periprotetických zlomenin distálního femuru. Jako první se v literatuře zabývali operační terapií periprotetických zlomenin v roce 1977 Rinecker a Haibock (167, 78) na malém souboru pacientů doporučují jako řešení buďto otevřenou revizi a osteosyntézu nebo revizní náhradu kolenního kloubu.

První techniky osteosyntéz spočívaly v použití kobra dlah, kondylárních dlah a dynamického kondylárního šroubu. Tyto terapeutické postupy byly spojeny s extenzivním chirurgickým přístupem a signifikantními krevními ztrátami. Modernější techniky jako použití nitrodřeňového hřebu a podvlékaných dlah postupně v posledních letech převýšily použití starších technik (77).

V průběhu druhé poloviny minulého století se výrazně rozvíjela také osteosyntéza pomocí nitrodřeňových hřebů. Tyto se záhy začaly uplatňovat také v osteosyntéze periprotetické zlomeniny distálního femuru. Nitrodřeňové hřeby jsou šetrné k měkkým tkáním a vyžadují minimální chirurgický přístup. Jejich hlavní nevýhodou je, že je nelze použít u všech designů totálních náhrad kolenního kloubu. Tento typ implantátu je nepoužitelný u všech zadně stabilizovaných náhrad kolenního kloubu a také u některých náhrad zachovávajících zadní zkřížený vaz. Další nevýhodou designu většiny nitrodřeňových hřebů je nemožnost dostatečně distálního zavedení nejdistančnějšího šroubu, tak aby byla dostatečně fixována v krátkém distálním fragmentu (77).

Další významnou nevýhodou vidíme v nemožnosti dostatečné kontroly postavení distálního fragmentu ve smyslu rotačního postavení femorální komponenty. Malrotace femorální komponenty vede k excesivnímu otěru polyetylenového plata a časnému uvolnění totální náhrady kolenního kloubu, a to jak při implantaci primární či sekundární náhrady kolenního kloubu, stejně tak jako při řešení komplikací totálních náhrad jako je právě periprotetická zlomenina.

Další historický krok v léčbě zlomenin distálního femuru a zároveň periprotetických zlomenin v dané oblasti znamenalo zavedení zamykatelných dlah. Zamykatelné dlahy (vnitřní fixátory) poskytují celou řadu výhod v terapii periprotetických zlomenin. Je možné jejich zavedení z limitovaného přístupu a poskytují možnost vícebodové úhlově zamykatelné konstrukce poskytují dostatečnou oporu i v krátkém distálním periprotetickém fragmentu. Za jednu z hlavních výhod podvlékaně zavedené dlahy je považováno šetření cévních struktur zásobujících distální femur. V práci zabývající se porovnáním podvlékaně zavedení dlahy

s konvenční dlahou na 20 kadaverózních pacientech zjistili Farrouk a kol. (46) nulové nebezpečí poranění cévních struktur při použití podvlékané dlahy a na druhé straně 65% riziko poranění cévních struktur při použití konvenční dlahy s extenzivním přístupem. Dalším historickým krokem je pak zavedení LCP (locking compression plate) dlah u kterých lze kombinovat zamykatelné a standardní šrouby a tím potencovat výhody obou systémů. Posledními novinkami v terapii periprotetických zlomenin je uvedení dlah s možností polyaxiálního zavádění zamykatelných šroubů a speciálních periprotetických dlah s možností zavedení šroubů kolem implantátu.

V průběhu času poznatky o cévním zásobení a biologii kostní tkáně v oblasti distálního femuru v souvislosti s hojením periprotetické zlomeniny vedly ke změnám v pohledu na léčbu periprotetických zlomenin. Evoluce vedla k posunu léčby od extenzivních přístupů a rigidní anatomické fixace k miniinvazivně perkutánně zaváděným zamykatelným dlahám a retrográdně zaváděným nitrodřeňovým hřebům. Řada publikovaných prací pak podporuje svými výsledky použití těchto implantátů (46, 77, 98).

Z našeho pohledu byla a jsou tyto trendy do značné míry ovlivněny firemním tlakem na používání nově vyvinutých implantátů a nekritický přístup vede k eliminaci nízkonákladových implantátů, které v řadě případů periprotetických zlomenin poskytují možnost rychlé osteosyntézy s dokonalou primární fixací periprotetické zlomeniny.

5.3. Léčba peroperačních a časně pooperačních zlomenin

Peroperační suprakondylické zlomeniny nebývají obvykle dislokované nebo kominutivní a jsou spojeny s malým zhmožděním měkkých tkání (41, 98). Bývají klasifikovány jako diafyzární nebo metafyzární. Diafyzární periprotetické zlomeniny jsou obvykle způsobeny perforací kortiky, kdy vzniká defektní neúplná zlomenina v přední kortikalis diafýzy femuru při zavádění intramedulárního diafyzárního cíliče a často dochází k jejich přehlédnutí. Zřídka dochází k následnému dolomení (41). Nejčastěji postiženým místem bývá přechod mezi spongiózní kostí v metafyzární části a kortikální kostí diafyzární části distálního femuru. V případě, že je takováto zlomenina peroperačně rozpoznána, je řešením implantace stemové protézy, která přemostí místo zlomeniny v délce, která je minimálně dvojnásobkem šíře femorálního kanálu. Místo zlomeniny lze posílit kostním štěpem (41). Ideálním řešením je použití žebrovaného cylindrického dřívku, který zajistí dostatečnou rotační stabilitu.

V literatuře se doporučuje použití bezcementové techniky v místě zlomeniny a proximálně od

ní s tím, že kostní cement brání zhojení zlomeniny zabráněním axiální zátěže. Pokud je zlomenina dislokovaná, můžeme stemovou protézu augmentovat transkondylárními šrouby k udržení korektního postavení (41, 121).

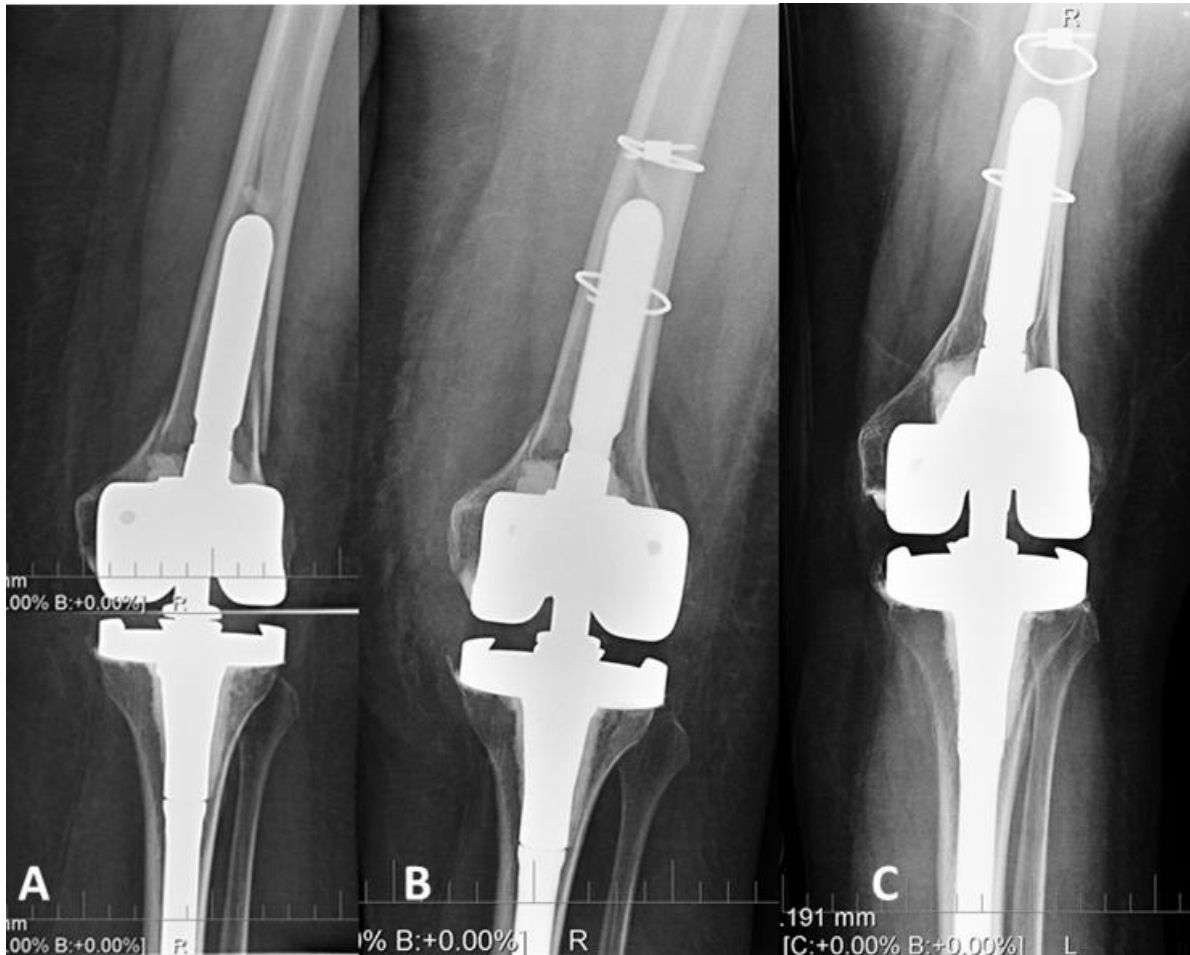


Obr. 13 Pacientka 72 let. Peroperační zlomenina mediálního kondylu femuru řešená osteosyntézou jedním šroubem

Pokud je peroperační suprakondylická zlomenina zaznamenána až po implantaci femorální komponenty, je na rozhodnutí chirurga, zda vyřeší stávající situaci bezprostřední replantací femorální komponenty nebo přídatnou fixací pomocí zamykatelné dlahy. Postup samozřejmě také závisí na vybavení pracoviště a dosažitelnosti jednotlivých možností řešení.

Z naší zkušenosti nevylučujeme zcela techniku s použitím cementovaných dříků, zejména v terénu porotické kosti či větších kostních defektů. Při použití cementovaných dříku musíme dbát na správnou techniku cementování a vyloučit průnik kostního cementu mezi fragmenty zlomeniny. S použitím kostního cementu lze v osteoporotické kosti dosáhnout podstatně vyšší primární stability zejména v oblasti distálního fragmentu. Při použití této techniky

doporučujeme obložení místa zlomeniny kostními štěpy. Zvýšení možnosti axiální zátěže zlomeniny tudíž zvýšenou axiální stabilitu ve srovnání s necementovaným dříkem považujeme za výhodu, která umožní časnou pooperační zátěž zejména u starších pacientů.



Obr. 14 Pacientka 64 let. Revizní náhrada kolenního kloubu dříkovým implantátem s necementovanými revizními dříky. Peroperačně nerozpoznaná periprotetická zlomenina, zjištěná na pooperačním RTG (A). 5. pooperační den provedena osteosyntéza pomocí titanových kablíků (B). Stav 11 let po operaci (C).

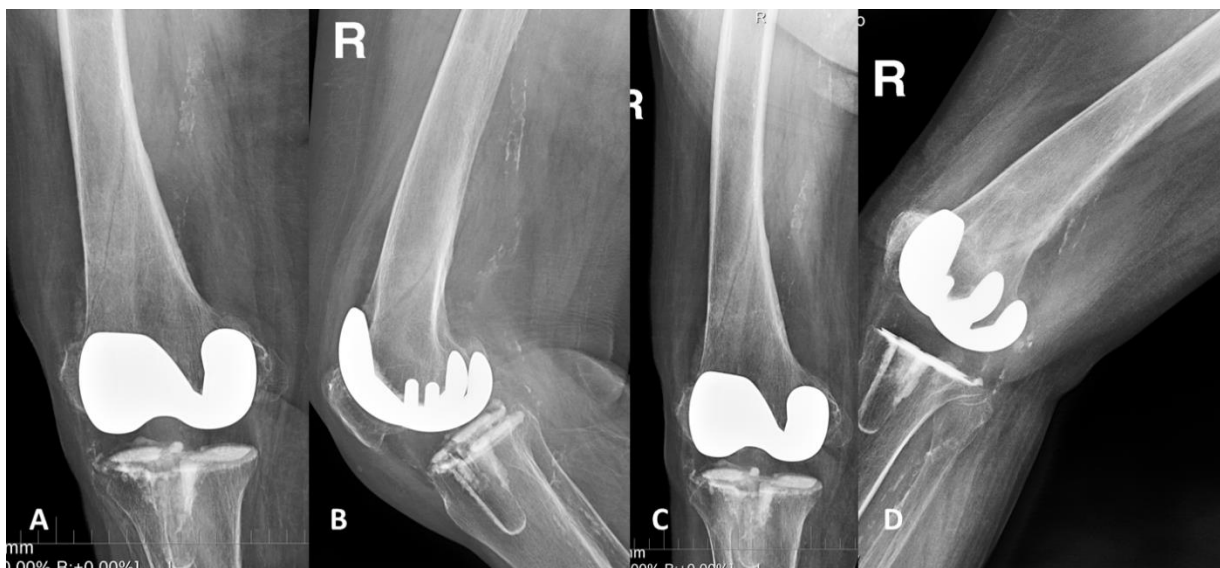
Tuto techniku tedy jednoznačně doporučujeme u pacientů starších, v terénu osteoporotické kosti, kde je cílem rychlá mobilizace pacienta s možností téměř plné zátěže končeny bezprostředně po operaci. Naproti tomu techniku s použitím necementovaného dříku preferujeme u pacientů mladších s dobrou kvalitou kosti. Dalším předpokladem úspěšnosti této metody je dobrá spolupráce s pacientem s možností limitované zátěže po dobu hojení zlomeniny.

V případech, kdy peroperační suprakondylická periprotetická zlomenina nebyla peroperačně rozpoznána nebo v případech, kdy není k dispozici stemová varianta endoprotézy kolenního kloubu je doporučováno odlehčení o berlích s minimální zátěží operované končetiny po dobu 6 – 8 týdnů (41).

5.4. Konzervativní léčba periprotetické zlomeniny

Konzervativní terapie byla popsána Hirshem a kol. (78), který v roce 1981 publikoval soubor čtyř pacientů léčených konzervativně. Jako vhodný uvádí tento způsob léčby u pacientů, kde lze snadnou dosáhnout repozice a retence zlomeniny konzervativním způsobem.

Selhávání konzervativní léčby bylo dokumentováno Shortem a kol. (185). Dalším autorem uvádějícím možnost konzervativní terapie byl Oni (145), který propagoval terapii pomocí skeletální trakce. V roce 1984 Merkel a Johnson v přehledovém článku podporují možnost konzervativní terapie periprotetické zlomeniny (134). Na druhé straně selhání konzervativní léčby uvádí ve své práci Short a kol. (185).



Obr. 15 Pacientka 82 let. Zlomenina bez dislokace (Typ I klasifikace Tomáš 2010) (A, B) konzervativní léčba. 3 týdny fixace v ortéze následně funkční terapie v ortéze s limitovaným pohybem. Po 3 měsících dochází ke zhojení zlomeniny (C, D).

V dané době byla alternativou pro konzervativní terapii dlahová osteosyntéza konvenční dlahou s extenzivním přístupem k místu zlomeniny, s devaskularizací místa zlomeniny,

signifikantní krevní ztrátou a nedokonalou fixací osteosyntetického materiálu v osteoporotické kosti. Výsledkem takovéto terapie bylo často opožděné hojení nebo vznik paklobu eventuálně i se zlomeninou osteosyntetického materiálu. Z tohoto hlediska zůstávala konzervační terapie vhodnou alternativou i přes možná rizika nezhojení nebo zhojení v malpozici a nutnosti prolongované imobilizace pacienta.



Obr. 16. Pacientka 78 let periprotetická zlomenina typu II B (klasifikace Tomáš 2010) (A, B). Pro špatný celkový stav provedena miniosteosyntéza pomocí Kirschnerových drátů a šroubů (C, D). 12 dní po zlomenině po stabilizaci celkového stavu osteosyntéza konvertována na nitrodřeňový hřeb s augmentací atreficiální kosti (E, F). Stav 8 let po zlomenině (G, H)

Se získáváním dalších zkušeností s léčbou periprotetických zlomenin byl stále více podporován operační přístup v léčbě periprotetické zlomeniny s důrazem na možnost časně

mobilizace a rychlého dosažení požadovaného rozsahu pohybu v kolenním kloubu a minimalizaci rizika vzniku pakloubu nebo malpozice v místě periprotetické zlomeniny (136). Konzervativní léčba ať už s nebo bez skeletální trakce je dnes již v podstatě obsoletní metodou léčby vzhledem k tomu, že je spojena s vysokým rizikem celkových komplikací vyplývajících z dlouhodobě imobilizace jako pneumonie, trombembolická choroba, dekubity a další (41).

Konzervativní terapie spočívá v použití prosté skeletální trakce, použití kombinace transfixace Kirschnerovými dráty a sádrové fixace nebo ortézy (obr. 16) nebo pouhého použití sádrové fixace či ortézy (obr. 15). Konzervativní léčba je určena pro pacienty, kteří nemohou podstoupit léčbu operační nebo pro případy neúplných nebo nedislokovaných zlomenin. Hlavními nevýhodami konzervativní terapie je:

1. Vysoké riziko obecných pooperačních komplikací související s dlouhodobým upoutáním pacienta na lůžku, které se zvyšuje s věkem a komorbiditami pacienta.
2. vyšší riziko nezhojení, vzniku pakloubu nebo zhojení v malpozici.
3. Omezení pohybu v kolenním kloubu

Z těchto důvodů je v dnešní době jednoznačně preferován chirurgický přístup v léčbě periprotetické zlomeniny ve všech případech, kdy to přidružené okolnosti umožňují (3, 107, 121).

Konzervativní léčba je suprakondylické periprotetické zlomeniny je v dnešní době s ohledem na zdokonalení osteosyntetických metod a poznatkům o biologii hojení kostní tkáně výrazně upozaděna řešením chirurgickému. Na druhé straně zlomeniny neúplné nebo zlomeniny s minimální dislokací a s minimálním rizikem další dislokace v průběhu konzervativní terapie, zlomeniny se stabilním implantátem a stabilním dřikem implantátu mohou stále být léčeny konzervativně (obr. 15). Další podmínkou je dobrý stav kostní tkáně. Možností je použití sádrové fixace končetiny nebo ortézy s vyloučením zátěže postižené končetiny. Nutností je pravidelné rentgenografické sledování pacienta a s bezprostředním chirurgickým zásahem při známkách dislokace či nehojení zlomeniny (160). K tomuto typu terapie mohou být indikovány zlomeniny typu I většiny klasifikací. Podtypem typu I však bývají i kompletní nebo neúplné avulze epikondylů, které vznikají při varózním nebo valgózním násilí při flexi kloubu. Vzhledem k vysokému riziku vzniku nestabilní endoprotézy s následným rychlým selháním implantátu vyžaduje tento typ zlomenin chirurgický přístup s repozicí a fixací fragmentu. Vysoké riziko této komplikace hrozí zejména při postižení mediálního epikondylu. Následná chronická mediální nestabilita kolenního kloubu je obtížně řešitelným problémem. Pozdní rekonstrukce obvykle není možná a náhrada insuficientního vnitřního postranního

vazu v terénu endoprotézy kolenního kloubu nevede k úspěšné stabilizaci kloubu. Jediným možným řešením je pak obvykle replantace endoprotézy za závěsnou náhradu. Ke stabilizaci zlomeniny epikondylu obvykle postačuje osteosyntéza jedním šroubem s podložkou (122). Další indikací pro konzervativní terapii je stav pacienta ať už celkový nebo lokální, který nedovoluje otevřený výkon s repozicí a stabilizací zlomeniny. V takovýchto případech přikládáme sádrou fixaci nebo ortézu při zlomeninách s malou dislokací (do 5°varozní nebo valgózní úchyly, zkrácení do 2 cm, extenční postavení fragmentu distálního femuru do 10°). Pokud je zlomenina významněji dislokovaná je potřeba provést její repozici v šetrné celkové nebo svodné anestezii pod RTG zesilovačem a její transfixaci Kirschnerovými dráty, které zavádíme z miniincizí. Zavádíme obvykle tři dráty z oblasti méně postiženého kondylu a jeden až dva stabilizační dráty z oblasti více postiženého kondylu. Je potřeba použít dráty dostatečné tloušťky, aby umožnily provrtání kortiky v proximálním fragmentu. Minimální tloušťka drátů je 1,5 mm. Následně dráty zahneme a zanoříme pod kůži. Po stabilizaci lokálního nebo celkového stavu pacienta je vhodné konvertovat na stabilní osteosyntézu (obr. 16). Snahou je rychlá vertikalizace pacienta a chůze bez zátěže operované končetiny. Samozřejmostí je pravidelné RTG sledování.

5.5. Operační léčba periprotetické zlomeniny distálního femuru

Dislokované a ireponibilní suprakondylické zlomeniny s dostatečnou kvalitou kosti v distálním fragmentu prakticky vždy vyžadují operační intervenci, vzhledem k faktu, že konzervativní terapie je zatížena vysokou pravděpodobností selhání (41). K osteosyntéze je používána celá řada implantátů, včetně kondylárních úhlových dlah, dynamického kondylárního šroubu (DCS), kobra dlahy, flexibilní či rigidní nitrodřeňové hřeby (3, 60). V posledních letech se staly i u těchto zlomenin populárními úhlově stabilní implantáty (3, 37, 107). Podle autorů přináší větší množství šroubů zavedených pod žadaným úhlem optimální stabilitu v místě periprotetické zlomeniny (107). Zamykatelné dlahy jako LISS (Less Invasive Stabilization System) mohou být implantovány s minimální disekcí měkkých tkání a bez sesunutí periostu, čímž snižující poškození cévního zásobení kosti (37, 107). LISS implantáty prakticky v posledních letech nahradily kondylární a DCS dlahy. V biomechanických studiích na kadaverózních preparátech byla prokázána vyšší stabilita zamykatelných implantátů ve srovnání s klasickými dlahami (153).

Cílem chirurgické léčby je

co nejdokonalejší restituce mechanického osového postavení končetiny

umožnění časně mobilizace pacienta, které vede ke snížení komplikací plynoucích z dlouhodobého upoutání na lůžko

pomocí adekvátní osteosyntézy zajištění co nejlepšího hojivého potenciálu místa zlomeniny, ve kterém, jejíž kompromitováno cévní zásobení (173)

Dislokované nereponibilní zlomeniny jsou jednoznačně indikovány k operační terapii.

Rozhodování o způsobu operační léčby závisí především na stabilitě implantátu. Pokud je endoprotéza stabilní a pevně připojena ke kostěnému fragmentu je zlomenina indikována k osteosyntéze (107). I když většina klasifikací požaduje pevné připojení obou kondylů

k endoprotéze, z našich zkušeností vyplývá, že k úspěšné léčbě pomocí osteosyntézy stačí větší polovina jednoho kondylu pevně připojená k femorální komponentě. Při nízkých

zlomeninách bývá přítomna v oblasti druhého kondylu tříštivá zóna, které však při správném operačním postupu nebrání osteosyntéze.

K rozhodnutí o typu operačního postupu tak rozhoduje stav distálního fragmentu, jeho velikost, délka, míra připojení k endoprotéze, stav periprotetické kostní tkáně, přítomnost osteoporózy a další (122)

5.5.1. Operační technika

Významnou pozornost v osteosyntéze periprotetické zlomeniny distálního femuru je potřeba věnovat přístupu. Většina prací popisuje použití klasického laterálního přístupu shodného s přístupem k suprakondylické zlomenině bez přítomnosti endoprotézy (69, 107, 181). Tento přístup minimalizuje potřebu disekce měkkých tkání a zároveň umožňuje zavedení dlahy miniinvazivní technikou (137). Na druhé straně přední přístup s využitím jizvy po implantaci náhrady kolenního kloubu umožňuje lepší přehled v oblasti distálního femuru a snadnější repozici úlomků do korektního postavení, včetně kontroly rotačního postavení femorální komponenty. Tento přístup navíc eliminuje další jizvení měkkých tkání způsobené přidatným laterálním přístupem a je více extenzivní. Další indikací k použití předního přístupu jsou případy, kdy máme jakékoliv pochybnosti o stabilitě femorální komponenty, respektive jejímu pevnému uchycení k fragmentům distálního femuru. V těchto případech lze zamýšlenou osteosyntézu snadno konvertovat na revizní náhradu kolenního kloubu. Nevýhodou tohoto přístupu je nutnost strippingu měkkých tkání v oblasti laterálního kondylu distálního femuru k ozřejmění oblasti implantace osteosyntetického materiálu, což může teoreticky zvýšit riziko výskytu pakloubu.

Miniinvazivní technika obvykle vyžaduje v první době provedení zavřené repozice zlomeniny za použití trakce obvykle AO distraktorem. Zavedení distraktoru pomůže udržet končetinu ve správné délce a rotaci. Problémem je správné rozpoznání rotačního postavení distálního fragmentu vůči fragmentu proximálnímu. Jak už bylo zmíněno výše, rotační úchylka vede nejen k poruchám chůze, ale i k nerovnoměrné zátěži endoprotézy s výsledným zrychleným otěrem polyetylenového plata a následným uvolněním endoprotézy. Doposud nebyly publikovány validní doporučení, které by vedly k eliminování rotační chyby při miniinvazivním zavádění osteosyntetického materiálu. Pokud při kontrole postavení endoprotézy pod RTG zesilovačem vznikne podezření na stabilitu endoprotézy, respektive jejímu dostatečnému kontaktu s distálním fragmentem, je indikován přístup původní jizvou s revizí endoprotézy. Pokud je její uvolnění verifikováno, je následně indikována revizní náhrada kolenního kloubu (92). Podle použitého chirurgického přístupu a podle typu zlomeniny může být repozice v podstatě provedena třemi způsoby.

Za prvé lze zlomeninu reponovat za pomoci reпозиčních kleští s eventuálním následným použitím cerkláže dráty nebo titanovými kablíky. Poté přikládáme dlahu k již zreponované zlomenině.

Za druhé můžeme dlahu nejprve fixovat k proximálnímu fragmentu zlomeniny a následně k dlaze doreponovat distální fragment. Tato technika je problematická v případech, kdy dlahu nedostatečně odpovídá anatomii daného pacienta a dojde k nedostatečnému přiložení dlaha k postižené kosti. Podobně je tomu v případech již preexisutující malpozice endoprotézy.

Za třetí, v případě kominutivních zlomenin lze dlahu použít jako přemostující bez alterace měkkých tkání v místě zlomeniny (29).

U zlomenin v oblasti uvolněné náhrady kolenního kloubu sice může být zachována dostatečná kvalita kostní tkáně i podmínka reponibility zlomeniny, ale vzhledem k faktu uvolnění endoprotézy a tím narušení biomechaniky hojení zlomeniny je řešení osteosyntézou nutně selhávající. Léčba těchto zlomenin pak spočívá v revizní náhradě kolenního kloubu s přemostěním místa zlomeniny necementovaným dřikem endoprotézy. Výsledky revizních náhrad kolenního kloubu v podmínkách periprotetických zlomenin však nejsou jednoznačné (137, 174).

5.5.2.Kondylární dlahy

V roce 1970 AO skupina (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) publikovala první výsledky suprakondylárních femorálních zlomenin řešených na základě principů stanovených touto skupinou pomocí kondylární dlaha se 74 % dobrých a výborných výsledků (217).

Navzdory stoupající incidenci periprotetických zlomenin a s tím vrůstající incidenci komplikovaných zlomenin v osteoporotickém terénu uvádí Kolb (102) stále stoprocentní úspěšnost osteosyntézy za použití 95° kondylární dlaha a techniky nepřímé repozice. Autor propaguje 95° kondylární dlahu a techniku nepřímé repozice jako metodu, která i dnes při stále vzrůstajícím výskytu komplikovaných zlomenin vede při dodržení operační techniky k úspěšnému zhojení periprotetické zlomeniny distálního femuru a k dobrým dlouhodobým výsledkům. Na druhé straně autoři uvádí nejlepší výsledky, pokud jsou technika a implantát použity u zlomenin uložených více proximálně nad femorální komponentou a s minimální kominucí v oblasti distálního fragmentu. Jako další podmínku úspěšné osteosyntézy uvádějí autoři zkušenosti s implantátem i použitou technikou (101).

Ačkoli názory na léčbu periprotetických zlomenin distálního femuru zdaleka nejsou jednotné, upřednostňovanou metodou léčby je dlahová osteosyntéza (60). Teoreticky kondylární dlahy poskytuje bezpečnější kotvení ve spongiózní kosti distálního femuru než DCS, který vyžaduje více kvalitní spongiózní kosti pro bezpečnou pozici šroubu. Vzhledem k přítomnosti

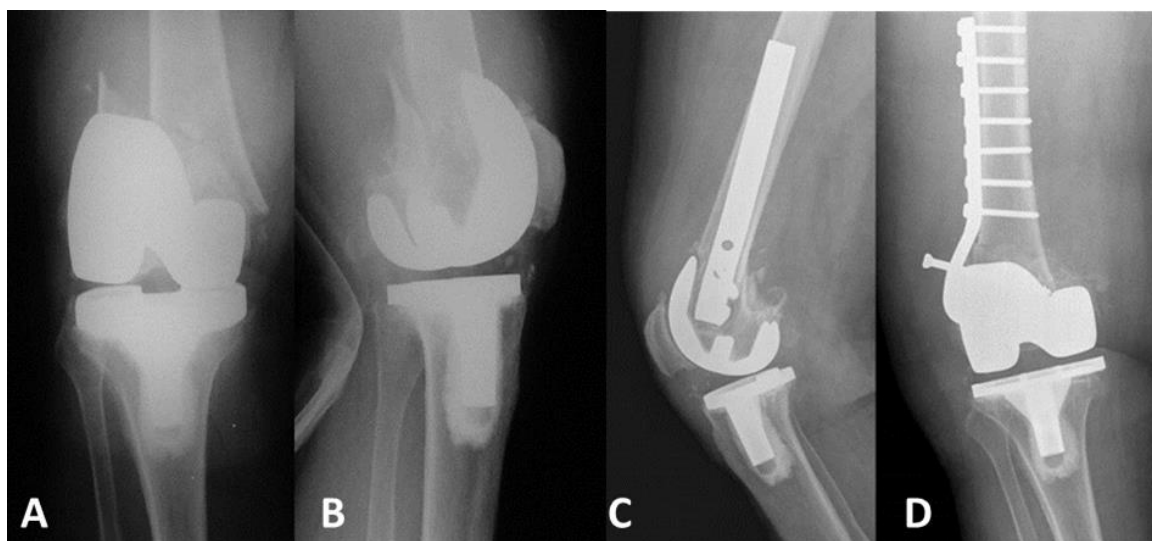
endoprotézy je pak, na rozdíl od standardní zlomeniny distálního femuru, korektní umístění šroubu implantátu velmi nesnadné (38). Také v našem souboru zejména ve skupině II A zlomenin se ukazuje úhlová kondylární dlahu ideálním implantátem. Zavedením dlahy do intaktního mediálního kondylu dosáhneme kvalitní podpory femorální komponenty. Spongiózní kost se těsně nad implantátem zapře o širokou čepel dlahy a endoprotéza tak získá dostatečnou stabilitu v průběhu hojení. Dlahu adekvátním způsobem přemostí laterální kominutivní zónu. Montáž navíc zpevňují šikmo zavedené šrouby z distálních otvorů dlahy, které směřujeme do intaktního mediálního kondylu (obr. 17).



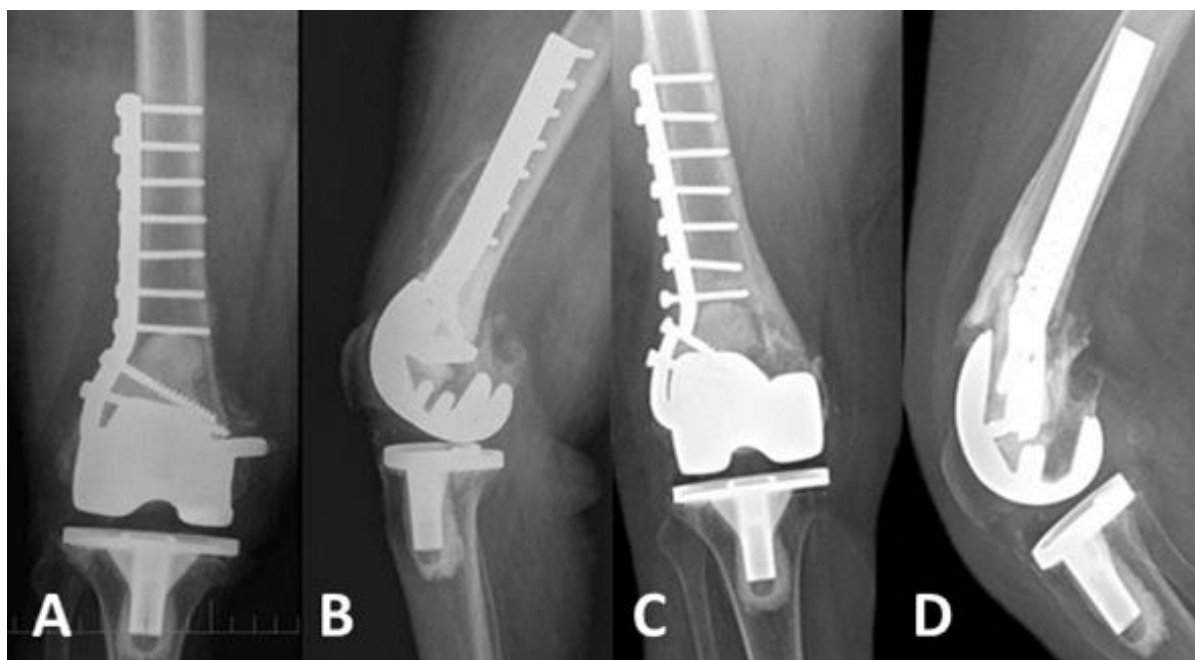
Obr. 17 Zlomenina typu II A (klasifikace Tomáš 2010)řešená osteosyntézou kondylární dlahou. Čepel dlahy nachází oporu v intaktním mediálním kondylu femuru.

Jiná situace nastává v případech zlomenin skupiny II B, kde nelze dosáhnout dostatečné opory v mediální kominutivní zóně pro dlahu, kterou zavádíme z laterální strany. Navíc šikmo zaváděné šrouby nemohou zpevnit montáž, vzhledem k faktu, že jsou cíleny do kominutivní zóny (obr. 18, 19, 20) (210). Stávající klasifikační systémy se tímto typem zlomeniny

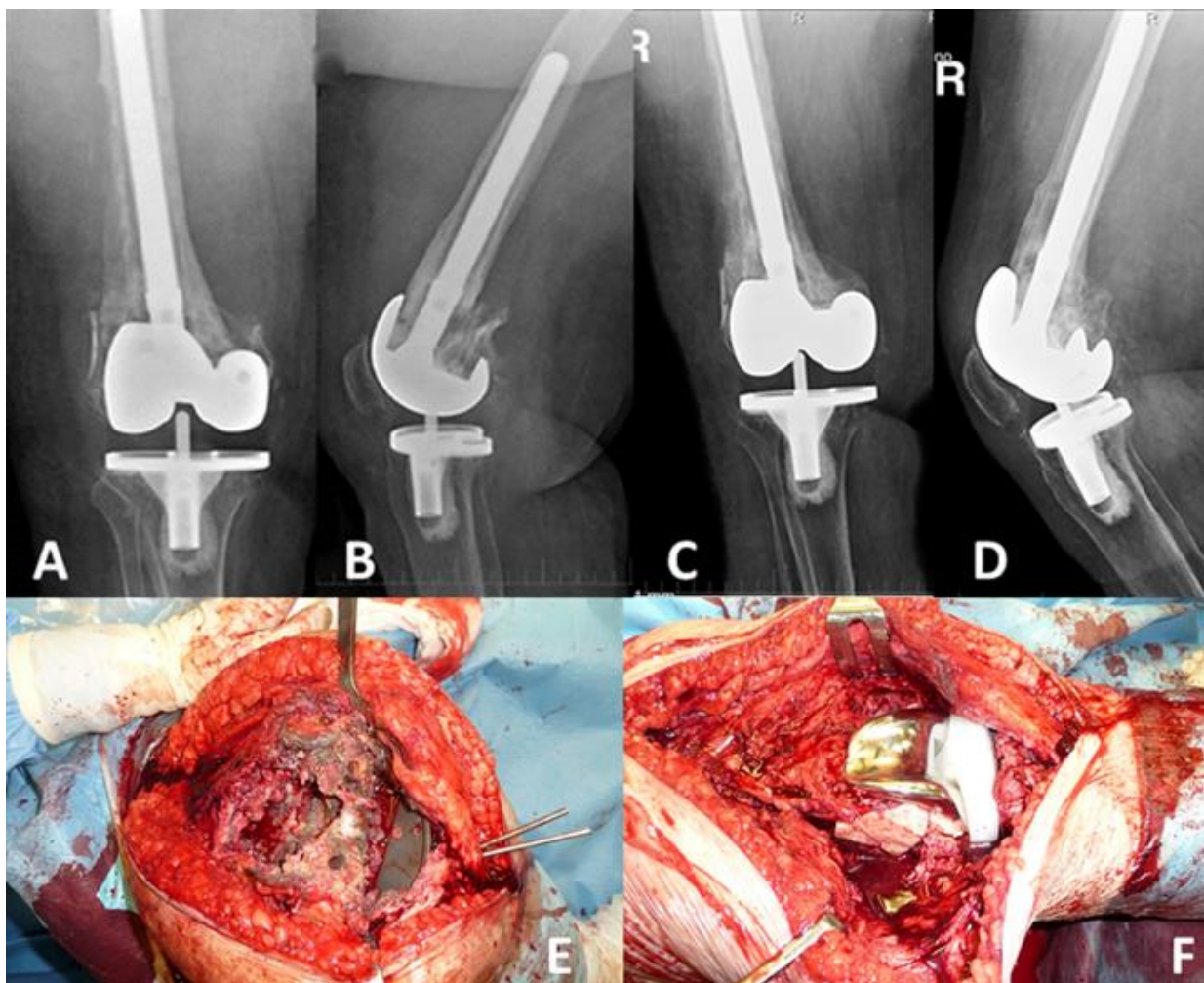
nezabývají, ačkoli jak vyplývá z naší studie, není až tak vzácná a pro úspěšnou léčbu je rozpoznání uvedeného typu zlomeniny a stanovení správného terapeutického postupu klíčové.



Obr. 18a Žena 72 let. Periprotetická zlomenina distálního femuru typu II B (klasifikace Tomáš 2010) (A, B). Osteosyntéza kondylární dlahou (C, D). Čepel dlahy nenachází oporu v kominutivní zóně mediálního kondylu femuru.



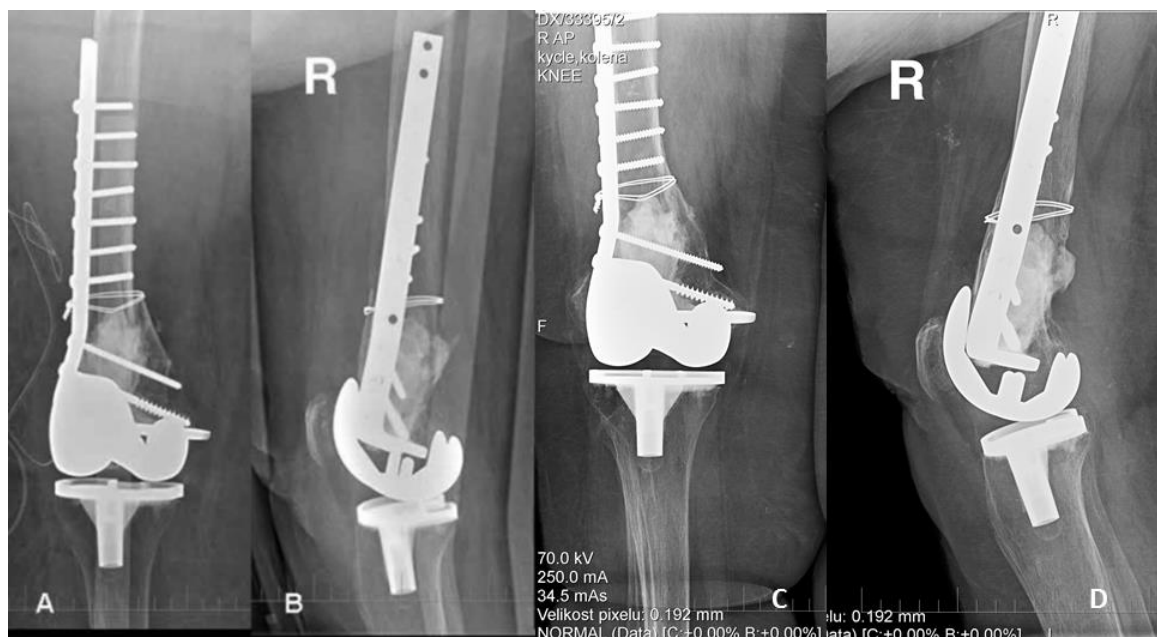
Obr.18b Stav řešení sekundární cementoplastikou 2 týdny po periprotetické zlomenině (A, B). Po 4 letech dochází k selhání se zlomením kondylární dlahy (C, D).



Obr. 18c Stav následně řešen revizní náhradou kolenního kloubu se stemem (A, B, F) a přídavným aloštěpem do rozsáhlé defektní zóny v periprotetické oblasti (E, F). Po 5 letech endoprotéza bez uvolnění s vhojením kostního štěpu (C, D).

U těchto zlomenin je potřeba zvažovat přídavnou augmentaci. V technice augmentace se uplatňují spongiózní kostní štěpy, kortikospongiózní aloštěpy, kostní cement a podpurná fixace přídavnými tahovými šrouby zavedenými mezi fragmenty (92, 119). Nejstabilnější augmentací je kostní cement vnořený do kominutivní zóny, tak aby vyplnil prostor mezi endoprotézou a čepelí kondylární dlahy, tím dosáhneme dobré primární stability montáže (obr. 21). Získání sekundární stability a plnohodnotné přehojení zlomeniny je však podle některých autorů sporné (126, 136). Jinou možností u tohoto ne příliš častého typu zlomenin je zavedení dlahy z mediální strany, tak aby opora byla získána v intaktním laterálním

kondylu. S touto technikou zatím nemáme vlastní zkušenosti a ani v nám dostupné literatuře jsme nenašli zmínku o takové možnosti.

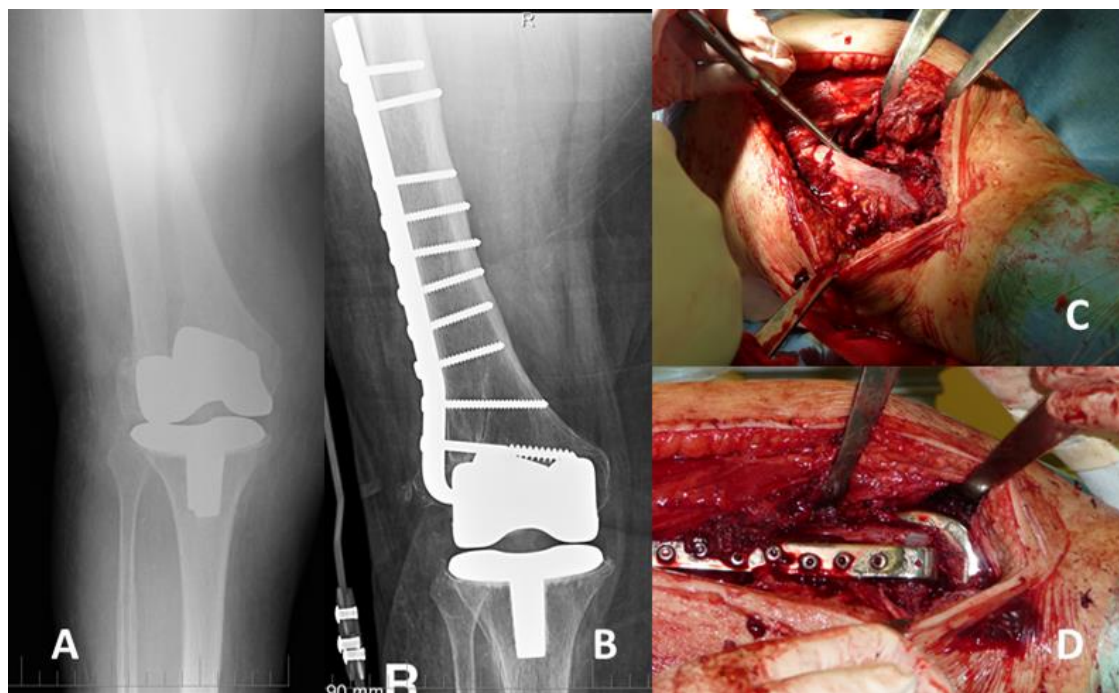


Obr. 19 Pacientka 69 let. Po bilaterální extrakci endoprotéz kyčelního kloubu pro infekci. Zlomenina typu II A (klasifikace Tomáš 2010) v terénu výrazné osteoporózy řešená osteosyntézou kondylární dlahou s přídatnou cementoplastikou (A, B). Po 8 letech zlomenina kompletně přehojena (C, D).

5.5.2.1. Operační postup kondylární dlahy

Při osteosyntéze využíváme široký přístup k distálnímu femuru k ozřejmění pozice implantátu. Možnost využití miniinvazivních přístupů při osteosyntéze kondylární dlahou je významně limitována tvarem implantátu. V případech, kdy nemáme jistotu o dostatečné fixaci jednoho z kondylů k endoprotéze, používáme střední přístup pro případ možné konverze na revizní náhradu kolenního kloubu. Při zlomeninách v úrovni implantátu (II A a II B naší klasifikace) zavádíme čepel dlahy z kominutivní zóny do oblasti intaktního kondylu (mediálního u II A a laterálního u II B typu). Před zavedením dlahy reponujeme postavení tahem, tak abychom dosáhli korektního postavení dlahy ve frontální rovině ve smyslu

varózního a valgózního postavení. V případě extenzního postavení distálního fragmentu můžeme reponovat distální fragment pomocí čepele dlahy. Pod RTG zesilovačem stanovíme v bočné projekci úhel extenze a čepel dlahy zavádíme do distálního fragmentu v daném úhlu extenze, tedy tak, aby čepel dlahy byla pokud možno paralelně s distální částí femorální komponenty. Čepel dlahy zavádíme ideálně 3 – 5 mm nad pegy femorální komponenty.



Obr. 20 Žena 74 let. Periprotetická zlomenina distálního femuru typu II A (klasifikace Tomáš 2010) (A) s laterální kominutivní zónou (C). Osteosyntýza kondylární dlahou. Dlahu zavádíme otevřeně 3-4 mm nad pegy femorální komponenty (D). Zlomenina zhojena, výsledek 5 let po úrazu (B).

Otočením dlahy tak, aby proximální část byla paralelně s diafýzou femuru, dosáhneme repozice zlomeniny. Další možností je repozice extenzního postavení přes reпозиční válec připevněný na operační stůl. Po kontrole korektního postavení pod RTG zesilovačem v obou rovinách zavádíme čepel dlahy. Další šrouby v metafyzární oblasti zavádíme šikmo distálně do intaktního kondylu (jeden až dva šrouby) k posílení montáže. V případech defektní kostní tkáně posilujeme osteosyntézu spongioplastikou štěpy odebranými z lopaty kosti kyčelní. U starších pacientů dáváme přednost cementové plombáži k posílení stability osteosyntézy. Při použití cementové výplně je potřeba kostní cement natlačit maximálně distálně, tak by se dostal do kontaktu s femorální komponentou. Cement aplikujeme po zavedení dlahy na její

místo. Před ztuhnutím cementu zavádíme do plomby další šrouby ke zvýšení stability implantátu. Musíme dávat pozor, aby kostní cement nepronikl mezi jednotlivé kostní úlomky a nediskreditoval hojení kostní tkáně (obr. 28, 29, 30). Druhý pooperační den pacienta vertikalizujeme.



Obr. 21 Muž 62 let. Periprotetická zlomenina typu II B (klasifikace Tomáš 2010) (A, B). Dlahová osteosyntéza kondylární dlahou z mediální strany (C, D). Bezproblémové zhojení zlomeniny po 4 měsících (E, F).

Podle stavu kostní tkáně a stability osteosyntézy povolujeme limitovanou zátěž, na chůzi eventuelně přikládáme ortézu ke zvýšení stability. Kolenní kloub cvičíme na motorové dlaze. Využíváme standardní protokol ATB profylaxe a prevence TEN obdobně jako při revizní náhradě kolenního kloubu. Při nekomplikovaném průběhu povolujeme plnou zátěž za 3 – 4 měsíce od operace.

5.5.2.2. Technika nepřímé repozice s osteosyntézou kondylární dlahou

Technika zahrnuje standardní laterální přístup k distálnímu femuru. Pacient je uložen standardně v pozici na zádech. Hyperextenzi distálního fragmentu korigujeme pomocí při 60° flxi v kolenním kloubu podložením válcem. Po proniknutí přes fascia lata elevujeme m. vastus lateralis od linea aspera, přičemž se snažíme uchránit procházející perforátory. Ozřejmíme laterální a přední plochu distálního femuru. Maximálně chráníme měkké tkáně na mediální a zadní straně distálního femuru. Pod RTG zesilovačem zavádíme Kirschnerův drát paralelně s kloubní linií. Následně zavádíme čepel kondylární dlahy do místa připraveného zaváděcím dlátem. Místo pro inzerci zaváděcího dláta je ve střední třetině přední poloviny

distálního femuru, 2,5 cm nad kloubní linií dané endoprotézou. Čepel, pokud možno zavádíme před kotvící pegy endoprotézy (126). Nepřímou repozici lze dosáhnout pomocí manuální trakce nebo za použití kompresně – distrakčního instrumentária. Cílem je dosažení adekvátního osového postavení, rotačního postavení a obnovení délky femuru. Následně přiložíme dlahu k proximálnímu fragmentu, fixujeme ji kostními kleštěmi a následně pomocí šroubů. K fixaci doručujeme použít do proximálního fragmentu minimálně čtyři šrouby. V terénu výrazné osteoporózy lze použít ke zvýšení pevnosti šroubů kostní cement. Šrouby zavádíme do ještě měkkého cementu a dotahujeme je v poslední fázi tuhnutí kostního cementu. V případě kominuce v distální části se snažíme vždy kostní cement co nejvíce natlačit do oblasti femorální komponenty. Ideální je dosažení kontaktu s původním cementem femorální komponenty. Důležitá je dostačená fixace dvou nejdistančnějších šroubů dlahy v kostním cementu. Jejich pevnou fixací výrazně zvýšíme pevnost celé montáže. Naopak při zavádění kostního cementu se musíme vyvarovat průniku cementu mezi jednotlivé fragmenty zlomeniny. Tento průnik a interpozice cementu mezi fragmenty významně negativně ovlivňuje hojení zlomeniny. V případech zlomenin ve výrazně osteoporotickém terénu lze k posílení montáže použít také kombinaci osteosyntézy s kostním štěpem. Také použití kostního štěpu lze kombinovat s výplní defektního prostoru kostním cementem. Pooperačně pacientům povolujeme chůzi o berlích s přiložením operované končetiny po dobu 6 – 8 týdnů. Pasivní cvičení kolenního kloubu povolujeme po vyjmutí Redonových drénů. Dále postupujeme na základě RTG kontrol. Plnou zátěž povolujeme podle známek hojení zlomeniny po 4 – 6 měsících (139, 146).

5.5.3. Dlahová osteosyntéza zamykatelnými implantáty

Na konci 90 let minulého století dochází k vývoji zamykatelných dlah jako je LISS systém (Less Invasive Stabilization System, Synthes, Oberdorf, Switzerland), Peri-Loc (Smith & Nephew, Memphis, Tennessee) a Periarticular Distal Lateral Femoral Locking Plate (Zimmer, Warsaw, Indiana). V dalším vývoji tyto dlahy následují nové systémy s možností polyaxiálního uzamčení šroubů jako NCB dlahy (Zimmer, Warsaw, Indiana) a Polyaxial Locked Plate (De Puy, Warsaw, Indiana). Tyto nové metody použití systémů dlah v léčbě periprotetických zlomenin výrazně ovlivnily přístup i k periprotetickým zlomeninám distálního femuru (77, 110, 42). Většina studií, doporučuje použití zamykatelné dlahy ve

formě vnitřního fixátoru (3, 107, 110, 158). I když jsou i práce, kde autoři úspěšně používají postup, kdy nejprve dlahu přimodelují a přiloží k distálnímu femuru a teprve potom uzamknou (163). Použití dlahových systémů u suprakondylické zlomeniny bez přítomnosti endoprotézy a periprotetické zlomeniny má některé odlišnosti, které je potřeba si uvědomit. Některé zamykatelné šrouby musí být použity unikortikálně vzhledem k přítomnosti femorální komponenty, některé šrouby mohou být zavedeny do cementového toulce obklopujícího endoprotézu. Polyaxiální šrouby byly vyvinuty za účelem snadnějšího, víceméně volného umístění šroubu v periprotetické oblasti, pokud možno bikortikálně, s jeho následným uzamčením (42). I když bikortikální fixace šroubu v periprotetické oblasti významně zvýší stabilitu montáže, zvyšuje tak celkovou tuhost systému, což má podstatný negativní efekt na sekundární hojení zlomeniny (37).

Monoaxiální zamykatelné dlahy jsou používány od 90 let minulého století a jejich použití zásadně změnilo výsledky osteosyntézy v porotické kostní tkáni. Tam velmi často selhávaly systémy tradičních dlah založené na použití kompresních šroubů. Moderní dlahy jsou pak dostupné v celé řadě modifikací přizpůsobených individuálním anatomickým podmínkám, a tak umožňují použití i u velmi nízkých periprotetických zlomenin, kde již nelze použít nitrodřeňový hřeb, a to ani takový, který je vybaven možností zkříženého nebo šikmého zavádění šroubů. Původní zamykatelné dlahy byly standardně používány na principu monokortikální fixace, která však často dosahovala nízkých hodnot rezistence proti pull-out fenoménu a tím pádem docházelo zejména v osteoporotické kosti k jejich častému selhávání. Později používané bikortikální zamykatelné šrouby dosahují významně vyšší stability (104, 124). Na druhé straně vyšší rigidita montáže při použití bikortikálních šroubů může vést k ovlivnění tvorby kostního svalku v místě zlomeniny a k prodlouženému hojení nebo vzniku pakloubu (37) Nově je i v oblasti periprotetických zlomenin využíván princip vzdáleného kortikálního zamčení - FCL (Far Cortical Locking), u kterého jsou používány šrouby se závitěm jen do vzdálenější kortiky, čímž se výrazně snižuje tuhost systému. Spočívá ve snížení průměru šroubu v místě průchodu bližší stěnou kortikální kosti. Tím dojde k tomu, že šroub není v bližší kortice uchycen a je tedy fixován monokortikálně, ale ve vzdálenější kortice (21). Podle biomechanických analýz provedených (19) vykazuje FCL systém tuhost nižší v kompresi o 88 % a v torzi o 58 % i ve srovnání s klasickou zamykatelnou dlahou. Co se týče pevnosti systému, vykazuje FCL systém pevnost nižší ve srovnání s klasickým LCP systémem, a to v kompresi o 7 % u neosteoporotické kosti a o 16 % u osteoporotické kosti. Pevnost v torzi byla u FCL systému vyšší o 54 % u neosteoporotické kosti a o 9 % u osteoporotické kosti. Stejně tak vykazuje systém vyšší pevnost v ohybu a to o 21 %

respektive 20 %. Tímto systémem umožňuje významně lepší tvorbu symetrického svalku. Předpoklad pro tyto výhody nového systému lze zřejmě bez výhrad aplikovat i na periprotetické zlomeniny (19, 109).

Tímto způsobem se výrazně sníží rigidita systému ve srovnání s bikortikálním zavedením šroubu, ale nedojde ke snížení síly uchycení. V současnosti začíná být tento princip fixace automaticky používán při zlomeninách v osteoporotické kostní tkáni. Dalším zlepšením zamykatelných dlah je možnost použití polyaxiálně zaváděných šroubů, které umožní zavedení a následní zamčení šroubu až pod úhlem 30°. To významně usnadní přesné zavedení šroubů do fragmentů pevné kostní tkáně v periprotetické oblasti.

Navzdory výhodám zamykatelných dlah ve srovnání s konvenčními dlahami je i tato technika zatížena určitým procentem selhání. Použití unikortikálních šroubů proximálně zvyšuje riziko vytržení dlahy proximálně z osteoporotické kosti a z tohoto důvodu je doporučováno zejména v osteoporotickém terénu, který je u periprotetických zlomenin obvyklý, použití bikortikálních šroubů. Zamykatelné dlahy jsou také výhodné k přemostění kominutivní zóny periprotetické zlomeniny. Zejména v těchto případech je však prvotní obnovení osového postavení zlomeniny klíčem k úspěšnému provedení osteosyntézy. Častou chybou bývá doreponování úlomků zlomeniny k dlaze, čímž dochází ke ztrátě korektního osového postavení a redislokaci zlomeniny. Zamykatelné dlahy nejsou konstruovány k tomu, aby perfektně konturovaly kostní povrch každé kosti. Z tohoto důvodu musí být jednoznačně postupováno tak, že nejprve reponujeme zlomeninu do korektního postavení, poté přikládáme dlahu a zavádíme šrouby v zamykatelném módu, i když dojde jen k limitovanému nebo žádnému kontaktu s povrchem kosti. Při použití této metody fixace periprotetické zlomeniny je důležité pochopení těchto základních principů včetně pracovní délky dlahy a tuhosti systému (44, 51, 214).

Stuebel a kol. (195) zkoumali použitelnost zamykatelných dlah u zlomenin, které jsou umístěny maximálně distálně, u kterých je endoprotéza fixována k fragmentu distálního femuru, který je však v proximodistální distanci minimální. Zjistili, že tyto zlomeniny nejsou kontraindikací k použití laterálně umístěné zamykatelné dlahy a dosažené výsledky jsou obdobné jako u zlomenin, u kterých lomná linie probíhá více proximálně.

Dráždění iliotibálního traktu a měkkých tkání v průběhu a po zhojení zlomeniny může v některých případech vést k nutnosti vyjmutí těchto dlah. To může činit nemalé obtíže, vzhledem k tomu, že často dochází při dotahování zámku ke stržení otvoru šroubu nebo při dokonalém zamčení ke studenému sváru mezi dlahou a šroubem. V případech nutnosti vyjímání těchto dlah musíme být na tyto eventuality připraveni a mít v instrumentáriu vrtáky

s karbidovým nebo diamantovým hrotem, štípací kleště na šrouby a odvrtávačky šroubů (195).

Nové metody dlahové osteosyntézy jako použití LISS systému v dnešní době výrazně převyšuje používání tradičního otevřeného přístupu s použitím konvenční dlahy. Podle literárních údajů je použití konvenčních dlahových systémů (kondylární dlaha, motýlovitá dlaha, dynamický kondylární šroub) spojeno s vysokým procentem komplikací. To je způsobeno otevřeným přístupem s odhalením distálního femuru, který může vést k poruše cévního zásobení a také systémem fixace v distálním fragmentu, který umožňuje úhlově stabilní ukotvení jen v jednom bodě. Výhodou nové generace implantátů je možnost umístění více šroubů co nejbližší do okolí femorální komponenty i do poměrně krátkého distálního fragmentu nebo porotické kostní tkáně. Cílicí zařízení potom významně usnadňuje miniinvazivní techniku zavedení dlahy. Ta pak umožní biologickou osteosyntézu, bez porušení hematomu v okolí zlomeniny, bez alterace cévního zásobení distálního femuru, periostu a okolních měkkých tkání. Při zamčení systému dlahy také není k dosažení dostatečné primární stability potřeba, aby dlaha naléhala přímo na kost. To jednak usnadní implantaci osteosyntetického materiálu, jednak šetří periost a eliminuje riziko kostní resorpce pod dlahou (39, 155, 214). Dvě recentní prospektivní studie, ve kterých byla dlahová osteosyntéza použita k řešení nízkých periprotetických zlomenin, prokazují úspěšnost metody 86 – 90 % s tím, že většina pacienta se vrátila k předúrazové pohybové úrovni. Sledování pacientů v souborech bylo 3–45 měsíců (28, 42).

Dlahová osteosyntéza s použitím zamykatelného systému o oblasti periprotetické zlomeniny vyžaduje dodržení některých zásad vyplývajících z pozorování několika autorů.

1. K nutnosti eliminace koncentrace stresových sil na dlahu je potřeba se vyhnout kontaktu mezi dvěma implantáty – dlahou, respektive jejími zamčenými šrouby a femorální komponentou endoprotézy kolenního kloubu. Mezi oběma implantáty by měl být ponechán kostní můstek absorbující stresové síly.
2. Je vhodné používat dlouhé dlahy s minimálně pěti otvory na každou stranu mimo oblast zlomeniny. Zamykatelné šrouby je doporučeno umísťovat na přeskáčku ob jeden otvor dlahy. Takováto montáž umožní lepší distribuci a absorpci stresových sil.
3. Cílem osteosyntézy je dosáhnout maximální periprotetické stability s posílením a podporou kostní tkáně v okolí implantátu. To může být v některých případech obtížně dosažitelné, hlavně u zlomenin zasahujících pod oblast femorálního štítu, a to zejména u zadně stabilizovaných endoprotéz kolenního kloubu. V těchto případech je nutné oblast stabilizovat unikondylárními šrouby, které v periprotetické oblasti nezajistí takovou stabilitu jako šrouby

bikondylární. Optimální je pak zavedení minimálně 4 metafyzeo-epifyzárních šroubů. Počet šroubů je samozřejmě závislý na typu a lokalizaci zlomeniny (125).

4. V poslední řadě je třeba rozhodnout o počtu zamčených šroubů, a to podle typu zlomeniny. V případech komplexních zlomenin umístíme zamčené šrouby blíže oblasti zlomeniny, u případů zlomenin jednoduchých umístíme zamčené šrouby dále od oblasti zlomeniny (134). Tento postup ovlivňuje elasticitu titanové dlahy a tím biologii hojení kostní tkáně u jednotlivých typů zlomenin. V případě komplexních zlomenin je zajištěna rigidní fixace, v případě zlomenin jednoduchých fixace dynamická. U zlomenin jednoduchých tak ponechaný prostor zabraňuje koncentraci sil na dlahu v místě zlomeniny, které by mohlo vést k stress fraktuře implantátu. Na druhé straně u zlomenin komplexních umístění v blízkosti zlomeniny zajistí rigidní fixaci a stabilitu fragmentů (28, 125).

Althausen (3) uvádí výborné výsledky zamykatelných dlah ve srovnání s flexibilními hřeby, dlahovou syntézou a retrográdními hřeby. Na druhé straně Platzer a kol. (156) zjistili selhání zamykatelných dlah u 21 % pacientů ze svého souboru 38 zlomenin. Také Ebraheim a kol. (35) prokazují vysoké procento komplikací při osteosyntéze zamykatelným implantátem, referují prodloužené hojení způsobené infekcí u 7,4 % pacientů, nezhojení u 3,7 % a selhání implantátu u 26 %. Některé teorie prokazují snížení tvorby svalku způsobené vysokou tuhostí zamykatelných dlah (74). Stoeffel a kol. (194) podrobil biomechanické analýze tři typy implantátů používaných v léčbě periprotetických zlomenin; klasickou kompresní dlahu, dlahu se zamykatelnými šrouby (LISS) a dlahu s možností umístění jak klasických kompresních šroubů, tak zamykatelných šroubů (NCB). Při axiálním zatížení prokazovaly implantáty LISS a NCB podobné vlastnosti a jejich fixace v porotické kosti byla signifikantně vyšší než u klasické kompresní dlahy. Při torzním zatížení se ukázalo, že komprese dlahy zajišťuje signifikantně vyšší odolnost než zamykatelný systém. Autoři uzavírají, že kombinace obou systémů přináší optimální řešení pro zlomeniny s kominucí v metafyzární oblasti a je s výhodou aplikovatelná in na periprotetické zlomeniny v oblasti kolenního kloubu.

Na druhé straně Gardner (56) ve své biomechanické studii zaměřené na srovnání zamčených a hybridních (kombinace zamčených a nezamčených šroubů) implantátů prokázali podobné chování obou montáží v osteoporotické kosti a uzavírají, že nenalezli rozdíl mezi zamykatelným a hybridním systémem v jakémkoli cyklickém intervalu zátěže (56). Ideální délka zamykatelné dlahy v osteosyntéze zlomeniny je dána dvěma veličinami: poměrnou pracovní délkou dlahy a poměrem hustoty šroubů v dlaze. Poměrná pracovní délka dlahy je dána poměrem mezi délkou zlomeniny a délkou dlahy. Poměr hustoty šroubů v dlaze je dán poměrem mezi počtem šroubů a počtem děr v dlaze (175). Z empirických zkušeností

doporučují Gautier a Sommer poměrnou pracovní délku dlahy více než 2-3 u kominutivních zlomenin a více než 8-10 u zlomenin jednoduchých. Poměrnou hustotu šroubů v dlaze doporučují pod 0,5 - 0,4 (58).

Také my jsme publikovali práci, ve které jsme prokázali vysokou stabilitu těchto implantátů u zlomenin v extrémně porotickém terénu a u zlomenin v oblasti dřívků revizních náhrad. I při zpřesnění indikačních kritérií a při používání nových implantátů přetrvává v našem souboru významné procento osteosyntéz, u kterých nedosáhneme korektního postavení implantátu ať už ve frontální nebo sagitální rovině (208, 210).

5.5.3.1. LISS systém v léčbě periprotetické zlomeniny distálního femuru

Ve srovnání s klasickou dlahovou osteosyntézou ať už s použitím kondylární dlahy nebo kompresní dlahy přináší nesporné výhody (102). Obecně lze výhody tohoto systému vyjádřit ve třech hlavních bodech (107).

1. Možnost zavedení velkého počtu zamykatelných šroubů, které vede k významnému zlepšení stability distálního fragmentu zlomeniny
2. Možnost perkutánního zavádění šroubů do diafyzární oblasti femuru bez potřeby disekce měkkých tkání v metadiafyzární oblasti zlomeniny
3. možnost zavedení 3 nebo dokonce 4 šroubů i do poměrně malého distálního fragmentu periprotetické zlomeniny.

Řada prací prokazuje, že použití LISS systému v módu přemost'ující dlahy s flexibilní fixací zamykatelnými šrouby vede k minimálnímu hmoždění měkkých tkání (39, 58, 155, 175, 204). Technika miniinvazivní osteosyntézy ponechává cévní zásobení distálního femuru téměř intaktní a ve srovnání s konvenční technikou dlahové osteosyntézy standardním přístupem významně snižuje krevní ztráty (3, 46, 68, 107, 108, 126). Tímto postupem se vyhneme nutnosti precizní anatomické rekonstrukce místa zlomeniny a eliminujeme tak chirurgické trauma (55, 59, 155, 175, 204). Řada biomechanických studií prokazuje signifikantně vyšší stabilitu systému zamykatelných dlah ve srovnání s úhlovou dlahou, kondylární dlahou dynamickým kondylárním šroubem, a dokonce i retrográdním hřebem. Studie prokazující tyto zlepšené biomechanické vlastnosti byly prováděny i na středně a významně osteoporotických femurech (16, 37, 55, 87, 179, 220). Na druhé straně práce Salase a kol (179) provedená

deterministickým modelem konečných prvků prokazuje vyšší pravděpodobnost periprotetické zlomeniny zamykatelné dlahy (21,8 %) ve srovnání s retrográdním nitrodřeňovým hřebem (0,019 %). Z biomechanického hlediska dochází při osteosyntéze s použitím šroubů, které jsou svou hlavou zamčeny v dlaze, při jejich nadměrnému zatěžování spíše k ohýbání šroubů než k jejich vytržení z kosti, jak je tomu u šroubu, který není v dlaze zamčený (57, 214). Zamykatelné šrouby tak poskytují možnost pevného ukotvení v kostní tkáni a jejich další nespornou výhodou je to, že systém zamčení neumožňuje protočení šroubu v kosti během jeho zavádění, které vede u standardních šroubů ke stržení závitů vytvořeného v kostní tkáni a tím k významnému snížení síly ukotvení šroubu (155). Důležité je si uvědomit, že odolnost šroubů k vytržení v LISS implantátu významně stoupá se zavedením šroubů do kondylů femuru v konvergentním módu. Dlahy umožňující takovéto zavedení šroubů lze s výhodou také využít při přítomnosti dříku femorální komponenty totální náhrady kyčelního kloubu. Dlahy umožňuje překlenutí kritického místa distální části femorální komponenty pomocí unikortikálně zaváděných zamykatelných šroubů a tím eliminuje koncentraci sil vznikajících na rozhraní dvou implantátů (129). Maximální šetření cévního zásobení je umožněno tím, že dlahy působí na principu vnitřního fixátoru a není potřeba dosáhnout kontaktu mezi dlahou a kostní tkání. Naopak takovýto kontakt je s ohledem na cévní zásobení kosti spíše kontraproduktivní (102)

Vzdálené kortikální uzamčení u LISS systémů začalo být v nedávné době používáno také u periprotetických zlomenin (2, 20). Použití této techniky u periprotetických zlomenin bylo detailně popsáno (165). V retrospektivní studii zabývající se touto technikou Riess a kol. (164) publikoval dobré výsledky na souboru 20 pacientů, u kterých dosáhl zhojení v 89 %. Autoři uvádějí, že svalek, který se vyvinul, byl lepší kvality (objevil se dřív, byl mohutnější a rovnoměrný), nicméně poukázali na nutnost dalších sledování v delším období a na větším souboru pacientů.

5.5.3.2. Osteosyntéza s použitím LCP a polyaxiálních zamykatelných dlah

V roce 1998 profesor Michael Wagner (Wilhelmien Hoispital in Vienna) začíná pracovat s otázkou, zde lze použít zamykatelné otvory v LISS implantátu pro standardní kortikální šrouby. Jako výsledek těchto snah vniká LCP dlaha, která umožňuje použít otvor dlahy zamykatelným i nezamykatelným způsobem. Dlaha tedy umožňuje aplikace ve třech základních módech

jako kompresní dlaha, která umožňuje primární hojení zlomeniny

jako vnitřní fixátor umožňující sekundární hojení zlomeniny

jako specifická kombinace obou (hybridní systém) umožňující dokonalé ukotvení

osteosyntetického materiálu v kostní tkáni na základě charakteristik kosti a zlomeniny

(51, 214)

Novými implantáty používanými v léčbě periprotetických zlomenin jsou dlaha s polyaxiálně zaváděnými šrouby s možností volby uzamknutí šroubu, jako je NCB Distal Femoral Plating System (Zimmer, Warsaw, Indiana) nebo Polyaxial Locked Plate (Depuy, Warsaw, Indiana).

Výhodou jsou polyaxiálně zaváděné šrouby, které umožňují dosažení bikortikální fixace v porotické kosti i u dřívkových implantátů a možnost střídání zamykatelných a klasických šroubů čímž se zmenší rigidita fixace. Recentní práce prokazují slibné výsledky těchto nových implantátů (40, 42).

Polyaxiální zamykatelná dlaha (POLYAX Locked Plating System, De Puy, Warsaw, IN, USA) umožňuje polyaxiální zavedení šroubů pod maximálním úhlem 30°. Princip spočívá v zavedení kónicky řezaného závitu hlavice šroubů do objímky v otvoru dlahy, která tímto zavedením expanduje a zvýšením objemu v otvoru a vtlačení materiálu do okolního materiálu samotné dlahy dojde k pevnému uzamčení šroubu v požadované pozici. Polyaxiální dlaha tímto umožňuje významně vyšší univerzálnost bez signifikantního vlivu na mechanické vlastnosti a tím na vznik mechanických komplikací ve smyslu ztráty fixace a retence zlomeniny (186).



Obr. 22 Muž 68 let. Periprotetická zlomenina typu II A + (klasifikace Tomáš 2010) periprotetická zlomenina pately (A, B). Osteosyntéza NCB dlahou kombinována s tahou cerkláží patelární zlomeniny (C, D). Po 6 měsících kompletní zhojení zlomeniny, odstraněna tahová cerkláž (E, F)

Bezkontaktní přemostující distální femorální dlahy (NCB DF – non contact bridging plate, Zimmer Inc., Winterthur, Switzerland) umožňuje kombinaci konvenční dlahové techniky s možností polyaxiálního umístění šroubů a úhlovou stabilitou (42).

Takováto možnost kombinace se ukazuje jako velmi výhodná a výsledky použití této dlahy ukazují velmi nízké riziko vzniku paklobu a nezhojení zlomeniny i v osteoporotickém terénu u starších pacientů (40, 42). V biomechanických studiích zabývajících se porovnáním jednotlivých dlah vykazovala dlahy POLYAX nižší odolnost v axiálním zatížení ve srovnání s LISS nebo NCB dlahou, v torzi vykazovala POLYAX i NCB dlahy významně vyšší odolnost vůči zatížení než LISS systém (148). Také klinická data z použití polyaxiálních dlah prokazují jejich lepší výsledky jak z hlediska funkčního, tak radiologického ve srovnání s monoaxiálními zamykatelnými dlahami (75). Dlahy umožňují zavedení šroubů pod úhlem až 15° ve všech směrech, což znamená celkový rozsah možného zavedení šroubů 30°.

Design dlahy umožňuje repozici kostních fragmentů k dlaze, předtím než šrouby uzamčeme. Umístění otvorů dlahy variabilně v celé její šíři společně umožňuje polyaxiální zavedení šroubů umožňujeme implantaci do kosti kolem intramedulárně implantovaného materiálu (dříku endoprotézy). Úhlová stabilita je následně dosažena zašroubováním čepičky do daného otvoru, která uzamčete hlavici šroubu v otvoru. Dlahy pro distální femur je vyrobená z titanu a je dostupná ve třech základních délkách: 167 mm s pěti otvory v diafyzární části, 246 mm s devíti otvory a 324 se 13 otvory. Cílem implantace dlahy je dosažení zavedení nejméně 4 uzamčených šroubů v metafyzární části (distálním fragmentu periprotetické zlomeniny distálního femuru) a fixace šroubů v minimálně 8 kortikách. V případě zavádění šroubů kolem silného implantátu (necementovaného dříku) často dochází k tomu, že šroub je zaveden jen přes jednu kortiku. V takovém případě je vhodný vyšší počet šroubů nebo použití cerklážního systému fixovaného k otvoru dlahy speciálním očkem (176).

Dosud bylo literárně publikováno jen málo prací zabývajících se klinickými výsledky použití NCB dlahy. Jedna z nich rozebírá soubor osteosyntéz 24 periprotetických zlomenin ve 32měsíčním sledování (42). Míra revizí v souboru dosáhla 15 % a zhojení bylo dosaženo v 90 % případů. Presmar a kol. (157) publikoval soubor 31 pacientů ošetřených NCB dlahou. V 11 případech byli autoři nuceni provést revizní operaci a to u 26 % pacientů operovaných pro periprotetickou zlomeninu v oblasti náhrady kyčelního kloubu a u 42 % pacientů operovaných pro periprotetickou zlomeninu náhrady kolenního kloubu. Výsledkem je tedy 20% selhání implantátu. Nicméně je potřeba podotknout, že 84 % pacientů bylo operováno otevřenou metodou.

El Zaythh (40) ve svém souboru sledoval 39 pacientů ošetřených NCB dlahou po dobu 52 týdnů. Kostní konsolidace dosáhli autoři kromě dvou pacientů ve všech případech. U těchto dvou pacientů došlo ke zlomení dlahy 25. respektive 31. týden po osteosyntéze s nutností reoperace. Komplikace spojené s implantátem se vyskytly v celkové míře 17 %. Kromě dříve uvedených, došlo ve dvou případech k hluboké infekci a ve třech případech se vyskytly malé komplikace. S ohledem na operační techniku se nejvíce významných komplikací vyskytlo u pacientů operovaných otevřenou cestou.

5.5.3.3. Techniky použití zamykatelných implantátů

5.5.3.3.1. Technika zamykatelné dlahy

Při použití zamykatelné dlahy musíme dodržet několik zásadních principů.

Pokud je nad periprotetickou zlomeninou přítomen další implantát jako femorální komponenta náhrady kyčelního kloubu nebo osteosyntetický materiál implantovaný pro zlomeninu proximálního femuru, musíme vyloučit koncentraci zátěže mezi dva implantáty. Při implantaci periprotetické dlahy musíme přemostit dlahou i část implantátu proximálního délce minimálně 8 cm. Implantát by měl být dostatečně dlouhý s minimálně pěti otvory nad oblastí zlomeniny. Zamykatelné šrouby by měly být implantovány do otvorů střídavě, pokud možno jeden šroub na dva otvory. Takováto střídavá montáž umožní lepší distribuci vektorových sil působících na implantát.

Cílem osteosyntézy je zajistit co největší stabilitu v periprotetické oblasti. K tomuto účelu je u nízkých periprotetických zlomenin žádoucí implantace maximálního možného počtu šroubů do distálního fragmentu zlomeniny. Přítomnost femorální komponenty s potenciálním rizikem kontaktu dvou odlišných materiálů možnost implantace však významně snižuje. Limitace je ještě vyšší u případů, kde byla implantována náhrada bez zachování zadního zkříženého vazů. Centrální box těchto komponent významně interferuje s možností zavedení dostatečného množství šroubů do distálního fragmentu. V těchto případech jsme nuceni implantovat monokortikální šrouby. Počet šroubů v distálním fragmentu by neměl být nižší než 4. Absolutní počet však samozřejmě závisí na typu zlomeniny. V případě nutnosti zavedení většího počtu monokortikálních šroubů doporučujeme využití speciálních monokortikálních periprotetických šroubů, které poskytují některé periprotetické systémy (NCB dlahy, Zimmer,

Warsaw, Indiana). Uzamčení šroubů se liší podle typu zlomeniny. U tříštivých zlomenin umístíme zamykatelné šrouby blízko oblasti zlomeniny, u zlomenin jednoduchých umístíme zamykatelné šrouby dále od oblasti zlomeniny. Takováto variabilnost umístění uzamčených šroubů nám umožňuje pracovat s elasticitou titanové dlahy a tím zajistit optimální typ hojení u různých typů zlomenin. Tímto u zlomenin tříštivých zajistíme rigidní fixaci a klid pro přehojení tříštivé zóny a u jednoduchých zlomenin zajistíme dynamickou fixaci umožňující hojení svalkem. Na druhé straně, pokud u jednoduché zlomeniny umístíme zamykatelné šrouby příliš těsně k oblasti zlomeniny, způsobíme koncentraci vektorového násilí na dlahu v místě zlomeniny a zvýšíme riziko stress fraktury (40, 176).



Obr. 23 Periprotetická zlomenina při dřívku tumorózní kompozitní náhrady kolenního kloubu (A). Osteosyntéza pomocí periprotetické dlahy pro proximální femur (NCB PF) s periprotetickými šrouby a cerklážními kablíky. (B, C). Po 6 měsících plné zhojení zlomeniny (D, E).

5.5.3.3.2. Dlahová osteosyntéza s nepřímou repozicí

Koncept biologického vnitřního fixátoru spočívá v zachování maximální možné biologické aktivity tkání v okolí zlomeniny. Princip zahrnuje šetrnou disekci měkkých tkání, epiperiostální disekci kosti a nepřímou repozici zlomeniny, tak abychom se v maximální možné míře vyhnuli obnažení a devaskularizaci kostních fragmentů (175). Mast a kol. (126) byli průkopníky nepřímé repozice zlomeniny bez narušení měkkých tkání v okolí zlomeniny a minimalizací krevních ztrát při operačním výkonu. Příkladem této techniky je metoda popsaná Wagnerem a Friggem (215) v roce 2006 spočívající v repozici fragmentů na podkladě ligamentotaxe za použití distraktoru ve formě zevního fixátoru s následným zavedením dlahy a provedením osteosyntézy. Při využití ligamentotaxe se vyhneme přímé manipulaci s fragmenty zlomeniny a výsledkem je maximální šetření měkkých tkání v okolí zlomeniny a tím cévního zásobení fragmentů (7, 177, 215). Při použití této metody se vyhneme nutnosti primární aplikace kostních štěpů do místa zlomeniny, které bylo téměř nezbytné při klasické metodě s použitím kompresní dlahové osteosyntézy. Miniinvazivní techniky ve formě MIPO techniky přinášejí další zlepšení metodiky této techniky (108). Technika miniinvazivní osteosyntézy s nepřímou repozicí zlomeniny je využitelná s celou řadou implantátů. Systém přemost'ující dlahy s vnitřním fixátorem byl představen už v roce 1982 (22). Další vývoj pokračoval směrem k PCFix dlahám (point contact fixator) (202), LISS dlahám (less invasive stabilisation system) a LCP dlahám (locking compression plate) (51). Při použití PCFix dlah je hojení zlomeniny akcelerováno to takové míry, že některými autory je doporučováno vyjmutí dlahy již po třech měsících od ošetření zlomeniny (215). Všechny tyto implantáty lze úspěšně využít pro výše uvedenou techniku. Použitím těchto dlahových technik došlo také k významnému ovlivnění možností infekční komplikace zlomeniny a osteosyntézy. Arens (5) ve své práci prokazuje množství stafylokoka potřebného k vyvinutí stejné infekční komplikace na PC Fix dlaze 750krát vyšší než při použití klasických dlahových technik.

5.5.3.3.3. Miniinvazivní osteosyntéza s použitím

LISS systému

Pacienta uložíme na radiolucentní stůl do standardní pozice na zádech. Do oblasti zlomeniny přistupujeme standardním anterolaterálním přístupem. Při osteosyntéze musíme korigovat hyperextenzi distálního fragmentu na podložním válci umístěném suprakondylárně.

Manuálním tahem provádíme nepřímou repozici zlomeniny za kontroly osového postavení, rotačního postavení a délky končetiny. Nad distálním femurem provedeme laterální incizi v délce asi 4 – 5 cm. Po ostré dissekci kůže a podkoží rozhrneme traktus iliotibialis ve směru průběhu vazivových snopců. Atraumaticky pronikáme do oblasti mezi laterálním vastem a laterálním kondylem femuru. Při přístupu se vyhýbáme vizualizaci metafyzární části zlomeniny. Perforační cévy se snažíme uchovat intaktní. Dlahu umístíme co nejdálěji tak, aby její distální část byla těsně nad okrajem femorální komponenty. Tím dosáhneme maximálního možného počtu šroubů umístěných do distálního fragmentu. Důležité je, že dlahu používáme jako vnitřní fixátor a nikoli jako prostředek pro repozici zlomeniny. LISS dočasně fixujeme za pomoci vodícího zařízení a 2 mm Kirschnerových drátů. Do distálního fragmentu umístíme minimálně čtyři samořezné monokortikální zamykatelné šrouby a z miniincizí umístíme minimálně čtyři samořezné zamykatelné bikortikální šrouby do proximálního fragmentu. Pokud v oblasti distálního femuru dojde k interferenci s interkondylárním boxem PS femorální komponenty použijeme krátké monokortikální samořezné zamykatelné šrouby nebo speciální periprotetické šrouby. Před zavedením šroubů se musíme za pomoci RTG zesilovače přesvědčit o správném umístění dlahy zejména z bočního pohledu musí být dlaha umístěna tak, aby mohly být adekvátně obsazeny i proximální otvory dlahy. Ke správné pozici dlahy využíváme miniincizi nad třemi proximálními otvory dlahy, ze které korigujeme její postavení (100).

5.5.3.3.4. Technika dvojité dlahy

Kim a kol. (99) publikují techniku dvojité dlahy, které spočívá v implantaci mediální dlahy pomocí MIPO techniky navíc ke standardní laterální dlaze. Tato technika je indikována u velmi nízkých periprotetických zlomenin, u kterých osteosyntéza laterální dlahou nezajistí dostatečnou stabilitu zlomeniny. Autoři uvádí, že jejich technika dvojité dlahy zajistí dostatečnou stabilitu i u zlomenin typu Su III a výrazně snižuje nutnost řešení problému pomocí implantace revizní náhrady kolenního kloubu. Ve svém souboru Kim a kol. za použití této techniky dosáhli zhojení u 93,2 % zlomenin. Zhojení zlomenin prokázali autoři pomocí CT sekvencí dokládajících známky zhojení. Technika dvojité dlahy byla recentně analyzována také v biomechanické studii Muizelaarem a kol. (138) a bylo prokázáno, že zajišťuje vyšší stabilitu ve srovnání s prostou laterální dlahou. Mediální umístění dlahy není všeobecně kladně přijímáno z důvodu rizika poškození cévního svazku. Nicméně Kim a kol. v recentní práci prokázali na základě CT angiografie, že mediálně umístěná distální femorální dlahy může být bezpečně implantována na anteromediální plochu distálního femuru až do vzdálenosti zhruba 8 cm pod malý trochanter. Navíc v kadaverózní studii Jiamton a Apivatthakakul (91) prokázali, že distálních 60 % délky femuru je bezpečných pro zavedení dlahy z mediální strany pomocí MIPO techniky. Technika dvojité dlahy v poněkud odlišné konfiguraci byla publikována Müllerem a kol. (140). Tuto techniku použil k ošetření heterogenní skupinu periprotetických zlomenin femuru (při náhradě kyčelního kloubu, kolenního kloubu a při interprotetických zlomeninách).

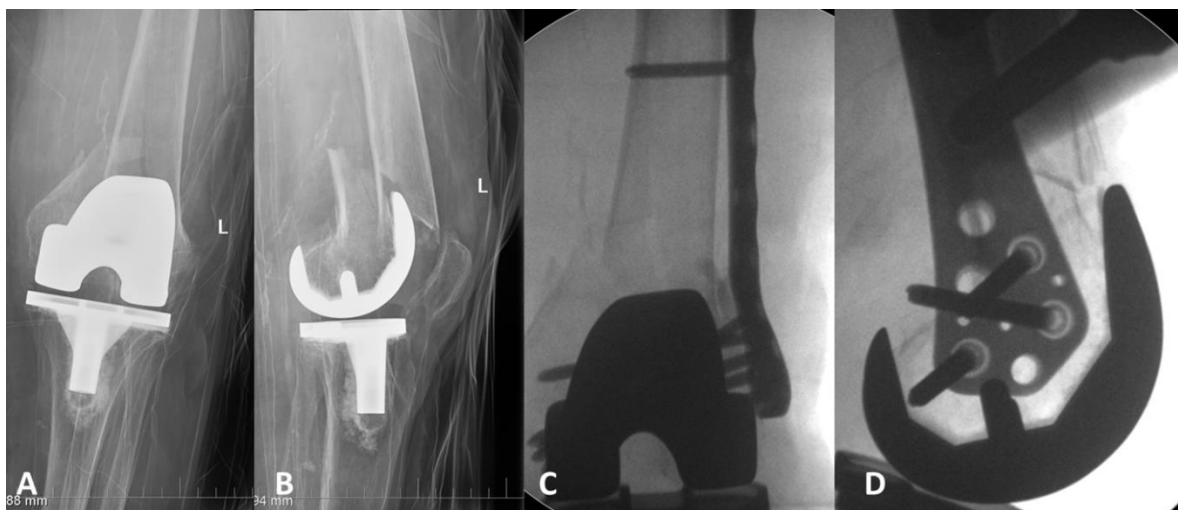
5.5.3.3.5. Minimálně invazivní technika s použitím NCB dlahy

Hlavním bodem této techniky je zavřená repozice. Té lze dosáhnout buďto ligamentotaxí nebo pomocí provizorního přiložení dlahy. Korektní axiální trakce potom musí trvat po celou dobu osteosyntézy. Trakci provádí asistence. U zlomenin v diafyzární části je na místě použití extenčního stolu. Po úspěšné zavřené repozici implantujeme dlahu z 3 – 4 cm řezu. Po zavedení fixujeme dlahu dočasně pomocí K-drátů proximálně a distálně do připravených otvorů v dlaze. Délka dlahy by měla být taková, aby bylo možno zavést minimálně 3 - 4 šrouby do diafyzární části femuru. Před zavedením šroubů do proximální části dlahy kontrolujeme její postavení pod RTG zesilovačem, a to zejména v bočné projekci. Zavedením

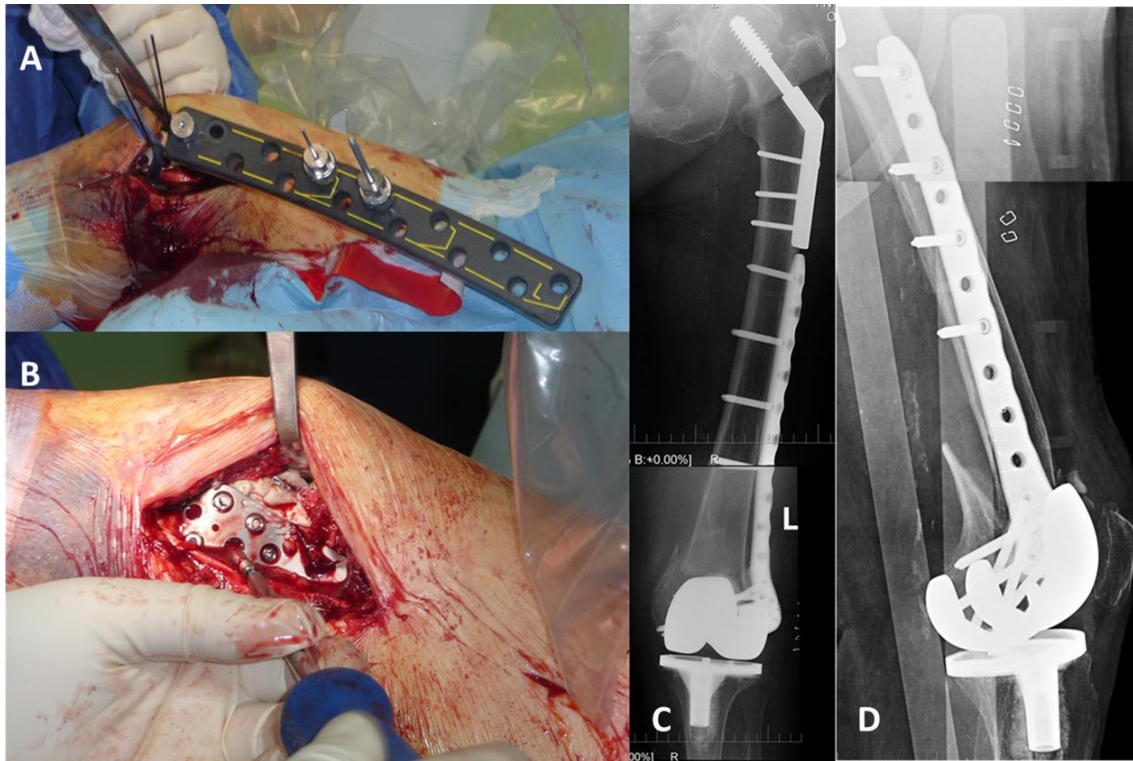
šroubů nejprve do proximální části dlahy používáme dlahu jako nástroj repozice zlomeniny. Šrouby můžeme uzamčít pomocí zamykacích čepiček, jakmile je dlahu postavena paralelně s diafýzou femuru. Před zavedením šroubů do metafyzární části kontrolujeme osové postavení zlomeniny. Po dosažení korektního osového postavení zavádíme metafyzární šrouby. Výkon končíme jejich uzamčením pomocí zamykacích čepiček (40, 176). Plně miniinvazivní technika je vhodnější u zlomenin více proximálních se zónou zlomeniny nad proximální částí štítu femorální komponenty.

5.5.3.3.6. Méně invazivní technika s použitím NCB dlahy

Před zavedením NCB dlahy provádíme otevřenou repozici a dočasnou fixaci zlomeniny. Provedeme incizi v místě zavádění dlahy. Incize musí být dostatečně dlouhá, tak abychom otevřeli místo zlomeniny. Fragmenty reponujeme pomocí repozičních kleští. Kontrolujeme osové a rotační postavení zlomeniny. Následně provizorně fixujeme zlomeninu pomocí jednoho až dvou cerklážních drátů. Poté můžeme vyjmout repoziční kleště a zavádíme NCB dlahu pomocí cíliče a fixujeme dočasně pomocí K-drátů. Opět musí být dlahu dostatečně dlouhá tak, aby bylo možno zavést minimálně 3 – 4 šrouby do diafyzární části femuru. Před zavedením šroubů do proximální části dlahy kontrolujeme její postavení v bočné projekci pod RTG zesilovačem. V metafyzární části zavádíme do oblasti endoprotézy maximální možné



Obr. 24 Žena 73 let. Periprotetická zlomeniny typu II A (klasifikace Tomáš 2010) (A, B). Osteosyntéza méně invazivní technikou NCB dlahou, kontrola postavení dlahy pod RTG zesilovačem. Patrná defektní zóna v periprotetické oblasti (C, D).



Obr. 25 Technika zavedení NCB dlahy méně invazivní technikou s kontrolou pozice femorální komponenty a výplní defektní oblasti cementoplastikou (A, B). Část distálních šroubů zaváděna do neztuhlého kostního cementu (B). Výsledný stav týden po operaci (C, D).

množství šroubů. Šrouby v proximální části femuru zavádíme perkutánně pomocí cíliče. Vyhýbáme se otevřenému přístupu k femuru v diafyzární oblasti. Nakonec všechny šrouby uzamykáme pomocí zamykacích čepiček (40, 176). Metoda je vhodná pro více distální zlomeniny, se zónou zlomeniny v a pod úrovní proximální části štítu femorální komponenty.

5.5.4. Nitrodřeňové hřebování

Další možnou metodou v léčbě periprotetické suprakondylické zlomeniny při stabilní femorální komponentě kolenního kloubu je použití nitrodřeňového hřebu. Metoda je vhodná tam, kde je fragment distálního femuru natolik veliký, aby poskytl dostatečnou oporu pro zajišťovací šrouby hřebu (142, 143). Hlavní výhodou je minimální alterace měkkých tkání v okolí zlomeniny a biologický efekt předvrtání. Nitrodřeňové hřebování je použitelné v případech dostatečně velkého distálního fragmentu, který musí poskytnout dostatečně pevně ukotvené distálních šroubů hřebu. Nové typy hřebů s možností vícečetného zamčení šroubů a multidirekcionální umístění šroubů je možné použít i u zlomeni zasahujících pod štít femorální komponenty. Tato metoda je spojena je literárně spojována s nejvyšším procentem úspěšnosti ve zhojení periprotetické zlomeniny distálního femuru (77). Úspěšnost této techniky je pravděpodobně spojena s minimalizací poškození měkkých tkání v oblasti zlomeniny, předvrtání dřeňové dutiny femuru stimuluje hojení zlomeniny a systém poskytuje optimální biologickou stabilitu (61).

Podle autorů používajících metodu nitrodřeňového hřebování spočívají výhody metody v zachování hematomu v oblasti zlomeniny a v eliminaci poškození měkkých tkání extenzivním strippingem, používaným při dlahové technice. Přitom metoda poskytuje dostatečnou stabilitu ke zhojení periprotetické zlomeniny (48).

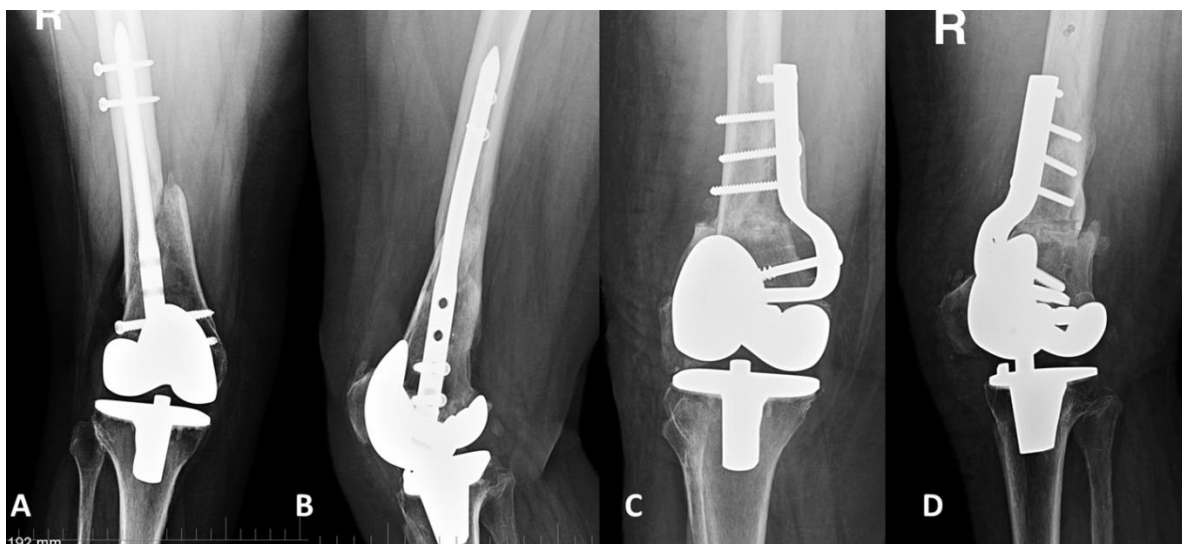


Obr. 26. Muž 68 let. Periprotetická zlomenina typu II C ošetřená nitrodřeňovým hřebem v kombinaci s cementoplastikou (C, D). Po 6 letech patrné kompletní přehojení defektní zóny, cementoplastika in situ (E, F)

Metody použití vnitřního fixátoru a retrográdního hřebu mají ve srovnání se standardní kondylární dlahou výhodu v možnosti miniinvazivního zavedení těchto implantátů (43). Četné

práce (60, 76, 135, 141, 170) doporučují všeobecné použití nitrodřeňových hřebů u periprotetických zlomenin distálního femuru u implantátů zachovávajících zadní zkřížený vaz.

Technika přináší také možné problémy, které spočívají v možnosti chybného výsledného osového postavení při chybně zvoleném vstupním bodu hřebování, chybném flekčním postavení, vzniklém při flekčním postavením kolenního kloubu, které je nezbytné v průběhu předvrtávání dřeňové dutiny, a konečně v nedostatečné stabilitě fixace v distálním fragmentu (81). K tomu, aby bylo možno zavést nitrodřeňový hřeb je nutná minimální interkondylární distance endoprotézy 11 – 12 mm a flexe v kolenním kloubu musí být při zavádění minimálně 60° (32, 170). Někteří autoři se domnívají, že i krátké distální fragmenty mohou poskytnout dodatečnou fixaci pro poslední dva distální zajišťovací šrouby nitrodřeňového hřebu (32, 135). Řada systému retrográdních hřebů je navíc vybavena možností zavedení interferenčních šroubů. Jejich zavedením do nejdistančnějšího otvoru pro šroub změním hřeb v úhlově stabilní implantát (81). Nicméně při systému retrográdního hřebu je stále popisováno časté selhávání při implantaci do osteoporotické kosti distálního femuru starých pacientů. Selhání obvykle probíhá za příznaků valgizace hřebu s distálním fragmentem (81). Úhlové korekce a dodatečné stability však lze dosáhnout pomocí zavedení vymezovacích šroubů do distálního fragmentu.



Obr. 27 Nekorektní zavedení nitrodřeňového hřebu s varózním kolapsem distálního fragmentu (A, B). Řešení s vyjmutím hřebu a korekční valgizační osteotomií distálního femuru (C, D).

Původní postavení femorální komponenty je důležitým bodem při použití nitrodřeňového hřebu a musí být před operací pečlivě zhodnoceno. Jestliže je femorální komponenta

lateralizovaná nebo ve flexním postavení může to vést k excentrické pozici vstupního bodu pro nitrodřeňový hřeb. To může vést k nemožnosti nebo nekorektnímu zavedení hřebu, které vede k nesprávné repozici zlomeniny. Zavedení hřebu přes malou patelární incizi může být velmi nesnadné a většinou vyžaduje převedení kloubu do flexe větší než 90 °. Zavřenou technikou je také obvykle obtížné dosáhnout korektní repozice zlomeniny: Proto je ve většině případů nutné otevření místa zlomeniny cestou původní jizvy po implantaci endoprotézy kolenního kloubu. Z tohoto přístupu pak reponujeme zlomeninu, repozici fixujeme zkříženě zavedenými Kirschnerovými dráty a následně můžeme zavést nitrodřeňový hřeb bez rizika poškození polyetylénového plata endoprotézy (92).

Potřebná repozice je klíčem k úspěšnému zhojení periprotetické zlomeniny. Při nitrodřeňovém hřebování jí obvykle dosáhneme manuálně z miniincize provedené v místě zlomeniny. Další možností je repozice pomocí Kirschnerových drátů zavedených divergentně do distálního fragmentu. Repozici je nutno provést před nebo v průběhu zavádění hřebu. Tím předejdeme možnosti kolapsu fragmentu v koronální rovině. V biomechanické analýze provedené Chenem (87) je vyzdvihována nutnost dostatečného kontaktu mezi femurem a samotným hřebem a nutnost použití zamykatelných distálních šroubů k zajištění rotační stability a snížení vektorových sil působících na oblast otvorů hřebu. S pokračujícím využíváním možností nitrodřeňového hřebování byla techniky postupně zdokonalována o možnosti artroskopicky asistovaného zavádění nitrodřeňového hřebu (61) s také o možnost použití kostního cementu k posílení fixace distálních zamykatelných šroubů v osteoporotické kosti. U starších pacientů s výraznou osteoporózou byla takto popsána metoda cementoplastiky s vytvořením kompozitu z nitrodřeňového hřebu a kostního cementu s těsnou výplní nitrodřeňové dutiny kompozitem, který takto v podstatě simuluje použití dřívkové revizní náhrady kolenního kloubu (16). Montáž lze dále posílit šikmo zaváděnými zamykatelnými šrouby hřebu, kterými některé retrográdní hřeby disponují.

Retrográdní hřebování může být z technického hlediska poměrně náročné a nelze jej použít u zlomenin s velmi krátkým distálním fragmentem, kde nelze zajistit dostatečnou stabilitu systému zavedením křížného šroubu přes hřeb.

Pro použití nitrodřeňového hřebu je také rozhodující typ implantátu. U implantátů zachovávajících zadní zkřížený vaz je interkondylární prostor implantátu obvykle 11–20 mm, což zajišťuje dostatečný prostor pro průchod nitrodřeňového hřebu. Naopak u implantátů bez zachování zadního zkříženého vazů je interkondylární prostor buďto žádný nebo velmi omezený. Každopádně před pokusem o nitrodřeňové hřebování je potřeba znát technickou specifikaci implantátu ve smyslu interkondylického prostoru. Curralt a kol. (26) a Thompson

a kol. (205) poukazují na fakt, že není důležitá jen šířka interkondylárního prostoru femorální komponenty, ale také předozadní pozice interkondylárního prostoru. U náhrad kolenního kloubu s dorzálně umístěným interkondylárním zářezem femorální komponenty (Attune, De Puy a Genesis II, Smith and Nephew) je retrográdní femorální hřeb použitelný velmi omezeně vzhledem k tomu, že standardní vstupní bod pro nitrodřeňový hřeb je překryt femorální komponentou. K zavedení nitrodřeňového hřebu u takových endoprotéz vyžaduje extrémní flexi, která může být v praxi jen obtížně proveditelná (26, 205). Zavedení hřebu do dřeňové dutiny více dorzálně může také vést k perforaci přední kortiky femuru. Autoři tedy považující tyto typy endoprotéz za inkompatibilní k nitrodřeňovému hřebování.

Inkompatibilita hřebu byla definována jako nemožnost fyzického zavedení nitrodřeňového hřebu přes femorální komponentu náhrady kolenního kloubu, nutnost použití nadměrné síly k zavedení před femorální komponentu nebo signifikantní poškození hřebu při průchodu kolem femorální komponenty (makroskopické rýhy a škrábance v hřebu) Autoři nedoporučují implantaci hřebů v tomto módu vzhledem k tomu, že se zvyšuje riziko iatrogení zlomeniny, únavového selhání hřebu jako důsledek jeho poškození a uvolnění femorální komponenty (26, 205).

V literatuře jsou popsány možnosti rozšíření nebo vytvoření interkondylického prostoru v implantátu pomocí karbidových vrtáků. K této možnosti se stavíme velmi rezervovaně. Metalický detritus v oblasti endoprotézy kolenního kloubu je spojen s vysokým rizikem extenzivního otěru polyetylénového plata a časného selhání endoprotézy. Také se systémem zdokonalování dlahové osteosyntézy je od této možnosti upuštěno.

V literatuře nacházíme velmi dobré výsledky při použití nitrodřeňového hřebu při osteosyntéze periprotetické zlomeniny publikované Bezwadou a kol. (15), Murrellem a Nunleyem (170) a Jabezským a Crawfordem (90).

Podobně jako u miniinvazivně zaváděné dlahy vidíme hlavní nevýhodu použití nitrodřeňového hřebu v nemožnosti optimální kontroly rotačního postavení femorální komponenty endoprotézy.

V našem souboru publikovaném v roce 2011 jsme použili nitrodřeňový hřeb v šesti případech primárního ošetření periprotetické zlomeniny a domníváme se, že hřeb je vhodný u zlomenin, kde celá lomná linie je nad úroveň endoprotézy (II C zlomeniny naší klasifikace). Naopak u zlomenin v úrovni endoprotézy obvykle nenachází distální zajišťovací šrouby hřebu dostatečnou oporu v kominutivních zónách a nevyhneme se nutnosti přidatné plombáže (obr. 26.). Výhodou nitrodřeňových hřebů je relativní chránění místa zlomeniny, šetření měkkých tkání a periostu (79, 152). Na druhé straně nevýhodou je zavádění hřebu přes kolenní kloub

s možným rizikem infekce endoprotézy a artrofibrózy. Limitující je potřeba dostatečně velkého distálního fragmentu zlomeniny. Také v našem souboru jsme se jednou setkali s komplikací ve smyslu hluboké infekce endoprotézy. Posledním a podle nás nejzávažnějším problémem je obtížná kontrola rotace distálního fragmentu a tím i femorální komponenty při zavřené technice osteosyntézy nitrodřeňovým hřebem. Z těchto důvodů dáváme v posledních letech jednoznačně přednost dlahové osteosyntéze.

5.5.4.1. Technika použití nitrodřeňového hřebu

Před implantací nitrodřeňového hřebu musíme znát kompatibilitu implantované femorální komponenty a retrográdního femorálního hřebu. Vedeme vertikální kožní incizi těsně mediálně od ligamentum patellae. Pronikáme skrz měkké tkáně k vstupnímu bodu pro femorální hřeb. Do vstupního bodu zavádíme K-drát. Repozice distálního fragmentu na femorálním hřebu vzhledem k přítomnosti femorální komponenty, která omezuje jak variabilní vstup nitrodřeňového hřebu, tak manipulaci s distálním fragmentem je nesnadná. V repozici distálního fragmentu si můžeme pomoci zavedením dalších K-drátů nejčastěji jedním zavedeným z laterální strany mezi kondyly ve smyslu vymezovacího pinu, který napomáhá repozici fragmentu a brání extenzní deformitě a vede hřeb do centra distálního fragmentu. Případně lze zavést další K-drát i do proximálního fragmentu. Další možností je repozice z miniinvazivního přístupu v místě zlomeniny. V těchto případech volíme krátký anterolaterální přístup, ze kterého pronikáme ke zlomenině a manipulaci pomocí raspatoria za stálého tahu v lehké flexi reponujeme fragmenty. Po repozici fragmenty dočasně fixujeme pomocí zkřížených Kirschnerových drátů. Ty musí být umístěny tak aby nealterovaly zavedení nitrodřeňového hřebu. Nejvýhodnější je umístění drátů v přední části kosti. Toto umístění pak napomáhá vedení hřebu při zavádění ve flexi kolenního kloubu a snižuje riziko alterace přední kortikalis femuru. Často dochází k situaci, kdy dřeňová dutina v oblasti distálního femuru je významně širší, než dřeňová dutina na přechodu distální a střední části diafýzy. V těchto případech je nitrodřeňový hřeb při zavádění příliš volný a jeho standardní zavedení vede k varóznímu kolapsu a varózní deviaci zlomeniny. Pokud dochází k přílišné volnosti hřebu v distálním fragmentu ve frontální rovině, která brání korektnímu zavedení a repozici periprotetické zlomeniny doporučuje se zavedení vymezovacích šroubů, vedoucích hřeb centrem distálního fragmentu a napomáhajících repozici distálního fragment. Následně

Pod RTG zesilovačem reponujeme zlomeninu pomocí hřebu, přídatných K-drátů eventuálně se zavedenými vymešovými šrouby. Po repozici a zavedení hřebu odstraňujeme vymešovaci a repositionální K-dráty a zavádíme zajišťovací šrouby hřebu (149, 166, 193).

5.5.5. Srovnání nitrodřeňového hřebu a dlahové osteosyntézy

Rozdíly v technice využití jednotlivých systémů a jejich zhodnocení v literatuře činí porovnání výsledků dlahové osteosyntézy a retrográdního nitrodřeňového hřebu obtížné (77). Ve většině případů jsou publikována jen kazuistiky a menší soubory pacientů. Největší publikovaná studie Largem a kol. (110) hodnotí soubor 50 periprotetických zlomenin řešených zamykatelnou kondylární dlahou (29 případů) nebo jinými metodami (21 případů), které zahrnovaly konvenční dlahou techniku a nitrodřeňové hřeby. Autoři zjistili u pacientů ošetřených zamykatelnou dlahou lepší pooperační rozsah pohybů v kolenním kloubu. Ve skupině pacientů ošetřených zamykatelnou dlahou nezjistili komplikaci ve smyslu nezhojení nebo pakloubu, zatímco v druhé skupině zjistili třikrát výskyt pakloubu (z toho dvakrát u pacientů ošetřených nitrodřeňovým hřebem). Limitací této práce je ale hodnocení hřebů společně s dalšími technikami osteosyntézy. Herrera publikoval metaanalýzu 415 suprakondylických periprotetických zlomenin nenalezl zřejmý rozdíl ve výsledcích s použitím nitrodřeňového hřebu a zamykatelné dlahy (77). Na druhé straně Meneghini a kol. (132) ve své práci prokazuje zkrácení doby potřebné k pooperačnímu odlehčování končetiny a urychlení plné zátěže u osteosyntézy nitrodřeňovým hřebem. Limitací studie bylo to, že velká část pacientů zavzatých do souboru používala berle již před operací. Tím byla samozřejmě ovlivněna i jejich pooperační aktivita. Studie jednoznačně neprokázala rozdíl v používání pomůcek pro podporu chůze v pooperačním období. Na druhé straně pacienti ošetření nitrodřeňovým hřebem měli v signifikantně vyšším procentu případů pocit nestability kloubu ve srovnání s pacienty ošetřenými dlahovou technikou (17,6 % - 0 %). Horneff a kol. (80) ve své studii zabývající se srovnáním nitrodřeňové a dlahové osteosyntézy periprotetických zlomenin prokazuje statisticky signifikantní rychlejší radiografické zhojení zlomeniny ve skupině ošetřené dlahovou technikou.

Zajímavou srovnávací biomechanickou studii publikoval Mäkinen (123). Ve své práci srovnával stabilitu čtyř různých implantátů: klasické kompresní dlahy, zamykatelné dlahy s možností polyaxiálního zavádění šroubů, polyaxiální dlahy se strukturálním fibulárním

štěpem a retrográdního nitrodřeňového hřebu. Cílem studie bylo zjistit a srovnat biomechanickou stabilitu těchto čtyř metod. Zjistili, že polyaxiální dlahy v kombinaci se strukturálním fibulárním štěpem nevykazují vyšší biomechanickou pevnost než polyaxiální dlahy samotné. Systém kombinace polyaxiální dlahy a štěpu vykazoval 75 % tuhosti v axiálním zatížení ve srovnání s nitrodřeňovým hřebem. Nitrodřeňový hřeb vykazoval nejnižší tuhost v torzním zatížení podle autorů způsobenou volností mezi distálními zajišťovacími šrouby a hřebem. K biomechanické analýze byl použit hřeb bez možnosti uzamčení distálních zajišťovacích šroubů, který je podle literárních údajů nejčastěji používán k osteosyntéze periprotetické zlomeniny distálního femuru. Autoři předpokládají, že použití zamykatelných zajišťovacích šroubů významně zvýší rotační stabilitu. Na druhé straně hřeb vykazoval nejvyšší tuhost v axiálním zatížení, pravděpodobně způsobu nejkratším ramenem momentové síly působící na implantát. Přídavný strukturální štěp nevyšší axiální odolnost polyaxiální dlahy ani zamykatelné dlahy. Hřeb i polyaxiální dlahy vykazovaly stejnou odolnost vůči zátěži v axiální ose rovnající se čtyřnásobku axiální zátěže stokilového člověka. Ve výsledku zatížení vzorku vedlo spíše ke zlomenině kosti v oblasti krčku femuru než k selhání osteosyntézy. Z tohoto důvodu nemohla být změřena finální odolnost těchto implantátů, ale autoři předpokládají, že odolnost je vyšší než zátěž vyvíjená pacientem v časném pooperačním období. Konvenční dlahy vykazovaly odolnost jen do zatížení rovnající se 2,9násobku váhového zatížení a autoři zdůrazňují nutnost výrazné limitace zátěže v časném pooperačním období u pacientů ošetřených tímto systémem.

Jak při použití nitrodřeňového hřebu, tak při použití dlahy může způsobit problémy fixace osteosyntetického materiálu v krátkém nebo kominutivním distálním fragmentu, který bývá u periprotetických zlomenin distálního femuru často přítomen. V některých pracích je doporučeno k posílení distálního fragmentu implantovat strukturální kostní štěp v kombinaci s dlahovou osteosyntézou. Mäkinenova práce neprokázala zvýšení stability osteosyntézy při použití fibulárního kostního štěpu v kombinaci s polyaxiální dlahou. Další problém související s implantací strukturálního štěpu spatřují autoři v tom, že dlahy je implantována z laterálního přístupu, zatímco zavedení kostního štěpu není možné z místa zlomeniny. Navíc pokud si stav vynutí revizní operaci s implantací revizní náhrady kolenního kloubu, může aloštěp interferovat s dřikem endoprotézy nebo kompletně obliterovat dřeňovou dutinu femuru.

Další kadaverózní studii zabývající se srovnáním nitrodřeňového retrográdního hřebu, kondylární dlahy a zamykatelné dlahy vypracoval Zlowodzki a kol. (220). V této studii byla síla fixace za použití úhlově stabilní vyšší při torzním zatížení o 45 % nižší než při použití

nitrodřeňového hřebu. Rozdíl mezi výsledky této studie a studie Mäkinena je dán zřejmě faktem, že v této studii byly v proximální části dlahy použity pouze monokortikální šrouby, zatímco Mäkinen ve své studii použil šrouby bikortikální. K tomu Zlowodzki použil ve své studii zamčení distálního zajišťovacího šroubu nitrodřeňového hřebu čímž zvýšili rigiditu systému v torzním zatížení. Fakt, že zajištění distálního zajišťovacího šroubu zvýší odolnost vůči torzní síle, prokazují i další kadaverózní studie (154).

Významným biomechanickým momentem je fakt, že nitrodřeňový hřeb je implantován v ose zátěže kosti a tím dochází k jeho větší odolnosti vůči varózně a valgózně působícím silám. Nitrodřeňové hřeby proto vykazují nižší frekvenci nezhojení periprotetických zlomenin ve srovnání s konvenčními dlahami (77).

K jiným biomechanickým závěrům došel Chen a kol. (87) ve své studii, která řešila biomechaniku zamykatelné dlahy, retrográdního nitrodřeňového hřebu a kombinace dlahy a kostního štěpu pomocí metody konečných prvků. V jejich práci vychází rotační tuhost všech tří systémů srovnatelně. Rozdíl tuhosti mezi dlahou se štěpem a nitrodřeňovým hřebem byl 93 % v rotaci a 139 % v axiální zátěži u normální kosti. Autoři ve studii zjistili, že kvalita kostní tkáně má menší vliv na stabilitu nitrodřeňového hřebu než v případě zamykatelné dlahy. Tato skutečnost je dána rozdílnou fixací šroubů dlahy a nitrodřeňového hřebu. Zatímco u dlahy jsou šrouby plně fixovány v celé šířce spongiózní kosti, zajišťovací šrouby hřebu jsou fixovány jen na svých koncích. To činí šrouby dlahy náchylnější ke snižování kvality kostní tkáně. Tuto skutečnost potvrzuje ve své práci také Lin a kol. (120), který ve své práci uzavírá, že kontakt mezi hřebem a spongiózní kostí má v biomechanice stability konstrukce v suprakondylické oblasti jen minoritní význam. Chen a kol. (86) poukazují ve své práci na kvalitu kostní tkáně jako na klíčový faktor ovlivňující výsledek léčby periprotetické zlomeniny distálního femuru. Zamykatelná dlahy a nitrodřeňový hřeb vykazují přibližně shodné biomechanické vlastnosti. Jejich odolnost významně klesá se snižující se kvalitou kostní tkáně a s přetížením, výrazněji u zamykatelné dlahy. Použití kombinace zamykatelné dlahy a aloštěpu významně stabilizuje zlomeninu a snižuje stresové síly působící na implantát. Tuto kombinaci autoři považují za výhodnou hlavně při snížené kvalitě kostní tkáně.

Další biomechanická studie poukazuje na fakt, že nitrodřeňový hřeb ve srovnání se zamykatelnou dlahou zvyšuje riziko interprotetické zlomeniny při implantované náhradě kyčelního kloubu nad osteosyntézou (114).

Podle další práce laterální pozice dlahy z biomechanického hlediska může způsobit dislokaci zlomeniny a varózní kops (28).

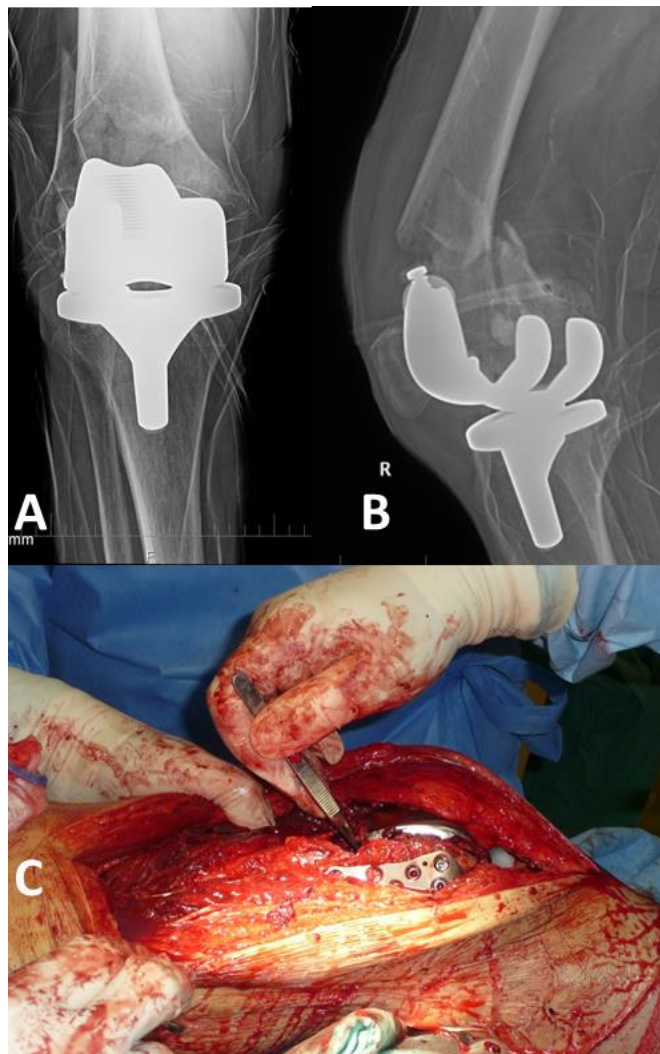
Z tohoto je zřejmé, že názory na výhody a nevýhody jednotlivých systémů zdaleka nejsou jednotné a ani práce s počítačovým modelováním a práce na kadaverech nejsou schopny jednoznačně stanovit, který z obou systémů je výhodnější.

5.5.6. Zevní fixátor

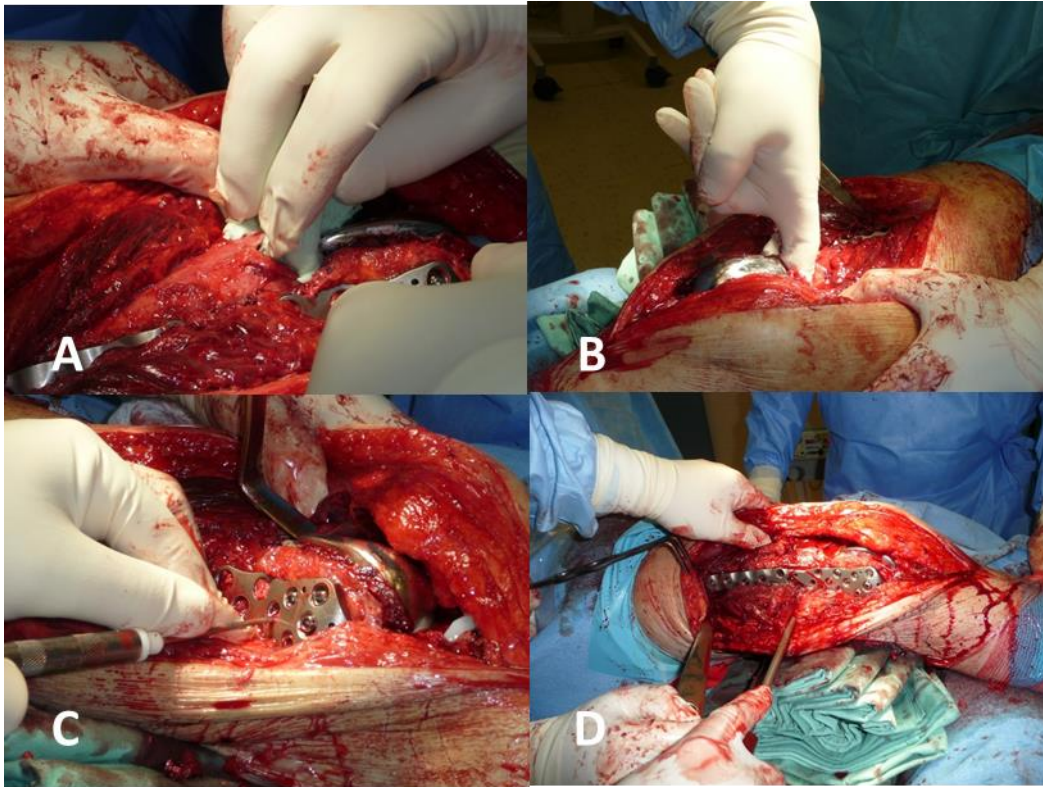
Použití zevního fixátoru při řešení periprotetické zlomeniny distálního femuru má velmi omezené indikace. Ideou použití zevního fixátoru je umožnění časně mobilizace pacienta, ale umístění drátů nebo šroubů fixátoru v oblasti distálního fragmentu bývá velmi komplikované a je obvykle výrazně limitováno přítomností femorální komponenty endoprotézy kolenního kloubu (122). Nicméně v literatuře jsou popsány případy řešení periprotetických zlomenin s pomocí Ilizarovova zevního fixátoru s dobrými výsledky. Výhodou systému je, že může umožnit časný pohyb v kolenním kloubu (134, 186). Na druhé straně je použití zevního fixátoru spojeno s rizikem pin trakt infekce s následnou kontaminací endoprotézy kolenního kloubu (69).

5.5.7. Řešení defektní kostní tkáně v oblasti distálního femuru

Dosažení dostatečné stability v místě kominutivní zlomeniny v osteoporotické kosti může být velmi obtížné. Pro případy periprotetických zlomenin v osteoporotickém terénu existuje několik možností řešení. V literatuře najdeme několik publikací, kdy byl stav řešen použitím intramedulárního fibulárního aloštěpu v kombinaci s dlahovou osteosyntézou (109). Další možností je použití fibulárního autoštěpu. Metoda je vedena snahou o dosažení čtyřkortikální fixace šroubů dlahy a tím zvýšení pevnosti osteosyntézy. Nevýhodou je možnost vzniku potíží z odběrového místa. Další možností je použití fibulárního štěpu fixovaného cerkláží pásky. Výsledky použití těchto metod nejsou jednoznačné. Na druhé straně si musíme uvědomit, že reprezentují nejtěžší případy periprotetických zlomenin.



Obr. 28a Zlomenina typu II A (A, B) s výrazným kostním defektem v oblasti femorální komponenty (C).

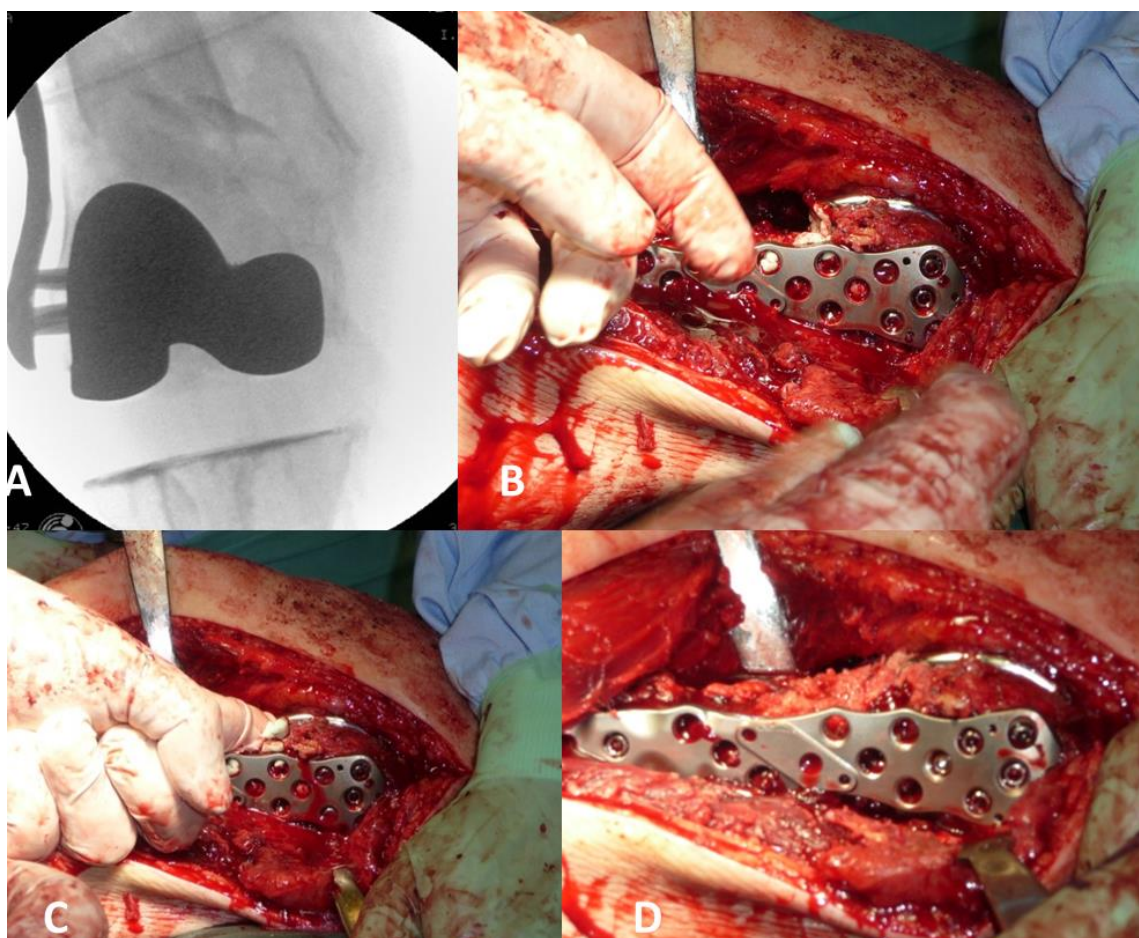


Obr. 28b Cementoplastika s natlačením kostního cementu co nejvíce distálně k femorální komponentě (A, B). Zavedení části distálních šroubů do měkkého kostního cementu (C, D).



Obr. 28c Stav po operaci (A, B) a kompletní přehojení cementoplastiky 5 let po osteosyntéze (C, D).

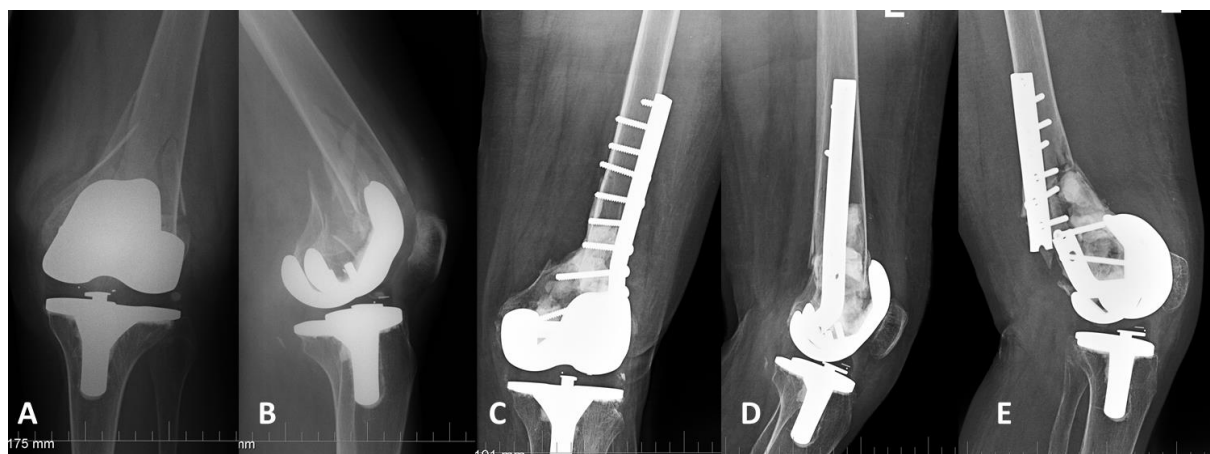
Koncept armované cementoplastiky je využíván jako záchranná operace v terénu osteoporotické zlomeniny u starých pacientů (16). Tuto metodu lze s výhodou využít i periprotetických zlomenin, kde použijeme kostní cement k augmentaci osteosyntézy ať už nitrodřeňovým hřebem nebo dlahou. Princip použití kostního cementu k augmentaci zlomenin je poměrně novou metodou. Fibulární štěp je sice bioaktivní materiál, který může v další léčbě periprotetické zlomeniny přispět k remodelaci kostní tkáně. Jeho mechanická pevnost pro podporu osteosyntézy je však ve srovnání s kostním cementem výrazně nižší.



Obr. 29 Kominutivní zlomenina typu II B s výrazným kostním defektem v oblasti femorální komponenty (A, B). Kombinace cementové plombáže a povrchové spongioplastiky (C, D). Kostní cement natlačíme co nejvíce k femorální komponentě, dbáme na to, aby nepronikal mezi fragmenty zlomeniny (B, C). Povrchovou část defektního místa vyplňujeme kostními štěpy (D).

Polymetylmetakrylát je používán jako augmentační výplň už řadu let (70). Zkušebně byly používány i jiné materiály jako například kalcium sulfátový cement, kalcium fosfátový cement nebo keramických prach míchaný s umělou pryskyřicí (201). Největšího rozšíření dosáhl kalcium fosfátový cement. Nejvíce publikací o jeho použití najdeme z oblasti řešení osteoporotických zlomenin páteře, proximálního femuru, zápěstí a tibie, tedy nejčastějších oblastí postižených osteoporotickými zlomeninami (183). Najdeme i několik prací zabývajících se použitím kalcium fosfátového cementu při léčbě zlomenin distálního femuru (197). Cílem aplikace je augmentace je zlepšení fixace šroubů osteosyntézy k prevenci možného dalšího kolapsu kostní tkáně. Cement může být injikován přímo do místa zlomeniny nebo přes kanalizované šrouby (130).

Bobak a kol. (16) popisuje použití cementové plombáže v kombinaci s nitrodřeňovým retrográdním hřebem jako záchrannou metodu u starých pacientů s periprotetickou zlomeninou v osteoporotickém terénu. Ve své práci popisuje techniku injektáže kostního cementu do oblasti reponované periprotetické zlomeniny s následným zavedením retrográdního hřebu bez presurizace cementu. Autoři dokládají dobré výsledky s metodou ve smyslu možnosti časně bezbolestné mobilizace pacientů a bezproblémového zhojení zlomeniny ve sledování 4 – 12 měsíců.

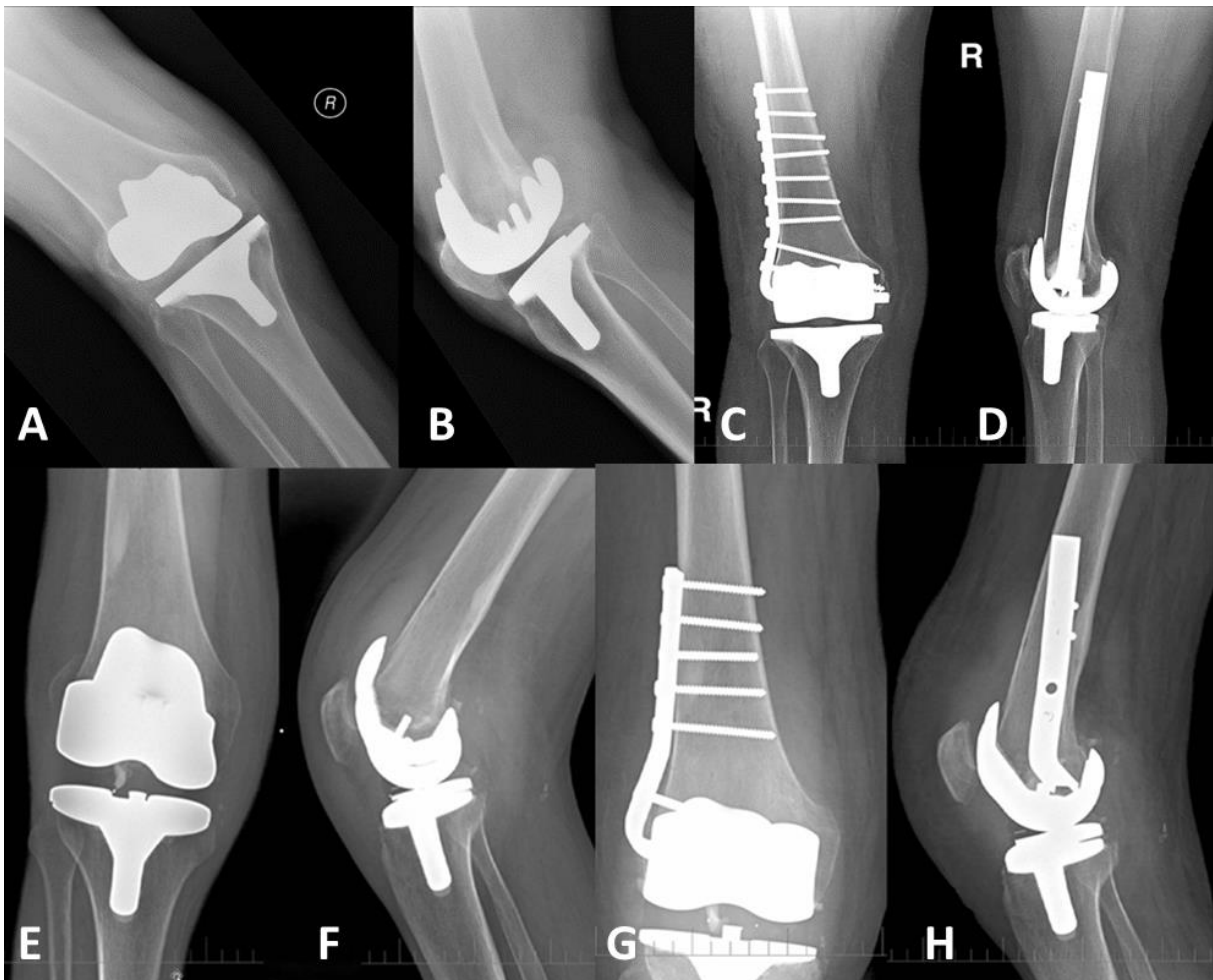


Obr. 30 Zlomenina typu II A (A, B) nesprávně provedená cementoplastika s kostním cementem interponovaným mezi fragmenty zlomeniny (C, D) vede k selhání osteosyntézy (E).

Nejvýznamnějším problémem spojeným s technikou augmentace pomocí kostního cementu je interpozice kostního cementu do místa zlomeniny, která vede ke zhoršení nebo dokonce znemožnění hojení zlomeniny při větším množství cementu mezi jednotlivými fragmenty. Z

tohoto důvodu upřednostňujeme při použití augmentace kostním cementem otevřenou techniku, při které se snažíme kostní cement maximálně natlačit k femorální komponentě tak, aby vzniklo spojení mezi stávajícím cementem femorální komponenty a impaktovaným cementem. Následně ještě do měkkého cementu zavádíme distální šrouby montáže a znovu doplňujeme impakci cementu. Přitom dbáme na to, aby se kostní cement nedostal mezi fragmenty a následně obvykle ještě doplňujeme spongioplastikou.

Další možnou uváděnou komplikací aplikace kostního cementu, která je uváděná v literatuře je možné termické poškození měkkých tkání při exotermní reakci vznikající při polymerizaci kostního cementu (111). Při pečlivé inkorporaci cementu otevřenou technikou se bezpečně vyhneme i této případné komplikaci.



Obr. 31 Srovnání dvou obdobných případů. Žena 82 let (A, B, C, D) a muž 60 let (E, F, G, H) s impakční zlomeninou typu II A. Řešení ostesyntézou s cementopatikou (C, D) u starší pacientky (C, D) a spongioplastikou u mladšího pacineta (G, H) vede k úspěšnému zhojení zlomeniny.

Největší výhodou použití cementu je jeho výborná odolnost proti působení rotačních sil a proti vytržení šroubů (111). Plně vhojený kalciový kostní cement má odolnost v kompresi někde mezi hodnotami pro spongiózní a kortikální kost, ale odolnost vůči tažným a střížným silám je nižší než u spongiózní kosti. Ve studiích na zvířatech bylo pak prokázáno, že kalciový cement na rozdíl od polymetylmetakralýtu podléhá časem osteoklastické resorpci (29). Použitím kostních štěpů k rekonstrukci defektní kostní tkáně se široce zabývá Chandler a kol. (84), který rozpracovává použití kostních štěpů k posílení kostní struktury femuru ať už při zlomeninách pod náhradou kyčelního kloubu nebo and náhradou kolenního kloubu. Při periprotetických zlomeninách v diafyzární části doporučují nejprve dočasnou stabilizaci zlomeniny pomocí cerkláže nebo pomocí kablíků. Následně ke stabilizaci oslabené kostní tkáně používají stejnostranný femorální aloštěp, který rozdělí v sagitální rovině na dvě stejné poloviny a následně je použijí ve smyslu biologické kostní dlahy. Pokud není dispozici femorální štěp lze jako náhradu použít štěp tibiální, který však při přiložení nikdy nekopíruje povrch kosti tak dobře jako štěp femorální. Autoři upozorňují na to, že štěp ať už femorální nebo tibiální musí být rozdělen na dvě stejné části. Poukazují na to, že použití tří nebo čtyř menších štěpů z jedné kosti nezajistí dostatečnou pevnost biologické dlahy. Následně je vnitřní strana štěpu opracována tak, aby co nejlépe kopírovala hostitelský femur. Štepy pak umístíme mediálně a laterálně od linea aspera. Snažíme se maximálně šetřit oblast linea aspera, aby nedošlo k alteraci cévního zásobení femuru. Štěp by měl zlomeninu na každé straně přesahovat minimálně o deset centimetrů, tak aby bylo možné jej fixovat ke kosti na každé straně minimálně čtyřmi dráty nebo kablíky. K fixaci autoři doporučují použití nejprve kostní kleště, kterými dostatečně komprimujíc biologickou dlahu k místu zlomeniny a vlastnímu femuru s následným použitím cerklážních drátů síly 16 nebo 2,0 mm kablíků, které jsou rozmístěny v dvoucentimetrových intervalech. Přimo k místu zlomeniny lze navíc přiložit autologní kostní štěp z lopaty kosti kyčelní k podpoře hojení. Pooperační vertikalizace je dána více stavem operační rány, svalovou silou, možností koordinace svalstva dolní končetiny a celkovou spoluprací pacienta spíše než typem samotné zlomeniny. Okamžitou limitovanou zátěž (25 kilogramů) dovolují, jakmile je jí pacient schopen a s touto limitovanou zátěží pokračují minimálně dalších dvanáct týdnů. Pokud po dvanácti týdnech nemá pacient bolesti a na končetinu nenapadá je povolena plná zátěž.

U zlomenin, které jsou lokalizovány více distálně, nemůže technika s použitím samostatných dvou štěpů poskytnout zlomenině dostatečnou fixaci, protože nejsme schopni místo zlomeniny dostatečně přemostit deseti centimetry štěpu pod místo zlomeniny. Při

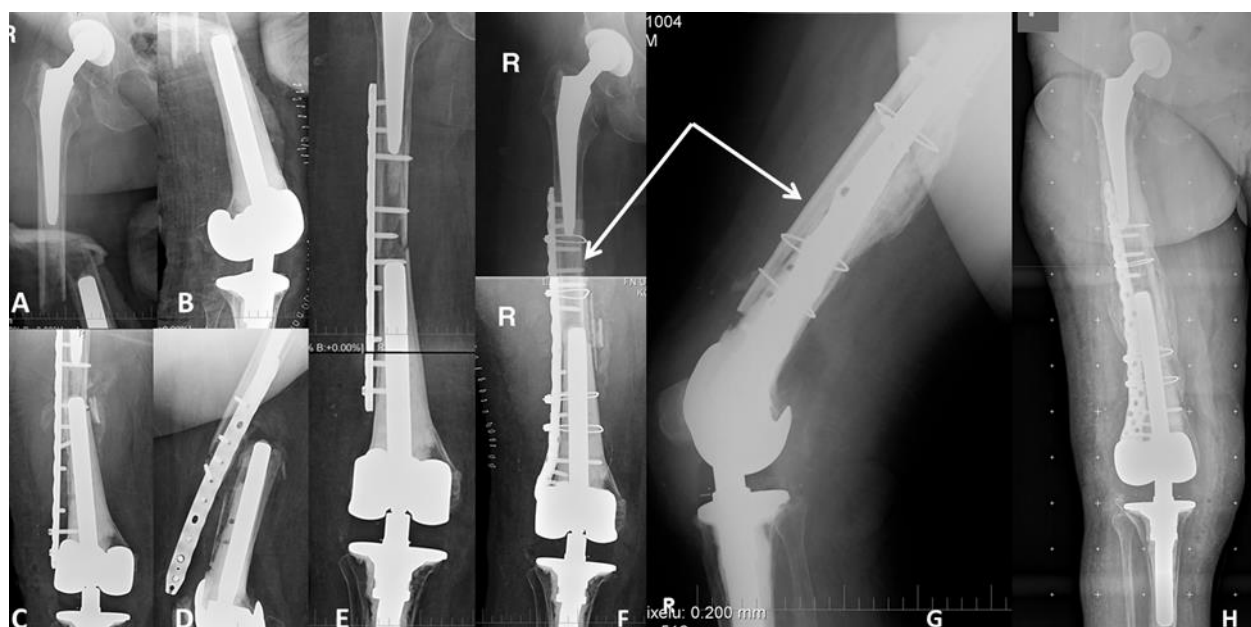
osteoporotických zlomeninách distálního femuru autoři doporučují umístění aloštěpu na jednu stranu distálního femuru a dlahy na druhou stranu femuru. Pokud je aloštěp používán v tomto módu, je vhodné mít k dispozici štěp ze shodného místa distálního femuru tak, aby co nejlépe korespondoval s hostitelskou kostí. Při použití tohoto distálního štěpu lze použít štěp užší než polovina kosti. Stačí obvykle štěp v tloušťce dvou centimetrů. V případě distálního femuru štěp totiž neslouží samostatně jako biologická dlahy, ale spíše tvoří oporu pro fixaci šroubů dlahového systému. Stabilita systému je pak dána dlahou samotnou. Podobně jako u použití štěpu v diafyzární oblasti je potřeba upravit vnitřní stranu štěpu, tak aby odpovídala hostitelské kosti na distálním femuru. K místu zlomeniny přistupujeme rozšířeným mediálním parapatelárním přístupem Reponujeme zlomeninu a zajistíme dočasnou retenci úlomků cerkláží nebo Kirschnerovými dráty. Potom přikládáme dlahu z jedné a kortikální štěp z druhé strany. Dlahu a štěp fixujeme šrouby nebo v případě přítomnosti dřívku endoprotézy kombinací šroubů a cerklážních drátů nebo titanových kablíků. Pooperačně povolujeme cvičení kolenního kloubu do bolesti a limitovanou zátěž obdobně jako u biologické dlahy v oblasti diafýzy (25 kilogramů). Pacienta radiologicky sledujeme a povolujeme postupnou zátěž spolu s radiologickými známkami hojení zlomeniny. Kombinace kovové dlahy na jedné straně a biologické dlahy na straně druhé poskytuje dle autorů dokonalou fixaci dokonce i v terénu výrazně osteoporotickém kosti.

První data z použití masivních kortikálních štěpů použitých u periprotetických zlomenin při dřívku endoprotézy zlomenin k jejich stabilizaci byla v literatuře publikována už v roce 1989 (84). Chandler a kol. v roce 1993 publikovali sérii devatenácti pacientů, u kterých byla periprotetická zlomenina řešena pomocí masivního kortikálního štěpu (83). V průměrné době 4 a půl měsíce po operaci došlo u šestnácti pacientů k anatomickému zhojení zlomeniny a k návratu do pohybové úrovně před periprotetickou zlomeninou. V jednom případě došlo ke zhojení v malpozici s 8° varózní deformity a 15° dorzální angulace. K této komplikaci došlo u pacienta, u kterého byla jako biologická dlahy použita diafýza tibie rozdělená na tři kortikální štěpy. K nezhojení zlomeniny došlo u dvou pacientů a oba případy si vyžádaly reoperaci. U všech pacientů, kteří byli sledováni více než jeden rok (16 pacientů) došlo k plnému vhojení kortikálních štěpů a jejich propojení s hostitelským femurem. Průměrná doby plné imobilizace pacientů na lůžku byla v průměru 3 dny (od jednoho do deseti dní). Průměrná doba mezi operací a odložením berlí byla 4 měsíce (od 6 týdnů do dvanácti měsíců). Autoři nezaznamenali infekční komplikaci, ani vážnější problémy s operační ránou.

Použití kortikálního štěpu v kombinaci s kovovou dlahou bylo publikováno Chandlerem (84). Při použití této metody došlo k anatomickému zhojení u jednadvaceti (95 %) z dvaadvaceti

pacientů. Selhání metody u jednoho pacienta je připisováno technické chybě při operaci. K plnému vhojení štěpu jeho propojení s hostitelskou kostí došlo u všech jednadvaceti pacientů, u kterých došlo ke zhojení zlomeniny.

Metoda použití kostikálních štěpu ke stabilizaci zlomeniny má několik nesporných výhod. Štěp může být upraven tak, aby svým tvarem mohl být přizůsoben v podstatě každému femuru. Modul elasticity kostního štěpu je obdobný jako u hostitelské kosti. Tím je minimalizováno riziko vzniku stess-shieldingu. V naprosté většině případů dochází k prohojení štěpu s hostitelskou kostí a tím dochází k posílení místa vzniku periprotetické zlomeniny. A nakonec kostní štěp může stimulovat hojení samotné zlomeniny (24).



Obr. 32 Pacientka 72 let s interprotetickou zlomeninou (A, B). Provedena insuficientní osteosyntéza diafyzární NCB dlahou (E). Po 3 týdnech dochází k selhání osteosyntézy s vytržením šroubů z distálního fragmentu (C, D). Provedena reosteosyntéza s použitím masivního kostikálního štěpu jako biologické dlahy s fixací štěpu pomocí titanových káblíků (šipky). Použita NCB dlaho pro distální femur s kombinací šroubů a titanových káblíků (F). Po 6 měsících zhojení zlomeniny s vhojením kortikálního štěpu (G, H).

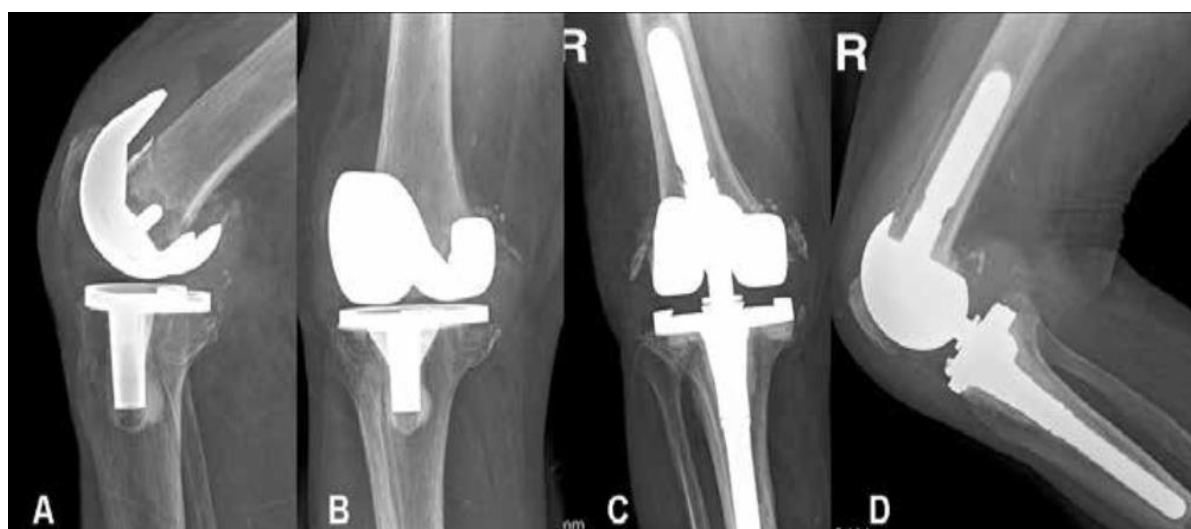
Metoda samozřejmě přináší také některé nevýhody. Kostní štěpy jsou poměrně cenově nákladné a i v našich podmínkách jejich cena významně stoupá. Ve srovnání se státy západní Evropy a zejména Spojenými Státy je však cena štěpů stále přijatelná a srovnatelná s osteosyntetickými materiály. Při použití allograftu samozřejmě existuje teoretický potenciál

přenosu chorob. Při současné technologii přípravy kostních štěpů je však toto riziko minimalizováno. Štěpy, ačkoli jsou iniciálně velmi silné, postupně během čtyř až šesti měsíců během procesu prorůstání s hoostitelskou kostní tkání svoji sílu částečně ztrácí (192). Naštěstí je proces slábnutí štěpu časově identický s procesem hojení a posilování místa zlomeniny. V případě kostního štěpu stejně jako při použití metalického osteosyntetického materiálu jde v podstatě o závod mezi hojením zlomeniny a selháváním osteosyntetického materiálu. V případě, že dojde k opožděnému hojení zlomeniny dojde s vysokou pravděpodobností i ke zlomení kostního štěpu. Další nevýhodou je potřeba extenzivního obnažení femuru z obou stran až k linea aspera. Tím teoreticky může dojít k poruše cévního zásobení femuru. Toto však nebylo v klinických souborech prokázáno.

I další autoři poukazují na to, že kombinace mediálně umístěného strukturálního aloštetu a kompresní dlahy umožňuje úspěšně provést osteosyntézu i v terénu těžké osteoporózy a v případech, kdy selhání primární otevřené repozice a osteosyntézy (216). Kumar publikuje také výborné výsledky osteosyntézy u tří velmi nízkých kominutivních periprotetických zlomenin, u kterých použili nitrodřeňový strukturální fibulární štěp (109). Nicméně tato metoda není všeobecně přijímána vzhledem nutnosti extenzivního přístupu a možným dalším problémem při eventuelní revizní náhradě kolenního kloubu. Byly však publikovány biomechanické práce modelující periprotetickou situaci metodou končených prvků prokazující výrazně vyšší pevnost montáže s nitrodřeňově umístěným kostním štěpem ve srovnání s prostou dlahou nebo nitrodřeňovým hřebem (86). Na druhé straně Mäkinen a kol. ve své biomechanické studii neprokázali vyšší pevnosti fixace s použitím intramedulárního štěpu proti standardním osteosyntetickým metodám (123).

5.5.8. Revizní náhrada kolenního kloubu

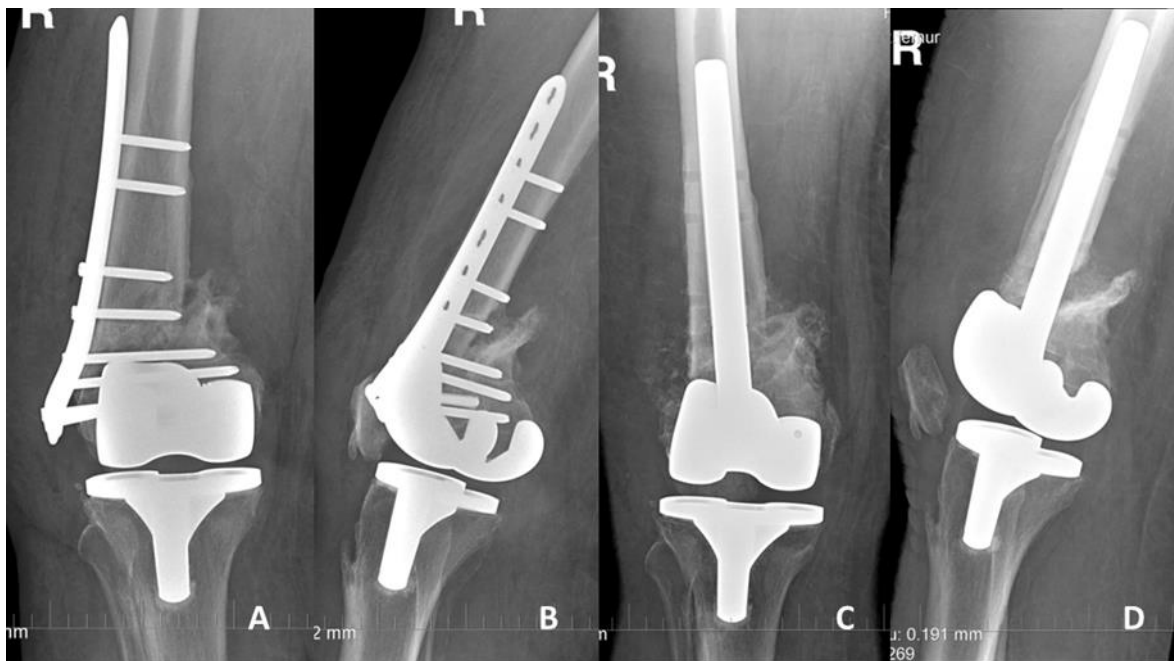
Metody uvedené výše jsou jen omezeně použitelné nebo zcela nepoužitelné u zlomenin s rozsáhlou kominutivní zónou zasahující oba kondyly femuru obvykle ve významně osteoporotickém terénu (typ II D naší klasifikace 2010). V individuálních případech, kdy v okolí endoprotézy zůstal dostatek kostní hmoty, lze přistoupit k osteosyntéze s použitím augmentace, avšak preferovanou metodou léčby těchto zlomenin a prioritní metodou u zlomenin typu III je použití revizních náhrad s femorálními dříky přemostujícími místo zlomeniny (105). Metoda přináší dobré krátkodobé výsledky s rychlým návratem pacienta do běžného života. Výsledek revizí náhrady (pokud nedojde k infekční komplikaci) je výborný v krátkodobém horizontu. Dlouhodobé výsledky jsou shodné s výsledky revizních náhrad kolenního kloubu v ostatních indikacích (95, 174) a nejsou již zdaleka tak optimistické.



Obr. 33 Žena 75 let. Periprotetická zlomenina distálního femuru typ III (klasifikace Tomáš 2010). Do kominutivní zóny jsou zavzaty úpony postranních vazů kolenního kloubu (A, B). Řešení pomocí revizní náhrady kolenního kloubu rotačního závěsného typu (C, D).

Revizní náhrada kolenního kloubu je jednoznačně indikována v případech periprotetických zlomenin v oblasti uvolněného implantátu, v těchto případech je jedinou možností obnovení stability a funkce kloubu. Revizní náhrada je také indikována v případech insuficientní kostní tkáně v periprotetické oblasti neumožňující dostatečné zakotvení osteosyntetického materiálu.

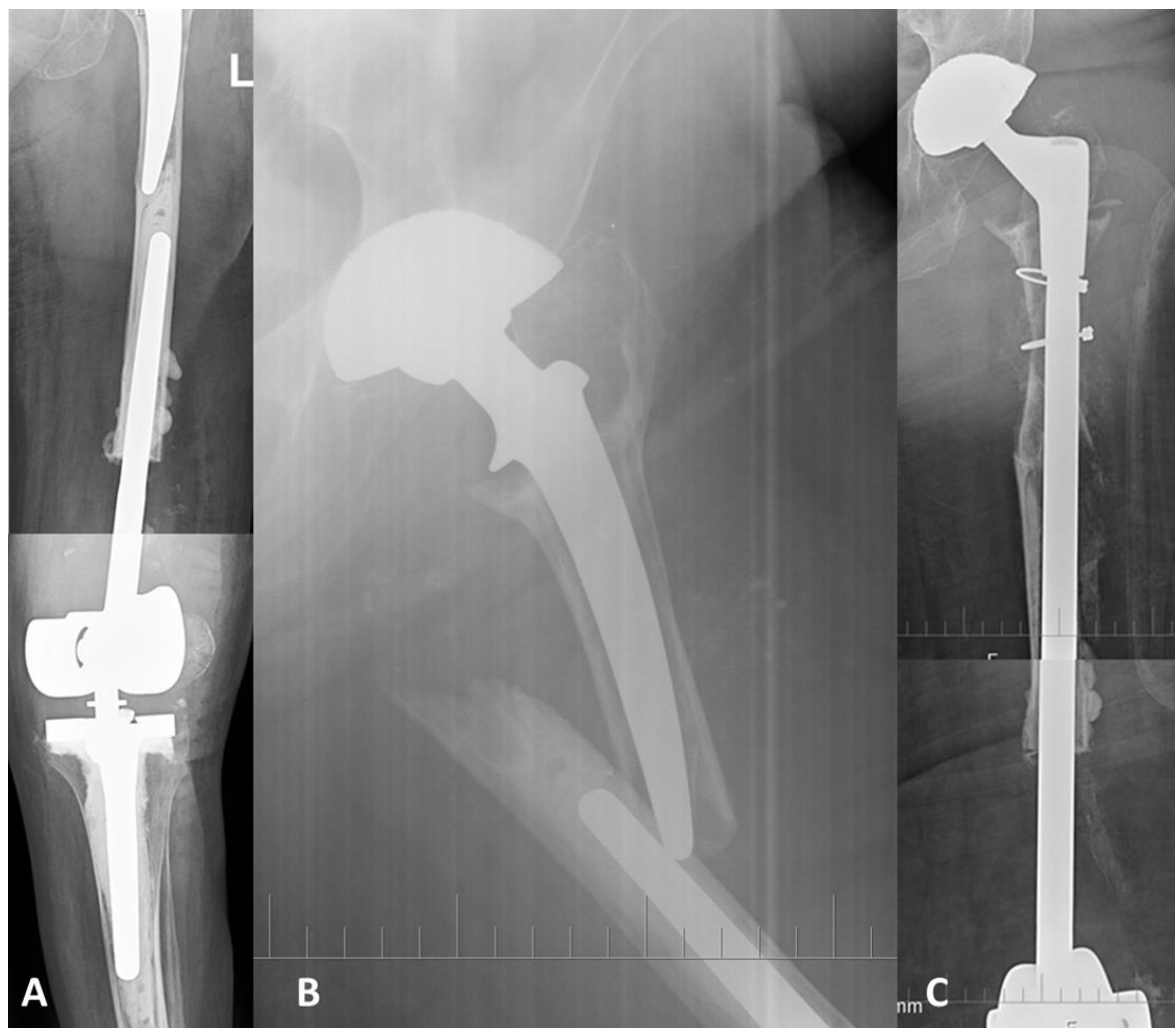
U většiny těchto případů je pak nutné i použití závěsného implantátu k obnově stability kloubu. U případů s deficitem kostní tkáně nebo extenze zlomeniny z periprotetické oblasti jsou pak indikovány tumorózní nebo individuální implantáty (8). V těchto případech přichází do úvahy také použití kostních štěpů v kombinaci s revizním implantátem k posílení defektní periprotetické kosti (109). Při použití revizního implantátu dochází rychle k restituci funkce kloubu a možnosti plné zátěže operované končetiny. Na druhé straně jsou revizní operace v periprotetickém terénu zatíženy vysokým počtem komplikací jako jsou infekce, hematomy, plicní embolie, parézy fibulárního nervu, časné uvolnění a pooperační zlomeniny (137). Další indikací pro využití revizní náhrady kolenního kloubu jsou stavy selhání předchozí osteosyntézy. Pokud dojde k selhání za příznaků defektního periprotetického kloubu, je jednoznačně indikováno řešení implantací revizní náhrady s dříkem přemostujícím oblast kloubu.



Obr. 34 Muž 62 let. Stav po osteosyntéze LCP dlahou se selháním osteosyntézy a pakloubem distálního femuru (A, B). Stav řešení revizní náhradou kolenního kloubu s přemostěním pakloubu necementovaným dříkem a přídatnou spongioplastikou. Po 2 letech přehojení pakloubu, endoptóza in situ (C, D).

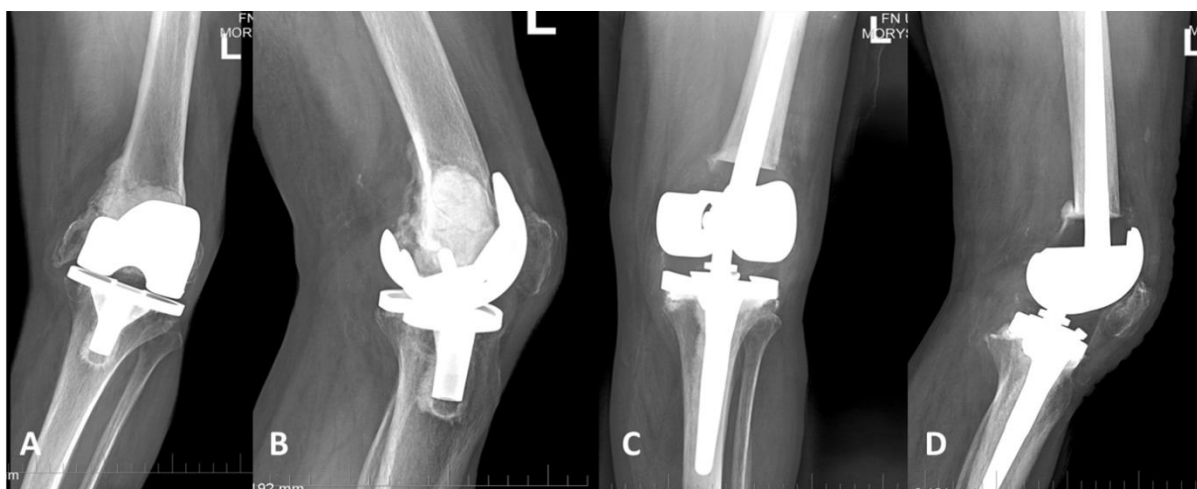
Postup v případech revizní náhrady pro periprotetickou zlomeninu se ve svých zásadách neliší od postupu při standardní revizní náhradě. Důraz je kladen na důsledné předoperační

plánování, adekvátní přístup, šetření měkkých tkání a kostní tkáně, korektní umístění endoprotézy, zajištění stability endoprotézy stupněm stlačení implantátu. Před vlastní operací bychom měli znát předpokládanou velikost revizních komponent, předpokládaný stupeň stlačení implantátu, délku a velikost dřívků případně nutnost použití offsetových dřívků, nutnost použití augmentace nebo kostních štěpů a eventuální nutnost použití individuálních implantátů (82, 112). Rozsah revizní náhrady se samozřejmě odvíjí od typu původní náhrady v soulase s klasifikací podle Rhee a kol. (161). Periprotetická zlomenina při závěsné náhradě by měla být vždy revidováno znovu pomocí závěsné náhrady. Zlomeniny při rozsáhlé kominuci distálního fragmentu mohou být řešeny tumorózní náhradou (obr. 36). Zlomeniny při uvolněné dřívkové náhradě jsou řešitelné delšími, eventuálně individuálně vyrobenými dřívky nebo dokonce totální náhradou femuru (obr. 35).



Obr. 35 Interprotetická zlomenina tumorózní náhrady kolenního kloubu (B). Stav řešen implantací totální femorální náhrady (C).

Revizní náhrada kolenního kloubu je výkonem, který může vést k rychlé restituci zdravotního stavu s možností časně plné zátěže operované končetiny a tím snížení rizika přidružených komplikací plynoucích z dlouhodobé imobilizace. Odpadají také problémy s nízkým potenciálem k hojení kostní tkáně u starších pacientů. Chen a kol. (85) referují dobré výsledky u deseti z jedenácti suprakondylických periprotetických zlomenin řešených revizní náhradou. Keenan a kol. (95) uvádějí sedm případů dislokovaných kondylárních zlomenin řešených individuálními implantáty se kterými dosáhli dobrého postavení a fixace implantátů, stejně jako rychlé pooperační restituce zdravotního stavu s dobrými funkčními výsledky. Na druhé straně Mortazavi a kol. (137) ve svém souboru 20 zlomenin řešených revizní náhradou udává 8 pooperačních komplikací u 6 pacientů řešených konzervativně a 10 komplikací u 5 pacientů, které si vyžádaly operační intervenci. Nejsou dostupná literární data zabývající se dlouhodobým přežíváním revizních náhrad indikovaných pro periprotetickou zlomeninu. Obecně je u těchto náhrad aseptické uvolnění uváděno jako vyskytující se střednědobá komplikace a jeho incidence stoupá se stupněm stlačení implantátu (10).



Obr. 36 Žena 78 let. 3 roky po revizi náhrady kolenního kloubu pro osteolýzu, řešené výměnou polyetylénového plata a cementovou plombou osteolýzy. Dochází k implakční zlomenině s varózním kolapsem (typ II B). Stav řešen tumorózní náhradou kolenního kloubu typu rotačního závěsu.

Také ostatní komplikace jsou referovány ve vyšším procentu (10). Zejména u mladších aktivních pacientů je vysoký potenciál k uvolnění závěsné endoprotézy a u těchto případů by měly být důkladně zváženy všechny ostatní možnosti terapie vedoucí k restituci kostní tkáně

od použití masivních štěpů armujících osteosyntézu (109) po použití resekční artroplastiky s osteosyntézou zlomeniny a kostními štěpy s následnou reimplantací za použití méně stišťeného implantátu. Metoda je však zatížena prodlouženou imobilizací, limitovanou zátěží a následným limitovaným rozsahem pohybů revizní náhrady (153).

Kompozitní náhrada s použitím kostního štěpu z tkáňové banky jako náhrady distálního femuru je další možností řešení periprotetické zlomeniny distálního femuru s defektní kostní tkání. Na druhé straně řada prací poukazuje na vysokou četnost komplikací zahrnujících resorpce aloštěpu, infekce a pasklouby (94, 50, 62, 105, 176). K tomu u pacientů ošetřených tímto způsobem není dovolena plná zátěž končetiny do radiologických známek přehojení kontaktu aloštěpu a vlastní kosti (94, 29). Z toho samozřejmě plyne omezená mobilita pacientů ošetřených tímto způsobem po poměrně dlouhou dobu.

Dalším kontroverzním problémem je fixace dřívků revizní náhrady při periprotetické zlomenině. V našem souboru jsme použili v osmi případech dřívky cementované a v šesti případech dřívky necementované. V poslední době se v těchto indikacích jednoznačně upřednostňujeme dřívky cementované. Při použití cementovaného dřívku v osteoporotické kosti starších pacientů snižujeme riziko peroperační periprotetické zlomeniny. Ke stabilizaci lze obvykle použít kratší dřívky než při necementované variantě, cementované dřívky vykazují vyšší axiální stabilitu s dřívější možností zátěže operovaného kloubu. Oproti tomu necementované dřívky vykazují vyšší rotační stabilitu a snižují přenos zátěže na použité kostní štěpy (105). Při použití cementovaných dřívků musíme dbát na to, aby kostní cement nepronikl mezi jednotlivé úlomky a neznemožnil tak hojení zlomeniny.

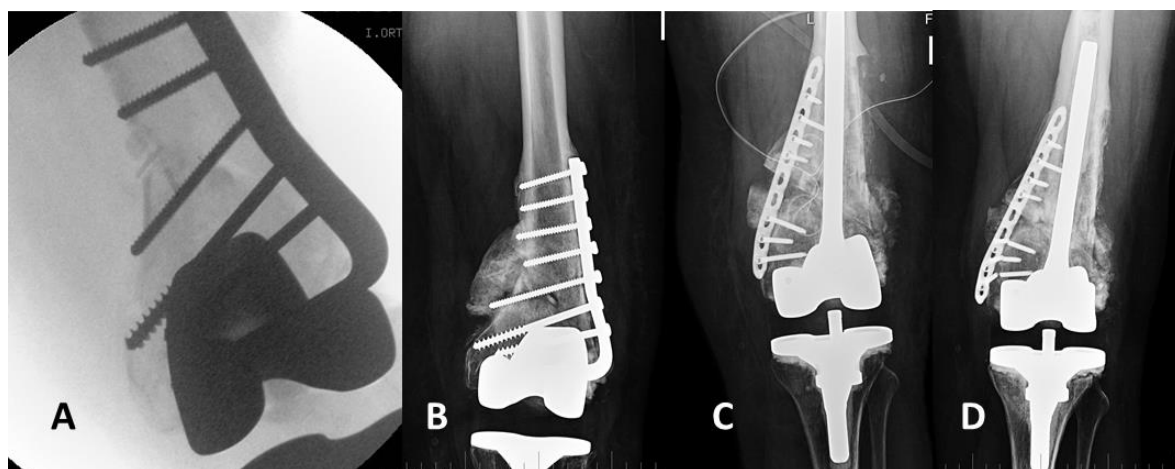


Obr. 37 Žena 70 let. Periprotetická zlomenina typu II D (klasifikace Tomáš 2010) (A). Do kominutivní zóny zlomeniny jsou zavzaty úpony postranních vazů kolenního kloubu. Stav řešen implantací rotační závěsné revizní náhrady kolenního kloubu s cementovanými dříky, které zajišťují stabilitu fragmentů zlomeniny (B). Po 3 letech patrně kompletní přehojení kominutivní zóny (C).

5.5.8.1. Operační postup revizní náhrady kolenního kloubu

Postup zahrnuje důkladné předoperační plánování, provedení RTG snímků na dlouhý formát. Musíme vždy brát v úvahu fakt, že defekt a stav kostní tkáně je vždy podstatně horší, než je zřejmé z předoperačního snímku. Při pochybnostech o stavu periprotetické tkáně zhotovujeme CT. Volíme adekvátní přístup k získání dostatečného přehledu v operované oblasti, ve všech našich případech jsme volili mediální parapatelární přístup. Následuje uvolnění adhezí a jizevnatých tkání, odstranění granulačních tkání k získání přehledu o mediálním a laterálním platu. Dočasné stabilizace ligamentum patellae dosahujeme zavedením fixačních hřebíků do místa úponu. Pokud není možno dostatečně stabilizovat ligamentum patellae a hrozí jeho porušení, neváháme s rozšířením přístupu femorální nebo tibiální extenzí. Následuje opatrné

vyjmutí implantátu, při kterém je potřeba maximálně šetřit přilehlou kostní tkáň, používáme Gigliho pilku, oscilační pilku s tenkými pilovými listy, tenká dláta na oblast zadních kondylů.



Obr. 38 Žena 65 let Osteosyntéza periprostické zlomeniny typu II A (A). V pooperačním období pád a varózní kolaps distálního fragmentu (B). Řešení revizní náhradou kolenního kloubu polostištěného typu s korekční osteotomií distálního femuru, spongioplastikou a cementovaným dříkem revizní náhrady (C). Po 2 letech kompletní přehojení osteotomie (D).

Identifikujeme kostní markery pro umístění implantátu (hlavička fibuly, mediální a laterální epikondyl), podle kterých stanovujeme postavení tibiálního plateau. Následuje stabilizace kloubu ve flexi s určením velikosti femorální komponenty a jejího předozadního postavení. Nakonec stabilizujeme endoprotézu v extenzi určením proximodistálního postavení femorální komponenty. Volba typu a délky dříků femorální a tibiální komponenty závisí na rozsahu poškození periprotetické tkáně. K výplni defektů používáme spongiozní kost, kostní cement, nebo kostní náhrady. Možnosti použití titanových sleeveů v oblasti distálního femuru jsou omezené vzhledem k přítomnosti tříštivé zóny, do které nelze sleeve zakotvit. Jako výhodnější se ukazuje použití trabekular metalových výplní, které mohou snadno a efektivně nahradit a stabilizovat chybějící kostní tkáň. Míra stability implantátu je závislá na stavu vazivového aparátu. Vzhledem k tomu, že úpony vnitřního a zevního postranního vazy jsou ve většině případů zavzaty do kominutivní zóny a nelze je suficientně stabilizovat, jsme nuceni ve většině případů periprotetických zlomenin použít závěsnou endoprotézu. Stabilizace kostních fragmentů k endoprotéze, při stabilně zakotveném dříku, se ukazují jako nadbytečná. Další zvyšování množství implantovaného materiálu zvyšuje riziko infekce a prodlužuje operační čas. Při dostatečné fixaci dříku a tím přemostění kominutivní zóny dochází v průběhu

limitované zátěže ke zhojení. **(obrázek)** Používáme standardní ATB prevenci a prevenci TEN. Pooperační rehabilitaci zahajujeme druhý pooperační den s ohledem na extenzi přístupu. Při nekomplikovaném průběhu povolujeme plnou zátěž 3 měsíce po operaci.

5.5.9. Interprotetická zlomenina



Obr. 39 Interprotetická zlomenina mezi totální náhradou kolenního kloubu a nitrodřeňovým hřebem (A). Řešení přemostující osteosyntézou pomocí periprotetické NCB dlahy.

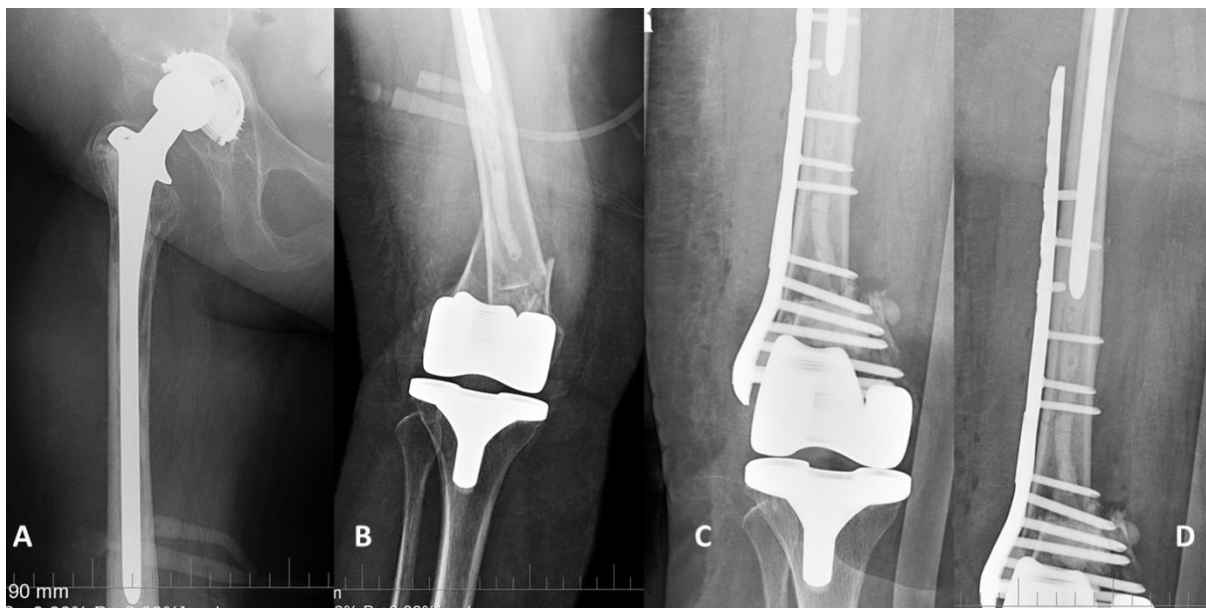
Specifickým problémem v oblasti periprotetických zlomenin je takzvaná interprotetická zlomenina. Ve skutečnosti byl termín periprotetická zlomenina poprvé použit Kennem (96) k popisu zlomeniny femuru pod totální náhradou kyčelního kloubu a nad totální náhradou kolenního kloubu. Dave a kol. (28) jako první takovouto zlomeninu označil názvem interprotetická zlomenina. Tyto zlomeniny představující problém s narůstající incidencí danou prooperovaností populace implantacemi totálních náhrad kyčelního a kolenního kloubu. Vyžadují specifický terapeutický přístup. Z tohoto důvodu narůstá pozornost věnovaná tomuto typu zlomenin. O závažnosti těchto zlomenin svědčí práce Bonneviale a kol., který (18) v multicentrické studii zahrnující 51 interprotetických zlomenin zjistil u těchto zlomenin vysoký výskyt komplikací s rizikem infekce v 24 %, nutností následné velké revizní operace v 24 % a mortality 31 %. V recentní studii se pokusil Solarino a kol. (190) shrnout existující poznatky o tomto typu zlomenin.

Autoři našli v 15 vybraných studiích celkem 124 pacientů s interprotetickou zlomeninou a zjistili, že neexistuje jednotný algoritmus stanovující terapeutický postup u těchto zlomenin, a že názory na ošetření těchto specifických zlomenin se stále

vyvíjejí. Cruz a kol. (211) identifikovali 67 pacientů s náhradou kolenního u kterých byla přítomná buďto náhrada kyčelního kloubu nebo nitrodřeňový hřeb implantovaný pro zlomeninu proximálního femuru. Autoři uvádí incidenci těchto zlomenin 8,8 % u necementovaných náhrad kyčelního kloubu. V závěru jako největší problém, zvyšující riziko vzniku interprotetické zlomeniny vidí nestabilitu implantátu a snižující se vzdálenost mezi implantáty při narůstající používání dřívkových revizních náhrad kolenního kloubu.

V kadaverozní studii Lehman a kol. (114) srovnal pět různých konfigurací implantátů totálních náhrad kyčelního a kolenního kloubu. Jako rizikovou pro vznik interprotetické zlomeniny vidí neuvolněnou stištenou náhradu kolenního kloubu. Neexistuje také konsenzus v klasifikaci těchto zlomenin v poslední době se objevily tři různé práce (156, 189) poušející se klasifikovat tyto zlomeniny. Objevilo se také rozšíření Vacouverské klasifikace (34). Žádná z těchto snah však nedosáhla širšího přijetí. Léčba těchto zlomenin je komplikovaná, většina publikací zabývajících se tímto problémem se shoduje v tom, že optimálním řešením je dlahová osteosyntéza. Další inovativní terapeutické metody jsou v současné době intenzivně zkoumány. Weiser a kol. ve své kadaverozní studii zkoušel použití interpozičního sleeveu jako jednu z možností řešení interporotetických zlomenin s defektní kostní tkání. Autoři uzavírají, že se jedná spíše o alternativní řešení a dlahová osteosyntéza je zatím první volbou v řešení těchto zlomenin. V další kadaverozní studii se Auson a kol. (6) zabývá možností osteosynézy za pomoci ortogonálně uložených dlah u interproteitckých zlomenin. Jako nejlepší konfiguraci dlah zjistili stav s minimální vzdáleností mezi dlahami a s použitím dlouhé dlahy (minámálně 7 děr) uložené na přední plochu femuru.

Z hlediska minimalizace rizika vzniku interprotetické zlomeniny je velmi důležité vyhnout se koncentraci násilí v místě mezi díkem totální náhrady kyčelního kloubu nebo jiným implantátem a implantátem použitým k osteosyntéze zlomeniny (obr. 39, 40). Pokud není přítomnost dřívku v blízkosti dlahy rozpoznána nebo je podceněna, dochází v přechodové oblasti mezi jedním a druhým implantátem k vysoké koncentraci vektorových sil a k selhání fixace nebo vzniku nové periprotetické zlomeniny. Všechny dlahy implantované při přítomnosti dřívku femorální komponenty, pokud nejsou ukončeny v dostatečné vzdálenosti od dřívku, by měly přesahovat oblast dřívku. Tam by měly být fixovány buďto monokortikálními šrouby, pomocí kablíků a cerkláží nebo pomocí přídatných periprotetických systémů dlahy.



Obr. 40 Interprotetická zlomenina mezi totální náhradou kolenního kloubu a revizním dříkem náhrady kyčelního kloubu (A, B). Řešení pomocí osteosyntézy LCP dlahou s částečným přemostěním revizního dříku (C, D).

Řešením může být použití dlouhé dlahy, přemostující zlomeninu a zasahující do oblasti dříku totální náhrady kyčelního kloubu s použitím unikortikálních šroubů nebo fixačních periprotetických systémů jako například Locking Attachment Plate (Synthes, Oberdorf, Switzerland). Pokud se jedná o cementovaný dřík náhrady kyčelního kloubu, pak zavrtání šroubů přímo do kostního cementu zlepší jejich stabilitu. Další možností k posílení montáže je použití kablíků nebo kortikálního strukturálního štěpu. Obecně platí, že strukturální štěp by měl umístěn v rovně kolmé na dlahu, tak aby oba systémy zajistili odolnost vůči působení vektorovým silám v obou rovinách. Strukturální štěp fixujeme kablíky se svorkami, které opatříme svorkami zajišťujícími dostatečnou kompresi (113) (obr. 32). Strukturální štěp fixovaný pouze pomocí šroubů nezajistí dostačenou sílu ani stabilitu (182). V případech takovýchto zlomenin je v literatuře popsáno i využití retrográdního hřebu, který však také koncentrací sil mezi implantáty významně zvyšuje riziko zlomeniny mezi implantáty. Toto řešení není tedy obecně doporučováno.

5.6. Komplikace periprotetických zlomenin distálního femuru

Mezi nejčastější komplikace periprotetických zlomenin patří pakloub, zhojení v nevhodném postavení, ztuhlost kloubu a infekční komplikace. Výskyt komplikací periprotetických zlomenin v literatuře významně variuje mezi 25 % - 75 %.

Herrera (77) klasifikuje komplikace periprotetických zlomenin do čtyř základních skupin

1. Nezhojení a pakloub: zahrnuje nezhojení zlomeniny, sekundární operace pro nezhojení, infekční komplikace vedoucí k nezhojení zlomeniny a nucené výměny implantátu před zhojením zlomeniny. Uvolnění femorální komponenty naopak zahrnuje do skupiny selhání implantátu.

2. Jako selhání implantátu definuje situace, které vedou k vynucenému sekundárnímu výkonu na implantátu. Zahrnuje uvolnění šroubů, vytržení a migraci implantátu, zlomeninu implantátu vedoucí k nezhojení zlomeniny, uvolnění femorální komponenty zjištěné nebo vzniklé v průběhu hojení zlomeniny, a nakonec zlomeninu nad implantátem. Asymptomatické zlomeniny šroubů nebo implantátu, které neovlivní zhojení zlomeniny a nevyžadují sekundární chirurgický zásah, nezahrnuje Herrera do komplikací.

3. Mezi hluboké infekce zahrnuje všechny infekční komplikace s výjimkou povrchových infekcí, které nevyžadují chirurgické debridement, a infekce hřebů zevního fixátoru při jeho použití. Infekce vedoucí k nezhojení zlomeniny zahrnuje do skupiny nezhojení a pakloubů.

4. Sekundární výkon zahrnuje všechny druhotné výkony provedené ve spojitosti s periprotetickou zlomeninou distálního femuru. Zahrnuje tedy vyjmutí implantátu, ať už kompletní nebo vyjmutí jednotlivých šroubů. Do sekundárních výkonů zahrnuje Herrera i chirurgem indikované druhotné výkony odmítnuté pacientem. Na druhé straně nezahrnuje plánovanou odloženou aplikaci kostních štěpů při otevřené zlomenině, plánované výplachy a debridement a vyjmutí zevního fixátoru u pacientů ošetřených tímto způsobem (77).

Konzervativní léčba dislokovaných periprotetických zlomenin distálního femuru vykazuje zhojení v nevhodném postavení ve 25 % - 100 %, nezhojení ve 20 % - 35 %. Dalšími často se vyskytujícími komplikacemi u tohoto typu léčby jsou ztráta pohybu v kolenním kloubu a neschopnost udržet zlomeninu v reponovaném postavení (101).



Obr. 41 Žena 76 let. Periprotetická zlomenina typu II C řešená osteosyntézou kondylární dlahou (A, B, C, D). Selhání osteosyntézy se zlomením dlahy (E, F) řešeno resyntézou stejným implantátem s cerklážní kličkou a spongioplastikou. Po 6 měsících kompletní přehojení zlomeniny (G, H).

Co se týče výsledků operační léčby periprotetické zlomeniny, jsou publikované komplikace významně rozdílné.

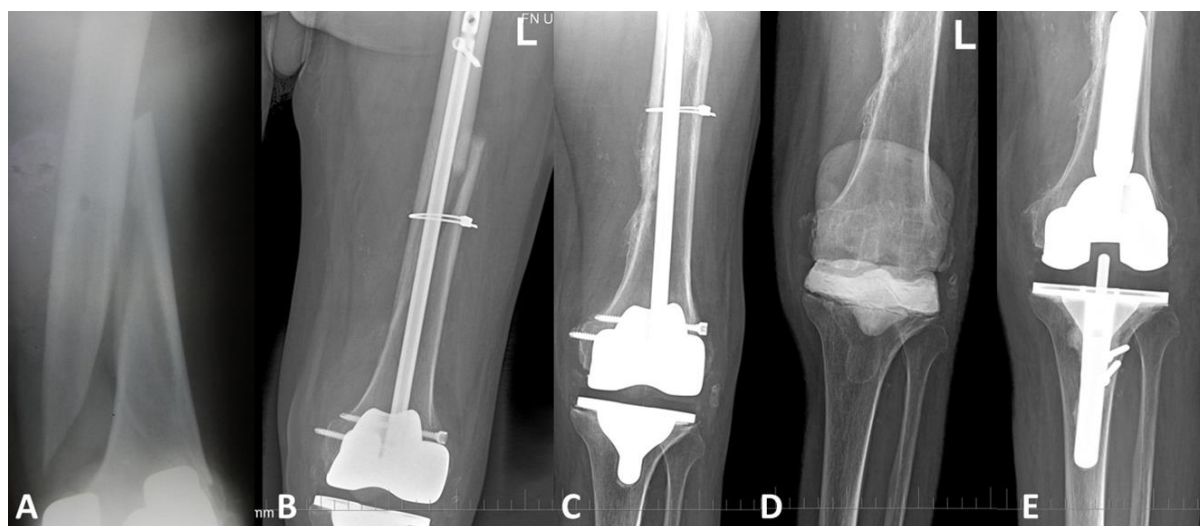
Herrera a kol (77) ve své práci podrobil analýze výsledky 29 prací zabývajících se léčbou periprotetických zlomenin distálního femuru. Na základě rozboru prací zjistil průměrný výskyt komplikací u jednotlivých typů ošetření periprotetické zlomeniny.

Průměrnou četnost nezhojení zlomeniny zjistili v 5,3 % (1,8 % - 14 %), selhání osteosyntézy v průměru 3,5 % (0,9 % - 12 %) a průměrný výskyt hluboké infekce v 5,3 % případů (1,8 % - 14 %). Potřebu dalšího výkonu uvádí autoři v průměru v 8,8 % (3,8 % - 19 %).

Konzervativní léčbou se zabývalo 10 prací s celkovým počtem 121 pacientů. Nezhojení zlomeniny se u konzervativní terapie vyskytlo ve 12 % případů, selhání fixace v 1,7 %, hluboká infekce v 0,8 %, nutnost sekundární operace v 18 %.

Použitím konvenční dlahy se zabývalo 17 prací s celkovým počtem 123 pacientů. Při použití konvenční dlahy byl použit dynamický kondylární šroub ve 24 % případů, kondylární dlahu ve 20 %, motýlová dlahu ve 13 %, dvojitá dlahu ve 13 % a jiný dlahový systém ve 40 %.

Nezhojení se v souboru dlah vyskytlo ve 12 % případů, selhání implantátu v 7,3 % případů, hluboká infekce v 5,7 % a nutnost sekundárního chirurgického zákroku si vyžádalo 15 % případů.



Obr. 42 Muž 69 let. Periprotetická zlomenina typu II C (A). Provedena osteosyntéza nitrodřeňovým hřebem (B). Po 16 měsících se manifestuje infekce nitrodřeňového hřebu a endoprotézy (C). Provedena extrakce materiálu a implantace cementového spaceru (D). Po 6 měsících reimplantace za použití polostištěné náhrady s necementovanými dřívky (E).

Celkem 65 pacientů z 9 studií bylo ošetřeno pomocí nitrodřeňového hřebu. Nezhojení zlomeniny se vyskytlo v 1,5 %, selhání implantátu v 1,5 %, hluboká infekce v 5,3 % a nutnost sekundárního chirurgického výkonu ve 4,6 %.

Výsledky zamykatelné dlahy se zabývalo 5 prací s celkovým počtem 57 pacientů. V 56 % případů se jednalo o LISS systém a ve 44 % o LCP systém. Nezhojení bylo uváděno v 5,3 %

případů, selhání implantátu v 3,5 %, hluboká infekce ve 3,3 % a nutnost druhotného výkonu v 8,8 %.

Kumulativní komplikace se tedy vyskytly v souboru konzervativní léčby ve 42,5 %, u konvenční dlahové techniky ve 40 %, u nitrodřeňového hřebu v 7,6 % a u zamykatelné dlahy ve 24,9 % (77).

V závěru autoři uvádí, že riziko nezhojení významně signifikantně stoupá při konzervativním postupu nebo při použití klasické dlahové techniky.

Large a kol. (110) uvádí ve své práci 17 % zhojení v nevýhodném postavení při použití LISS implantátu nebo kondylární dlahy. Fulkerson a kol. (53) ve svém souboru reportujícím výsledky použití první generace zamykatelné dlahy uvádí vznik pakloubu u 11 % pacientů, opožděné hojení zlomeniny u 5,5 %, a vznik hluboké infekce rovněž u 5,5 %.

Gondalia a kol. (63) ve své práci zabývající se srovnáním výsledků dlahové osteosyntézy a retrográdního femorálního hřebu uvádí celkovou četnost výskytu komplikací 29,2 % v souboru dlahové osteosyntézy a 27,8 % v souboru nitrodřeňové osteosyntézy.

Matlovich a kol. (127) ve své práci také porovnává výskyt komplikací při osteosyntéze zamykatelnou dlahou a nitrodřeňovým retrográdním hřebem. Ve svém souboru zjistil 2x nezhojení u skupiny ošetřené nitrodřeňovým hřebem (10,5 %). V obou případech šlo o případy nízkou lokalizací periprotetické zlomeniny. Míra reoperací byla signifikantně vyšší ve skupině nitrodřeňových hřebů (26,3 %) ve srovnání s dlahovou osteosyntézou (2,6 %).

Reoperace ve skupině hřebů zahrnovaly jeden infikovaný pakloub, jeden aseptický pakloub a tři případy iritace osteosyntetickým materiálem. (127).

Z literárních výsledků vyplývá podobná četnost komplikací při použití osteosyntézy dlahou a nitrodřeňovým hřebem. Zatímco při použití dlahové osteosyntézy je vyšší výskyt pakloubů a prodlouženého hojení zlomeniny, u osteosyntézy nitrodřeňovým retrográdním hřebem je vyšší výskyt refraktur nad implantátem a infekčních komplikací (obr. 42).

Ehrlinger a kol. (38) poukazuje ve své studii na nízký výskyt komplikací při použití dlahové osteosyntézy spojené s miniinvazivní technikou. Na souboru 26 pacientů ošetřených miniinvazivní technikou dokládají jen v jednom případě výskyt pakloubu, mechanické selhání implantátu ve třech případech, refrakturu ve svém souboru nezaznamenali.

Co se týče komplikací při ošetření periprotetické zlomeniny NCB dlahou uvádí El Zayath a kol. (40) ve svém souboru 84 odoperovaných pacientů výskyt sedmi komplikací vyžadujících následný chirurgický výkon. U dvou pacientů autoři uvádějí podcenění zlomeniny, kdy zlomenina typu AO C byla posouzena a operována jako zlomenina B podle AO klasifikace. Kondylární šrouby byly u těchto zlomenin použity příliš krátké, a proto musely být vyměněny

za delší po první pooperační RTG kontrole. U dalšího pacienta byl po zhojení zlomeniny vyjmut protrudující šroub dráždící vnitřní postranní vaz. U dvou pacientů došlo v pooperačním období k raným problémům, které si vyžádaly operační intervenci, v jednom případě se jednalo o hlubokou infekci, která skončila extrakcí implantátů. Komplikace, které si nevyžádaly další chirurgickou intervenci, se vyskytly u 36 pacientů. Z těchto se vyskytla ve dvou případech signifikantní malpozice implantátu (15° vnitřní rotace a 15° valgózní úchylka). Rucholz a kol. (176) ve svém souboru uvádí poměrně nízký výskyt komplikací spojených s metodou NCB dlahy. Uvádí 7 % malých komplikací a 12 % případů s nutností další chirurgické revize. Nezhojení se selháním implantátu autoři zjistili jen v 5 % případů. Málo literárních údajů je publikováno k pooperačním komplikacím po revizní náhradě kolenního kloubu pro periprotetickou zlomeninu distálního femuru. Nicméně většina autorů se shoduje v tom, že jak peroperačních, tak pooperačních komplikací se vyskytují častěji ve srovnání se standardní revizní náhradou kolenního kloubu (137, 191). Jako nejčastější pooperační komplikace je udávána infekce (191). Zvýšený výskyt infekčních komplikací je spojován s kompromitací měkkých tkání před výkonem, extenzivním přístupem, prodlouženým operačním časem a komorbiditami zvýšeně se vyskytujícími u starších pacientů s periprotetickou zlomeninou. Mortazavi (137) ve svém souboru 22 pacientů, u kterých byla implantována revizní náhrada kolenního kloubu pro periprotetickou zlomeninu však nezjistil peroperační komplikaci ani žádnou infekční komplikaci. Výskyt nízkých infekčních komplikací Mortavazi vysvětluje tím, že pacienti v jeho souboru nepodstoupili větší počet předchozích operací a terén měkkých tkání u nich tedy nebyl kompromitován. Další možnou komplikací je aseptické uvolnění. Mortavazi ve svém souboru zjistil jedno uvolnění tibiální komponenty 3,5 roku po operaci. U dalších pacientů nezjistil ani radiologické známky uvolnění endoprotézy. Výskyt pooperační zlomeniny femuru po revizní náhradě je udáván v 1 % - 8 %. Mortavazi uvádí poměrně vysoký výskyt 18,1 % a vysvětluje jej nízkou kvalitou kosti u starých pacientů ve svém souboru. Ze svých 22 periprotetických zlomenin hodnotí 18 z nich jako zlomeninu v terénu křehké kosti (podle kritérií WHO). Většina autorů (137, 191) se tedy shoduje v tom, že procento komplikací u revizních náhrad je vyšší než u náhrad provedených pro aseptické uvolnění, na druhé straně výsledky těchto náhrad se významně neliší.

KLINICKÁ ČÁST

6. Soubor pacientů

Na I. ortopedické klinice v Brně jsme v letech 1989–2018 implantovali 9347 totálních endoprotéz kolenního kloubu. Ve stejném období jsme ošetřili 111 periprotetických zlomenin distálního femuru u 109 pacientů. Ve dvou případech jsme zaznamenali opakovanou periprotetickou zlomeninu. V obou případech se jednalo o případ, kdy původní periprotetická zlomenina byla řešena revizní náhradou kolenního kloubu a došlo k periprotetické zlomenině při dřívku revizní náhrady. Celková incidence periprotetické zlomeniny distálního femuru je v našem souboru 1,2 %. V souboru 111 zlomenin se jednalo ve 102 případech o primární náhradu kolenního kloubu, což při implantaci 8831 primárních náhrad v daném období znamená incidenci 1,15 %. V souboru jsme identifikovali 9 zlomenin u revizních náhrad kolenního kloubu, což při celkovém počtu 543 revizních náhrad v daném období znamená incidenci 1,65 %.

V souboru periprotetických zlomenin bylo 85 žen a 24 mužů. Průměrný věk pacientů v době vzniku periprotetické zlomeniny byl 72,26 s mediánem 72 let, rozmezí se pohybovalo od 50 do 96 let. Ve věku mezi 50 a 60 lety jsme v souboru zaznamenali 10 pacientů (9 %), mezi 61 a 70 lety bylo 31 pacientů (28 %). Ve věku 71 až 80 let bylo v době vzniku zlomeniny 46 pacientů (41 %) a konečně ve věku nad 80 let bylo 24 pacientů (22 %). Věkové rozložení ukazuje **graf**.

Do souboru periprotetických zlomenin distálního femuru jsme zařadili tři peroperační zlomeniny a 108 zlomenin pooperačních. Průměrná doba od implantace totální náhrady kolenního kloubu do vzniku periprotetické zlomeniny byla 73,4 měsíce s rozmezím 0 měsíců (u peroperačních zlomenin) až 182 měsíců, medián 69,5 měsíce. Největší výskyt vzniku zlomeniny jsme zaznamenali do 3 měsíců od implantace (31 zlomenin, 36 %). Časové rozložení vzniku zlomeniny od implantace náhrady kolenního kloubu ukazuje **graf**.

Rozložení implantovaných typů náhrad kolenního kloubu v daném období se nepodařilo zjistit, s výjimkou toho, že jsme zjistili 7666 náhrad kolenního kloubu typu metal back a 1681 náhrad typu all poly. Typem implantátu, u kterého se vyskytla zlomenina, byla v 36 případech endoprotéza Sigma (De Puy, Synthes, Warsaw, In, USA), v 19 případech Search (BBraun, Tutlingen, Germany), v 15 případech Search Evolution (BBraun, Tutlingen, Germany), ve 13 případech Nex Gen (Zimmer-Biomet, Warsaw, In, USA), v 10 případech Columbus (BBraun, Tutlingen, Germany). Periprotetickou zlomeninu u primární náhrady kolenního kloubu jsme ošetřili v 93 případech, v 18 případech se jednalo o revizní náhradu. Z toho Sigma Revision

(De Puy, Synthes, Warsaw, In, USA) v 6 případech, Columbus Revision (BBraun, Tutlingen, Germany) v 5 případech, Nex Gen Revision (Zimmer-Biomet, Warsaw, In, USA) ve 2 případech a Beznoska CMS (Beznoska s.r.o. Kladno, ČR) v 5 případech.

Konzervativním způsobem jsme léčili 2 periprotetické zlomeniny, typu I naší klasifikace.

Minimální osteosyntéze za použití Kirschnerových drátů zaváděných kombinovaně z oblasti mediálního a laterálního kondylu, popřípadě v kombinaci s jednotlivými perkutánně zaváděnými šrouby, jsme použili u 7 pacientů. Ve všech případech se jednalo o pacienty ve špatném celkovém stavu, u kterých jsme po dohodě s anesteziologem preferovali minimální výkonu vzhledem k vysokému riziku celkových komplikací. Ve dvou případech peroperačních periprotetických zlomenin jsme řešili odlomení kondylu jedním, respektive dvěma tahovými šrouby. V jednom případě jsme peroperační zlomeninu při dřívkové revizní náhradě kolenního kloubu řešili cerkláží pomocí Control Cable systému (De Puy-Synthes, Warsaw, In). V jednom případě jsme periprotetickou zlomeninu v terénu infikované náhrady kolenního kloubu řešili explantací endoprotéza léčbou infekce na zevním fixátoru.

Preferovaným způsobem ošetření periprotetické zlomeniny je na našem pracovišti dlahová osteosyntéza. Tuto jsme použili k ošetření celkem 78 periprotetických zlomenin distálního femuru. Z toho jsme AO 2 kondylární dlahu (Beznoska s.r.o., Kladno) použili v 57 případech, AO 1 přímou dlahu (Beznoska s.r.o. Kladno) ve 3 případech, LCP dlahu (De Puy-Synthes, Warsaw, In) v 6 případech a NCB dlahu (Zimmer-Biomet, Warsaw, In) ve 12 případech. U NCB dlahy jsme tuto použili v 6 případech v modifikaci distální femorální dlahy, ve třech případech periprotetických zlomenin při dřívku femorální komponenty revizní náhrady kolenního kloubu v módu distální femorální periprotetické dlahy a konečně dvakrát při zlomeninách při dřívku revizní náhrady v módu diafyzární periprotetické dlahy. U šesti pacientů jsme k ošetření periprotetické zlomeniny použili retrográdní nitrodřeňový hřeb. Z toho jsme v pěti případech použili retrográdní hřeb Medin (Medin s.r.o., Nové Město na Moravě, ČR) a v jednom případě hřeb Targon (BBraun, Tutlingen, Germany).

Ve 12 případech jsme periprotetickou zlomeninu řešili revizní náhradou kolenního kloubu. V 8 případech jsme použili závěsný implantát CMS (Beznoska s.r.o. Kladno, ČR), ve dvou případech implantát Sigma revision (De Puy-Synthes, Warsaw, In) a ve dvou případech implantát Columbus revision (BBraun, Tutlingen, Germany).

Do roku 2009 jsme v léčbě periprotetických zlomenin postupovali podle obecných doporučení a řídili jsme se nejvíce podle klasifikace Di Gioi Rubashe a kol. (33) později podle klasifikace Su a kol. (198). Od roku 2009 se řídíme podle naší klasifikace, tuto jsme publikovali v roce 2010 (210).

Metoda léčby	Typ zlomeniny						No
	I	II A	II B	II C	II D	III	
Konzervativní terapie	2						2 (2 %)
Selhání	1						1 (50%)
Exitus							0
Miniosteosyntéza		3	1	1	2		7 (6 %)
Selhání		1	1	0	1		3 (43%)
Exitus		3		1	1		5 (71 %)
Dlahová syntéza AO 1				2		1	3 (3 %)
Selhání				1		1	2 (66 %)
Exitus				1			1 (33 %)
Dlahová syntéza AO 2	1	30	6	21			58 (54 %)
Selhání	0	2	2	3			7 (12 %)
Exitus		4	1	5			10 (17 %)
Dlahová syntéza LCP		3	1	2			6 (6 %)
Selhání		1	1	0			2 (33 %)
Exitus							0
Dlahová syntéza NCB		5	1	6			12 (11 %)
Selhání		0	0	1			1 (8 %)
Exitus							0
Nitrodřeňový hřeb		1		5			6 (6 %)
Selhání		0		1			1 (17 %)
Exitus				1			1 (17 %)
RTKA				1	6	6	13 (12 %)
Selhání				0	1	1	2 (18 %)
Exitus						1	1 (9 %)
Ostatní						1	1 (1%)
Selhání						1	1 (100 %)
Počet/selh./exitus	3/1/0	42/4/7	9/4/1	38/6/7	8/2/1	8/3/1	
Počet %	28 %	39 %	8 %	35 %	7 %	35 %	
Selhání %	33 %	10 %	44 %	16 %	29 %	38 %	
Exitus %		17 %*	11 %	18 %	13 %	13 %	

Tab. 11 Soubor periprotetických zlomenin distálního femuru. Rozdělení podle typu zlomeniny a typu terapie s uvedením úspěšnosti terapeutického postupu.

Z hlediska naší klasifikace jsme v souboru našich pacientů zařadili jako typ I (nedislokované zlomeniny) 2 zlomeniny; typ IIA (zlomeniny s laterální kominucí) 42 pacientů; zlomeniny s mediální kominucí 9 pacientů, typ IIC (zlomeniny nad femorální komponentou) 38 zlomenin, do skupiny II D (komplexně kominutivní zlomenina) jsme zařadili 8 pacientů, stejně jako do skupiny III (zlomeniny při uvolněné TEP).

Augmentaci kostní tkáně jsme byli nuceni použít u 18 pacientů. V devíti případech jsme použili posílení defektní kosti pomocí kostního cementu. Z toho 5 x u zlomeniny typu II A, 1 x u zlomeniny typu II B a 3 x u zlomeniny typu II C. Spongioplastiku jsme použili v 6 případech. Vždy se jednalo o zlomeninu typu II A. Kombinaci cementoplastiky a spongioplastiky jsme indikovali u 3 zlomenin, opět byly všechny ze skupiny II A.

Ze strany použitého implantátu byla cementoplastika použita 7x v kombinaci s AO 2 dlahou a 2 x v kombinaci s retrográdním femorálním hřebem. Spongioplastiku jsme použili ve 4 případech v kombinaci s AO 2 dlahou a ve dvou případech s NCB dlahou. Kombinaci cementoplastiky a spongioplastiky jsme použili v jednom případě AO 2 dlahy a ve dvou případech NCB dlahy.

	Cementoplastika	Spongioplastika	Kombinace cement + spongioplastika
IIA	5	6	3
selhání	1	0	0
II B	1	0	0
selhání	1		
II C	3	0	0
selhání	0		
AO 2	7	4	1
selhání	2	0	0
RFN	2	0	0
selhání	0		
NCB	0	2	2
selhání		0	0

Tab. 12 Typ augmentace defektní kostní tkáně podle typu zlomeniny a typu použité metody

	Věk	Pohlaví	T Zlomenina (M/R)	T Int. (M)	Typ (naše klas.)	Typ ošetření	Výsledek	Poznámka
1.	75	Ž	10/2002	33	II A	AO 2	Zhojeno	
2.	79	Ž	6/2018	15	II C	AO 2	Zhojeno	4° varus
3.	73	Ž	12/1999	90	II A	AO 2	Zhojeno	7° varus Nestabilita
4.	66	Ž	7/2015	11	II A inter	AO 2	Zhojeno	
5.	58	Ž	6/2015	113	II A	AO 2 + cement	Selhání	RTKA
6.	73	Ž	10/2000	67	II C	RFN	Zhojeno	Omezení pohybu
7.	69	Ž	8/2007	16	II A	LCP	Selhání	RTKA
8.	71	Ž	3/2010	97	II A	AO 2	Zhojeno	Nestabilita
9.	79	Ž	6/2001	0	Perop.	1 šroub	Zhojeno	
10.	68	M	2/1997	72	III	AO 1	Selhání 2x	RTKA indiv. dřík
11.	68	Ž	12/2012	26	II A	AO 2	Zhojeno	
12.	59	Ž	4/2014	27	II C	NCB	Zhojeno	
13.	78	Ž	7/2001	63	II A	AO 2	Zhojeno	7° varus 4° extenze
14.	82	Ž	10/2003	81	II A	Mini	Infekce, explantace Exitus 11M	
15.	68	Ž	10/2014	62	II A	LCP	Zhojeno	
16.	69	Ž	6/2009	52	II A	AO 2	Zhojeno	4° varus
17.	67	M	4/2015	18	II A + patela	LCP	Zhojeno	Omezení pohybu
18.	78	Ž	2/2000	9	II C	AO 2	Exitus 6 M	
19.	82	Ž	1/2013	13	II C	RTKA indiv. Dřík	Periprot. Zlomenina	
			12/2013	11	II C	NCB		Omezení pohybu
20.	85	Ž	11/2000	125	II A	AO 2	Exitus 2 M	5° valgus 8° extenze Nestabilita
21.	88	Ž	7/2002	45	II D	Mini	Exitus 4 M	
22.	72	M	8/1993	26	I	Konz	Zhojeno	
23.	96	Ž	4/2014	197	II C	AO 2	Exitus 1 M	
24.	71	Ž	4/1999	40	II A	AO 2	Zhojeno	
25.	70	M	1/2001	56	II B	AO 2	Selhání OS Exitus 12 M	
26.	79	Ž	10/2014	121	II D inter	RTKA	Zhojeno	
27.	75	Ž	9/2008	89	II B	AO 2	Zhojeno	Omezení pohybu

	Věk	Pohlaví	T Zlomenina (M/R)	T Int. (M)	Typ (naše klas.)	Typ ošetření	Výsledek	Poznámka
28.	70	Ž	2/2000	25	II C	AO 1	Selhání	Resynt. AO 1
29.	71	Ž	1/2018	107	II A	NCB	Zhojeno	
30.	67	Ž	11/2016	6	II C	AO 2	Selhání	Resynt. AO 2 6° varus
31.	82	M	8/1992	3	II C	AO 2	Exitus 6 M	
32.	82	Ž	4/2001	35	II A	AO 2	Zhojeno	
33.	87	Ž	9/2016	99	II A	AO 2	Zhojeno	12 ° extenze
34.	70	Ž	6/2007	81	II A	AO 2	Zhojeno	4° varus
35.	57	M	8/2007	126	II A	AO 2 + Spongio.	Zhojeno	
36.	68	M	10/2015	44	II A	NCB + cement +spongio	Zhojeno	
37.	84	Ž	4/2007	156	II C	Mini	Exitus 3 M	
38.	75	Ž	3/2013	61	II A	AO 2	Zhojeno	
39.	80	Ž	3/2010	148	III	RTKA	Zhojeno	
40.	77	Ž	7/2003	135	II A	AO 2	Exitus 8 M	
41.	78	Ž	2/2005	83	II C	AO 2	Zhojeno	6° extenze
42.	52	M	1/2004	22	II A	AO2 + spongio	Zhojeno	
43.	84	Ž	9/2017	88	II A	AO 2	Exitus 1 M	
44.	71	Ž	8/2011	119	II A	AO 2	Zhojeno	
45.	56	M	10/2018	77	II C inter	NCB	Zhojeno	
46.	61	Ž	8/2008	162	II A	AO 2 + spongio	Zhojeno	
47.	84	Ž	8/2015	139	II D	RTKA	Zhojeno	Tot. Femur
48.	71	Ž	4/2002	120	II A	AO 2	Zhojeno	4° valgus Nestabilita
49.	74	M	3/2007	101	II C	RFN	Exitus 10 M	
50.	82	M	1/2014	138	III	RTKA	Zhojeno	
51.	79	Ž	6/2006	56	II C	AO 2	Zhojeno	
52.	63	M	5/2011	0	Perop.	Cable cerkláž	Zhojeno	
53.	63	Ž	9/2007	103	II C	AO 2	Selhání	Resyntéza AO 2, zhojení Omezení pohybu
54.	60	Ž	2/2006	162	II A	Mini	Exitus 12 M	
55.	72	Ž	3/2009	11	II A	AO 2 + cement +spongio	Zhojeno	Nestabilita
56.	74	Ž	11/2018	9	II B	NCB z med.	Zhojeno	

	Věk	Pohlaví	T Zlomenina (M/R)	T Int. (M)	Typ (naše klas.)	Typ ošetření	Výsledek	Poznámka
57.	75	Ž	5/2002	86	II A	AO 2	Zhojeno	5° valgus 5° extenze
58.	71	Ž	3/2009	41	II C	RFN +cement	Zhojeno	
59.	54	M	6/2011	2	II B	AO 2 z med. S	Zhojeno	
60.	77	Ž	3/2003	121	II C inter.	AO 1	Exitus 5 M	
61.	83	Ž	3/2014	125	II C	AO 2	Zhojeno	
62.	78	Ž	7/2010	150	II A	AO 2	Zhojeno	5° varus
63.	80	Ž	11/2017	12	IIC	NCB	Selhání	Resynt + štěp
64.	86	Ž	2/2011	145	III	RTKA	Infekce Exitus 10 M	
65.	74	M	1/2002	110	II C	AO 2	Zhojeno	
66.	60	M	2/2011	21	II B	LCP	Selhání	RTKA
67.	65	Ž	1/2009	58	I	AO 2	Zhojeno	
68.	94	Ž	9/2005	163	II D	Mini	Selhání	
69.	72	Ž	12/2011	127	II A	AO 2 + Cement	Zhojeno	4° valgus 4° extenze
70.	72	Ž	2/2013	0	Perop.	2 šrouby	Zhojeno	
71.	75	Ž	12/2013	81	II B inter	AO 2 + cement	Selhání	RTKA sehl. Tot femur
72.	80	M	6/2003	53	III	RTKA	Zhojeno	
73.	75	Ž	8/2012	156	II A	AO 2 +cement	Zhojeno	6° varus 5° extenze
74.	78	M	11/2004	126	II C	AO 2	Zhojeno	
75.	74	Ž	10/2004	114	III	RTKA	Zhojeno	
76.	66	M	11/2005	103	II C	RFN + cement	Zhojeno	4° varus
77.	71	M	4/1995	62	II C	AO 2	Selhání	Resynt AO 2
78.	69	Ž	2/2010	46	II D	RTKA	Infekce	Explantace spacer
79.	75	Ž	6/2000	81	II C	AO 2 + cement	Zhojeno	4° valgus Nestabilita
80.	66	M	8/2005	39	II C	RFN	Infekce	Explantace RTKA 2007
81.	58	Ž	10/2000	81	I inter	Konz	Selhání	AO 2 syntéza
82.	60	Ž	9/2008	61	IIA inter	AO 2 + spongio	Zhojeno	
83.	62	Ž	5/2012	0	Perop.	Cerkláž cable	Zhojeno	
84.	50	Ž	2/1999	23	II D	RTKA	Zhojeno	
	62		5/2011	147	II C Inter	NCB	Zhojeno	

	Věk	Pohlaví	T Zlomenina (M/R)	T Int. (M)	Typ (naše klas.)	Typ ošetření	Výsledek	Poznámka
85.	68	Ž	3/2003	14	II C	AO 2	Zhojeno	
86.	65	Ž	4/2005	123	II B	Mini	Selhání	RFN + Art. kost
87.	78	Ž	12/1995	63	III + infekce	Expl + ZF	Bez další terapie	
88.	81	Ž	6/2012	85	II C	AO 2	Zhojeno	
89.	74	Ž	12/2012	79	II C	AO 2	Zhojeno	All polly 5° flexe
90.	69	Ž	5/2013	15	II A	NCB + spongio	Zhojeno	All poly
91.	76	Ž	10/2005	40	II C	AO 2	Zhojeno	4° varus 10° extenze
92.	67	M	8/2005	31	II A	AO 2 + cement	Zhojeno	
93.	85	Ž	6/2018	152	II C	AO 2	Exitus 1 M	All ,poly
94.	70	Ž	1/2012	182	II D	RTKA	Zhojeno	Nestabilita
95.	76	M	3/2016	77	II C	LCP	Zhojeno	All poly 4° varus Nestabilita
96.	90	Ž	6/2006	125	II C	AO 2	Exitus 1 M	
97.	65	Ž	9/2014	3	II A	NCB + spongio	Zhojeno	
98.	89	Ž	9/2014	148	II A	AO 2 + cement	Exitus 1 M	
99.	69	Ž	4/2016	0	Perop.	1 šroub	Zhojeno	
100.	68	Ž	5/2015	31	II C	AO 2	Zhojeno	
101.	73	M	11/2002	67	II D	TU TKA	Zhojeno	
102.	84	Ž	3/2017	211	II A	Mini	Exitus 5 M	5° valgus 6° flexe
103.	79	Ž	7/1995	46	II B	AO 2	Zhojeno	
104.	81	Ž	3/2004	52	II C inter	AO 2	Zhojeno	8° flexe
105.	59	M	11/2002	89	III	RTKA	Zhojeno	
106.	81	Ž	5/2003	19	II C	LCP	Zhojeno	Nestabilita
107.	83	Ž	11/2017	23	II A	NCB + cement +spongio	Zhojeno	
108.	76	Ž	10/2000	84	II A	RFN	Zhojeno	
109.	74	Ž	10/1998	41	II A	AO 2	Selhání	Resynt AO 2 Omezení pohybu

Tab. 13 Soubor pacientů. T zlomenina – doba vzniku periprotetické zlomeniny (měsíc/rok); T Int. – doba od implantace totální náhrady kolenního kloubu po periprotetickou zlomeninu (měsíce); Typ (naše klas.) – typ zlomeniny podle klasifikace Tomáš 2010; Poznámka – uveden typ dalšího ošetření při selhání iniciační terapie, typ implantátu (u komponent typu all poly), výsledná osová úchylka při deviaci nad 3° od normálu ve frontální a sagitální rovině, komplikace ve smyslu nestability nebo omezení pohybu kolenního kloubu.

Soubor jsme hodnotili retrospektivně

Hodnotili jsme:

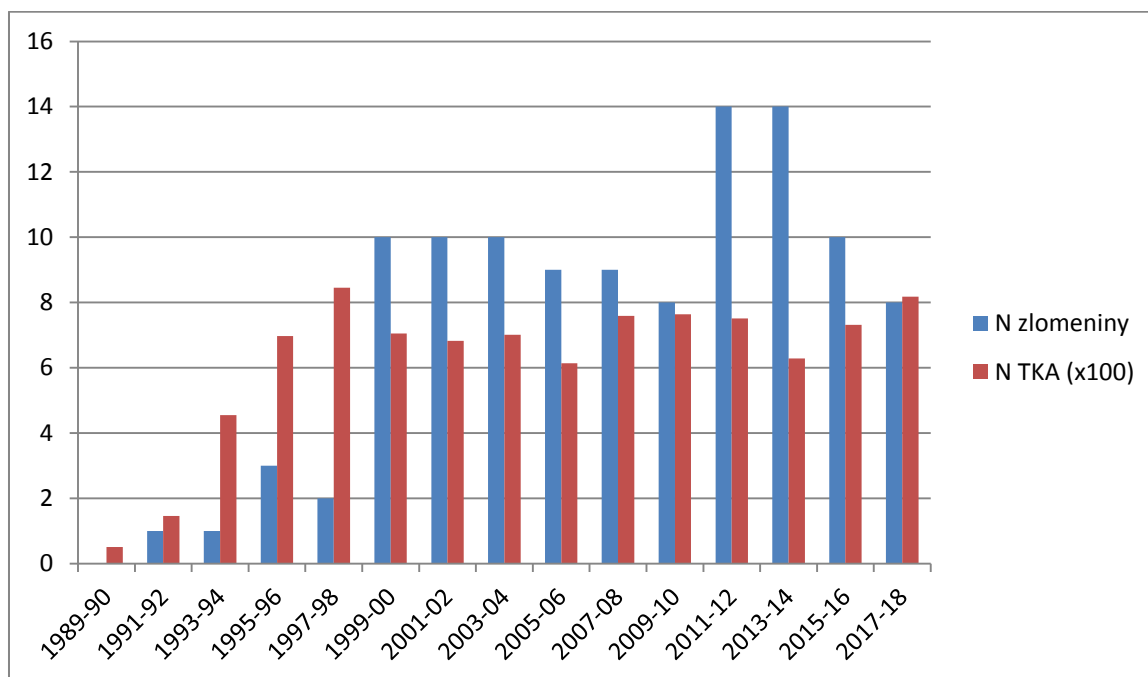
- věkové a genderové rozložení souboru
- vliv typu implantátu na výskyt zlomeniny
- úspěšnost osteosyntézy, procento zhojení a selhání
- přidružené komplikace
- vliv zpřesnění indikačních kritérií na úspěšnost terapie
- přesnost korekce zlomeniny porovnáním RTG snímků před zlomeninou a po osteosyntéze se stanovením odchylky v postavení implantátu ve frontální a sagitální rovině
- úspěšnost augmentace kostní tkáně

Z hlediska hodnocení celkových výsledků po periprotetické zlomenině distálního femuru jsme hodnotili klinické a funkční výsledky pomocí KSS (Knee society scoring system). Hodnotili jsme 93 pacientů přežívajících po zlomenině více než jeden rok a po dokončení terapie se stabilizací stavu. Tedy i po revizních operacích, reosteosyntézách, redresech apod.

Ke statistickému zhodnocení jsme použili T test a Fischerův exaktní test.

7. Výsledky

Incidence periprotetické zlomeniny distální femuru je v našem souboru 1,2 %. Respektive 1,15 % u primárních náhrad a 1,65 % u revizních náhrad. V našem souboru jsme neprokázali vzrůstající incidenci zlomeniny (Graf 1).



Graf 1 Výskyt periprotetických zlomenin v jednotlivých letech (rozděleno do dvouletých období) v porovnání s počtem implantovaných náhrad kolenního kloubu.

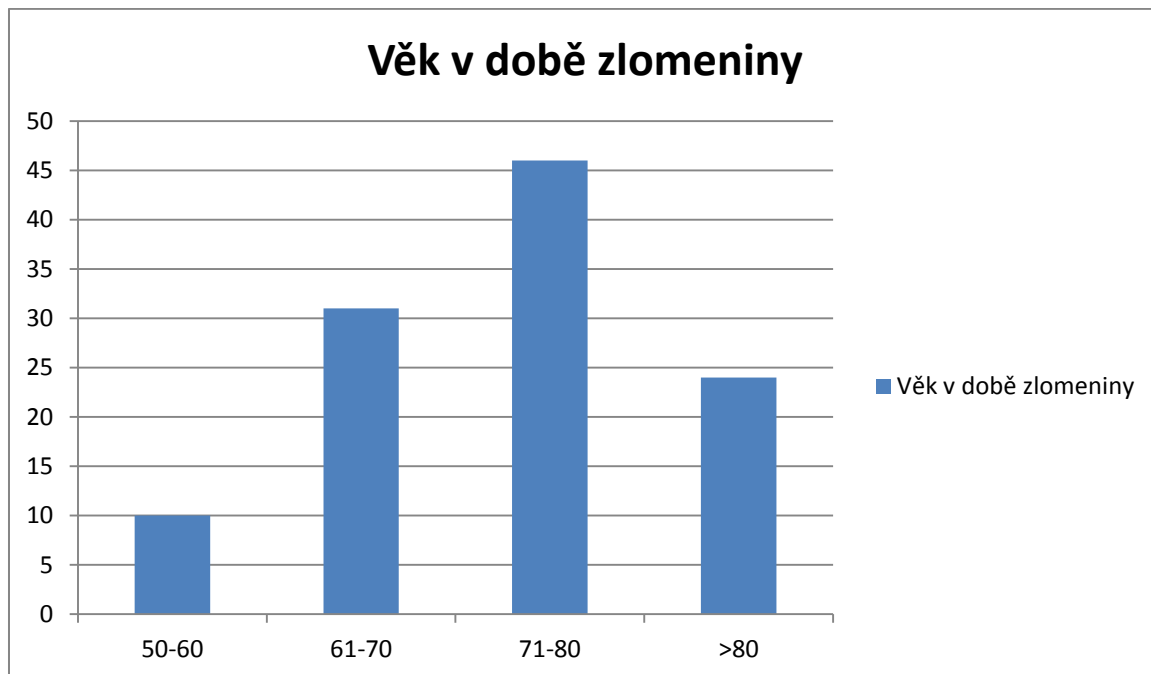
V souboru periprotetických zlomenin jsme zaznamenali významně rozdílné genderové rozložení. Ke zlomenině došlo u 85 žen a 24 mužů. To znamená poměr 78 % proti 22 %. Dlouhodobé rozložení náhrad kolenního kloubu na I. ortopedické klinice je 61 % žen proti 39 % mužů. Tento rozdíl v genderovém rozložení hodnotíme jako statisticky signifikantní ($p=0,00013$).

Z hlediska věku jsme zjistili nejčastější výskyt zlomeniny mezi 71 – 80 lety (46 případů), dále mezi 61 – 70 lety (31 případů), ve věkové skupině nad 80 let se vyskytlo 24 případů periprotetických zlomenin a nejméně zlomenin bylo ve skupině mezi 50 – 60 lety (10 případů) (Graf 2). Nenašli jsme signifikantní rozdíly ve věkovém rozložení souboru pacientů s periprotetickou zlomeninou distálního femuru. Nepotvrdili jsme literárně uváděný U tvar křivky věkového rozložení pacientů s periprotetickou zlomeninou distálního femuru.

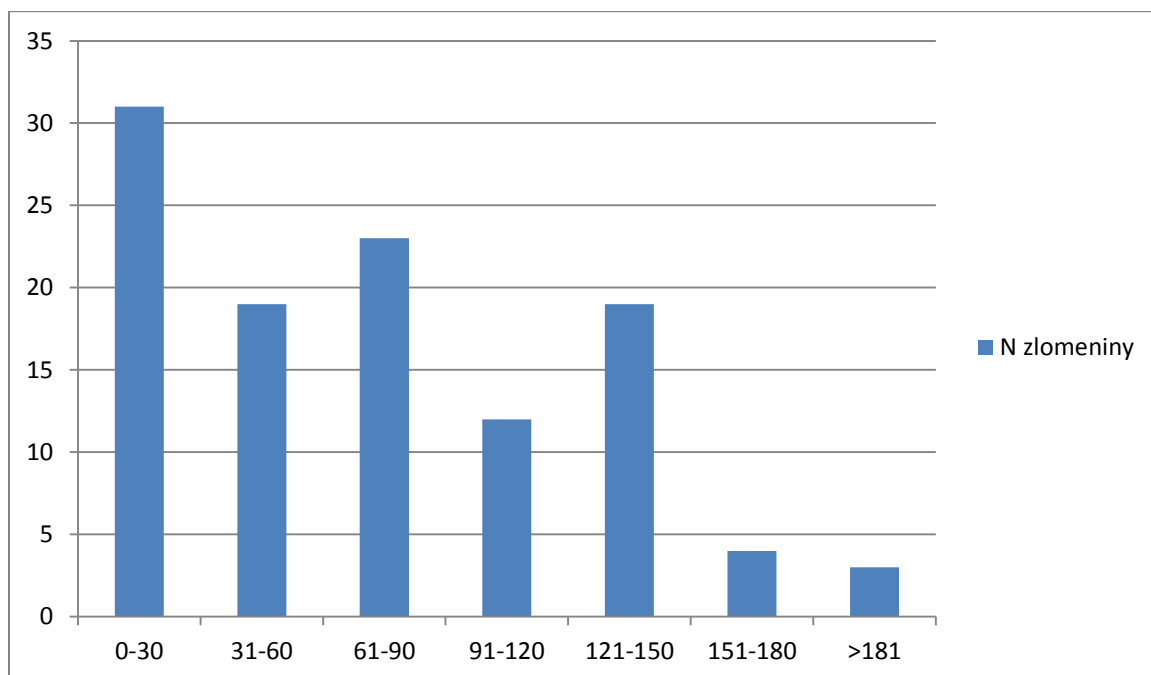
Nenašli jsme signifikantní rozdíly v incidenci periprotetické zlomeniny v závislosti na časovém intervalu mezi implantací totální náhrady kolenního a vznikem zlomeniny (Graf 3)

K selhání terapeutického postupu v první fázi došlo v 19 případech.

U všech tří peroperačních zlomenin došlo k nekomplikovanému průběhu léčby.



Graf 2 Věkové rozložení pacientů v době vzniku periprotetické zlomeniny, rozděleno do skupin po dekádách.



Graf 3 Interval mezi implantací náhrady kolenního kloubu a vznikem periprotetické zlomeniny. Rozděleno do třicetíměsíčních intervalů.

Při konzervativní terapii jsme zaznamenali selhání v 50 %. V jednom případě došlo k nezhojení a nutnosti dalšího operačního řešení, kdy jsme úspěšně komplikaci vyřešili osteosyntézou pomocí AO 2 dlahy.

Miniosteosyntézu jsme použili v 7 případech pacientů, kteří byli ve špatném celkovém stavu a byli v danou chvíli z anesteziologického hlediska kontraindikováni k rozsáhlejšímu rekonstrukčnímu výkonu. Třikrát došlo k selhání osteosyntézy (43 %). V jednom případě došlo k rozvoji hluboké infekce a následně k úmrtí pacienta 11 měsíců po zlomenině.

V dalších dvou případech bylo po stabilizaci celkového stavu pacientů přistoupeno k dalšímu řešení. Jednou jsme zlomeninu úspěšně stabilizovali pomocí retrográdního hřebu a arteficiální náhrady kosti a v jednom případě pomocí revizní náhrady kolenního kloubu. U pěti pacientů z této skupiny došlo k úmrtí v souvislosti s periprotetickou zlomeninou do jednoho roku od zlomeniny.

Osteosyntézu AO 1 dlahou jsme provedli u pří pacientů. Dvakrát u zlomeniny nad implantátem a jednou u zlomeniny terénu zlomeniny při dříku uvolněné závěsné endoprotézy kolenního kloubu. Ve všech třech případech, kdy byla použita AO1 dlaha, došlo k jejímu selhání. V jednom případě úspěšně řešeném resyntézou a spongioplastikou shodným implantátem. Ve druhém případě pokus o novou osteosyntézu se spongioplastikou selhal pro uvolnění implantátu, a následně byla zlomenina řešena revizní náhradou kolenního kloubu s individuálním dříkem. V jednom případě došlo k úmrtí pacienta 5 měsíců od zlomeniny.

Při použití AO2 dlahy jsme zaznamenali selhání implantátu v sedmi případech (12 %). Z toho Dvakrát u zlomeniny typu II A, dvakrát u zlomeniny typu II B a třikrát u zlomeniny typu IIC. Komplikaci jsme třikrát řešili revizní náhradou kolenního kloubu a třikrát reosteosyntézou a spongioplastikou za použití stejného implantátu. U jednoho pacienta došlo k selhání implantátu za známek pakloubu a uvolnění šroubů dlahy. Vzhledem ke špatnému celkovému stavu nebyl pacient indikován k reosteosyntéze a umírá 12 měsíců od zlomeniny. Ve skupině pacientů ošetřených AO 2 dlahou došlo k úmrtí pacientů do jednoho roku od zlomeniny v 10 případech (17 %).

Osteosyntézu LCP implantátem jsme použili v 6 případech a k jejímu selhání došlo jednou u pacienta se zlomeninou typu II A a jednou u pacienta se zlomeninou typu II B. Oba případy jsme vyřešili implantací revizní náhrady kolenního kloubu.

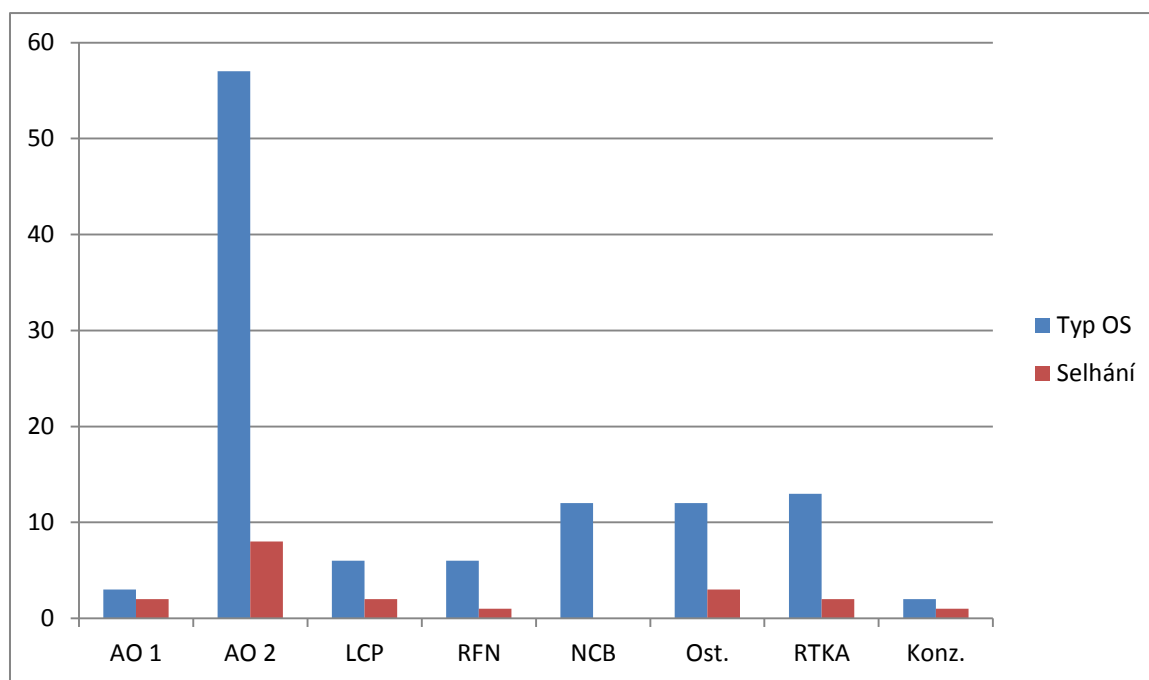
Ve dvanácti případech použití NCB dlahy jsme zaznamenali selhání v jednom případě, kdy byla NCB dlaha použita ve formě diafyzární periprotetické dlahy při dříku revizní náhrady kolenního kloubu. Po nesprávně provedené osteosyntéze došlo k selhání a refraktuře, která

byla následně řešena resyntézou NCB dlahou ve formě distální femorální periprotetické dlahy v kombinaci se strukturálním štěpem.

Při použití nitrodřeňového hřebu došlo jednou k jeho selhání u zlomeniny typu II C za známek hluboké infekce, kterou jsme řešili explantací náhrady kolenního kloubu a osteosyntetického materiálu, dočasnou implantací cementového spaceru a odloženě reimplantací revizní náhrady kolenního kloubu.

Při použití revizní náhrady kolenního kloubu jsme zaznamenali dvakrát komplikaci ve smyslu hluboké infekce. V obou případech jsme řešili stav explantací náhrady a implantací spaceru.

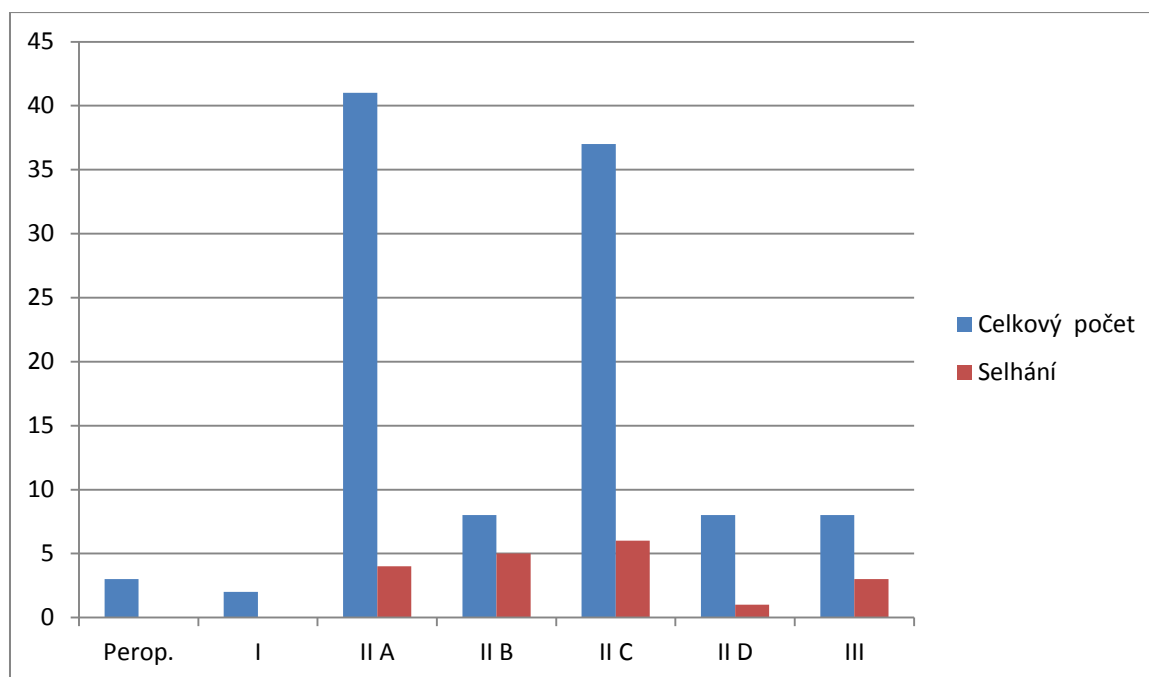
U jednoho pacienta došlo k úmrtí 10 měsíců od zlomeniny, druhý pacient přežil s implantovaným artikulačním spacerem dalších pět let. Celkově dochází ve skupině revizních náhrad kolenního kloubu k selhání v 5 případech z implantovaných 16 revizních náhrad kolenního kloubu (31 %). Rozdíl výskytu selhání náhrady kolenního kloubu v řešených skupinách (II D a III) je statisticky nevýznamný (Tab. 11, Graf 4)



Graf 4 Rozdělení periprotetických zlomenin podle typu ošetření s počtem selhání v jednotlivých skupinách.

Z pohledu typu zlomeniny jsme zjistili u zlomeniny typu I selhání terapeutického postupu v 1 případě (33%). U zlomeniny typu II A došlo k selhání u 4 pacientů (10 % případů). Nejvyšší procento selhání (44 %) nacházíme u zlomenin typu II B, to znamená selhání u 4 pacientů z devíti. U zlomeniny typu II C nacházíme selhání u 6 pacientů z 38 (16 %). U zlomenin typu

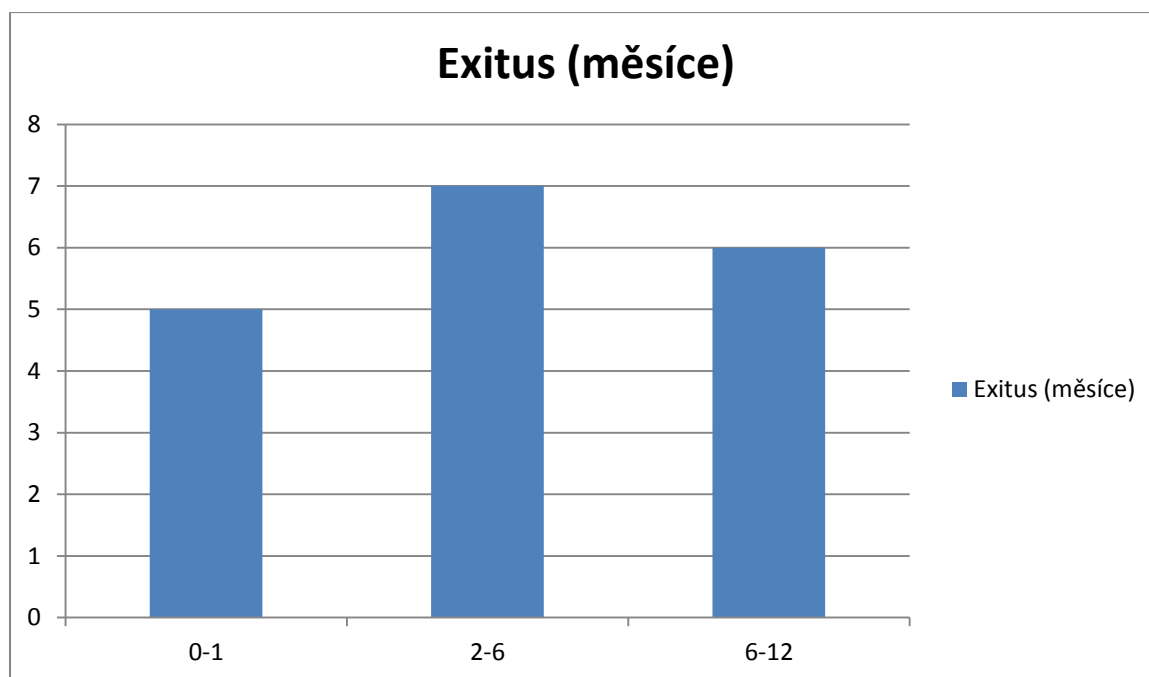
II D a III zjišťujeme selhání ve 29 % respektive 38 %, tj. u 2 respektive u 3 pacientů (Tab 11, Graf 5). Rozdíl mezi výskytem selhání ve skupinách rozdělených podle naší klasifikace se ukazuje jako statisticky významný na 5% hladině významnosti ($p=0,0368$, testováno T-testem).



Graf 5 Rozdělení periprotetických zlomenin podle typu zlomeniny s počtem selhání terapie v jednotlivých skupinách

Celkově došlo k úmrtí pacienta v souvislosti periprotetickou zlomeninou (úmrtí do jednoho roku od zlomeniny) v 18 případech (16,2 %). Nejvíce pacientů v našem souboru umírá mezi druhým a šestým měsícem (7 pacientů), mezi sedmým a dvanáctým měsícem po zlomenině umírá 6 pacientů a do jednoho měsíce od zlomeniny umírá 5 pacientů (Graf 6). Rozdíl ve výskytu úmrtí v souvislosti s periprotetickou zlomeninou v závislosti na časovém intervalu není statisticky významný (testováno T testem). V posledních deseti letech se nám podařilo snížit počet úmrtí do jednoho roku od zlomeniny. V rozmezí let 1989 – 1998 umírá v souvislosti se zlomeninou jeden pacient ze sedmi ošetřených zlomenin 14 %. V letech 1999 – 2008 umírá 11 pacientů ze 49 ošetřených zlomenin (22,4 %). V letech 2009 – 2018 umírá 6 pacientů z 55 zlomenin (11 %) (Graf 7). To znamená dvojnásobné snížení výskytu úmrtí proti předchozímu období, respektive snížení o 30 % proti období 1989 – 1998. Rozdíl mezi jednotlivými skupinami není statisticky signifikantní ($p=0,0835$) (řešeno Fischerovým exaktním testem).

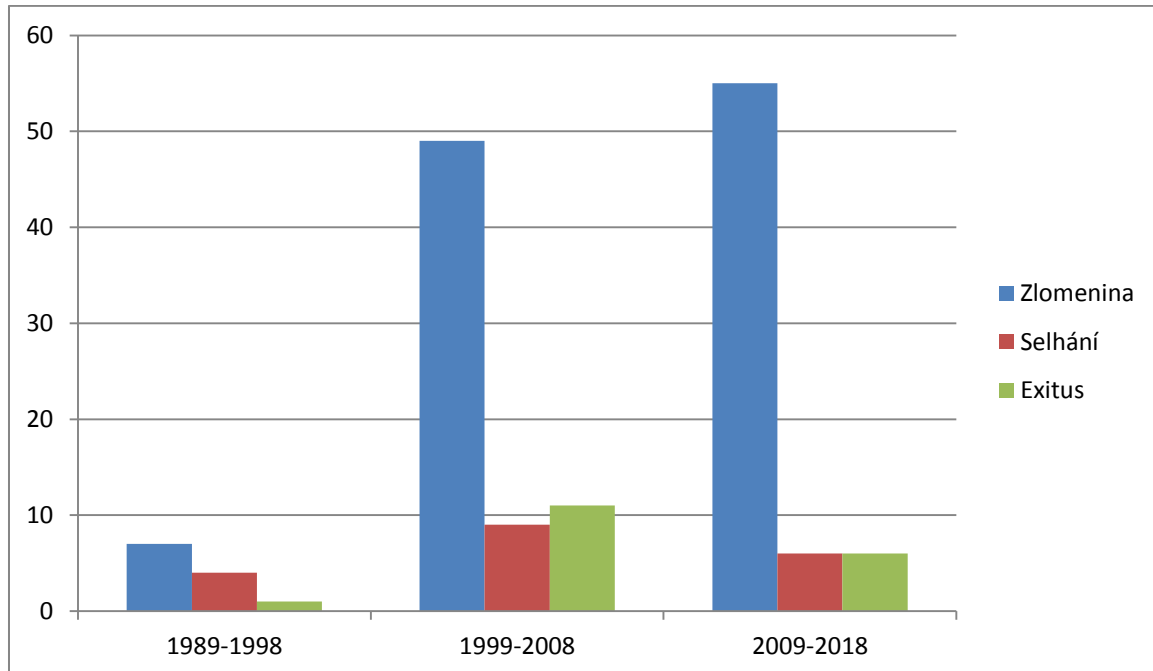
Průměrný věk v souboru pacientů zemřelých do 12 měsíců od zlomeniny byl 81,7 let, medián 84 let. Zjistili jsme statisticky významný rozdíl ve věkovém rozložení mezi skupinou zemřelých pacientů a ostatních pacientů s periprotetickou zlomeninou ($p=0,000008$ testováno T testem).



Graf 6 Počet úmrtí pacientů v souvislosti s periprotetickou zlomeninou v závislosti na časovém intervalu mezi vznikem periprotetické zlomeniny a smrti pacienta (v měsících).

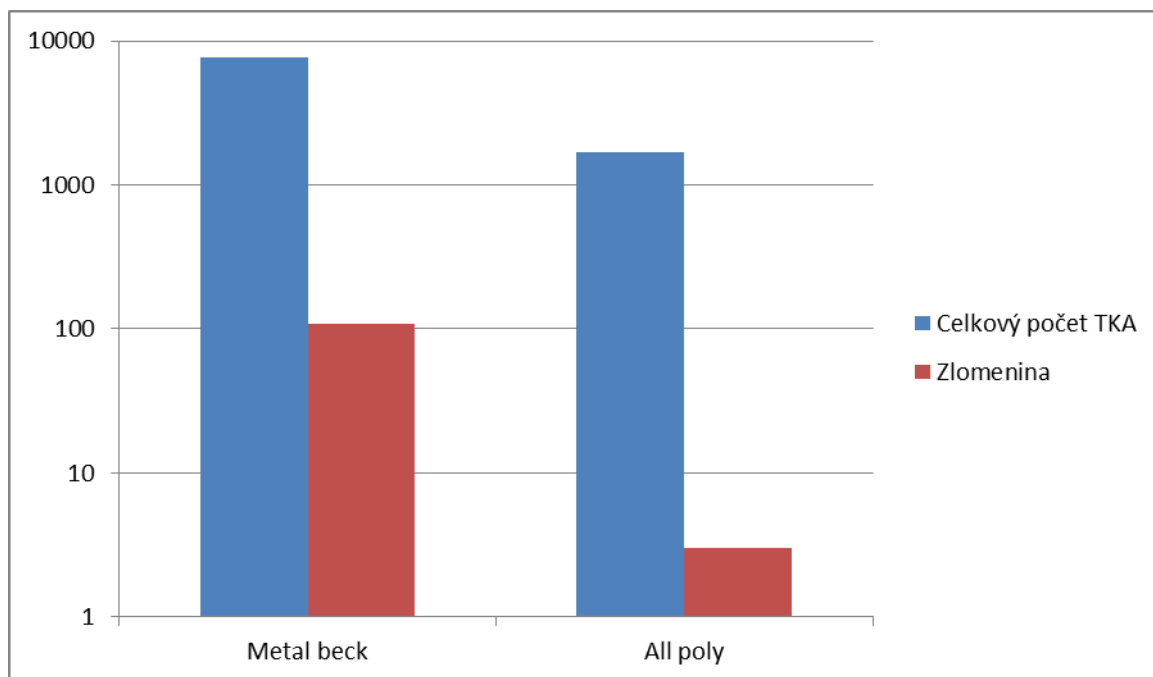
Zjišťovali jsme, jestli zpřesněním indikačních kritérií pro typ osteosyntézy u dané zlomeniny došlo ke zvýšení úspěšnosti léčby. Od roku 2009 se při indikaci typu osteosyntézy řídíme naší klasifikací, kterou jsme publikovali v roce 2011. Do roku 2008 jsme ošetřili 56 periprotetických zlomenin distálního femuru, u kterých došlo k selhání ve 13 případech (23 %). Od roku 2009 do roku 2018 jsme ošetřili 55 zlomenin a k selhání došlo v 6 případech (11 %). Toto znamená více než dvojnásobný pokles komplikací při zpřesnění indikačních kritérií. Rozdíl však není statisticky signifikantní ($p=0,114$, řešeno Fischerovým exaktním testem). Zásadní rozdíl jsme našli ve výsledcích ošetření zlomeniny typu II B, tedy zlomeniny s mediální kominutivní zónou. Od roku 2009, po zvedení naší klasifikace do praxe na naší klinice, ošetřujeme tuto zlomeninu dlahou umístěnou z mediální strany. V našem souboru se zlomenina typu II B ukazuje jako poměrně vzácná (incidence 8 %) na druhé straně u této zlomeniny nacházíme nejvyšší procento selhání osteosyntézy (44 %). Do roku 2008 se

selhání vyskytlo u 4 ze 7 těchto zlomenin (57 %). Po zavedení osteosyntézy z mediální strany se nám podařilo obě zlomeniny, které se vyskytly mezi lety 2009-2018 úspěšně zhojit. Rozdíl mezi úspěšností léčby zlomeniny v těchto časových intervalech není statisticky významný ($p=0,46$, hodnoceno Fischerovým exaktním testem).



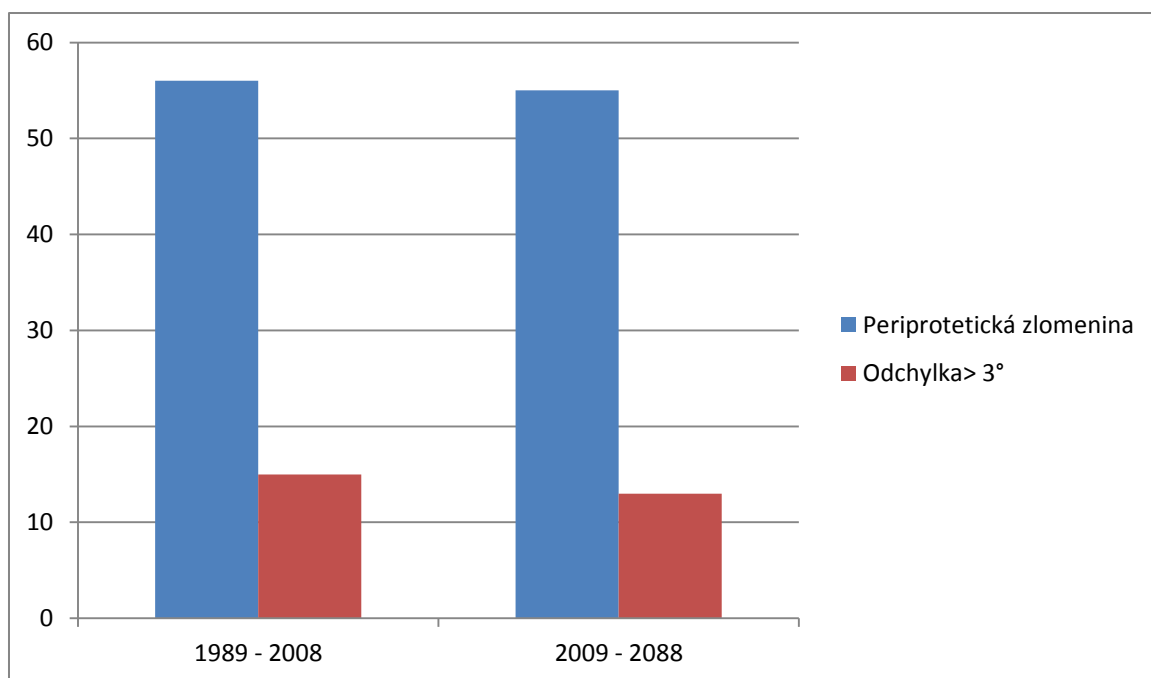
Graf 7 Rozdělení periprotetických zlomenin podle dekády výskytu s počty selhání a úmrtí pacientů v souvislosti s periprotetickou zlomeninou v dané dekádě.

V našem souboru jsme zjistili významný rozdíl ve vzniku periprotetické zlomeniny v závislosti na použitém implantátu. Totální endoprotéza typu metal back byla v daném období použita u 7666 pacientů s výskytem periprotetické zlomeniny ve 108 případech. Implantát typu all poly byl použit ve 1681 případě s výskytem periprotetické zlomeniny ve třech případech (Graf 8). Rozdíl mezi oběma skupinami je statisticky signifikantní ($p=0,000001$).



Graf 8 Souvislost vzniku periprotetické zlomeniny v závislosti na typu použité náhrady kolenního kloubu

Dále jsme zjišťovali, zda po zavedení nových indikačních kritérií v roce 2009 dojde ke zpřesnění ke zpřesnění osového postavení po ošetření periprotetické zlomeniny distálního femuru. Celkově jsme u 28 (25 %) pacientů zjistili na pooperačním RTG úchylku v osovém postavení endoprotézy větší než 3° ve srovnání s RTG snímkem před zlomeninou ať už v sagitální nebo frontální rovině. V 10 (9 %) případech se jednalo o varózní úchylku, v 7 případech (6 %) o úchylku valgózní. Odchýlení do extenze jsme zjistili v 8 případech (7 %), do flexe ve 3 (3 %) případech. V 7 případech (6 %) se jednalo o odchylku kombinovanou. Do roku 2008 jsme zaznamenali významnou odchylku v 15 případech z 56 zlomenin (27 %), mezi lety 2009 – 2018 ve 13 případech z 55 zlomenin (24 %) (Graf 9). Mezi oběma skupinami není statisticky významný rozdíl ($p = 0,136$).



Graf 9 Vzniku významné osové úchylky po terapeutickém zásahu na periprotetické zlomenině v závislosti na časovém období ve kterém byla zlomenina ošetřena.

Při použití augmentace kostní tkáně u defektních zlomenin jsme zaznamenali selhání ve dvou případech. Jednou v případě, kdy byla cementoplastika použita u zlomeniny typu II B a ani použití této techniky při zavedení dlahy s laterální strany nevedlo k získání dostatečné stability, respektive zlomenina byla tímto způsobem stabilizována jen dočasně a po 4 letech od osteosyntézy došlo k selhání se zlomením AO 2 dlahy. V jednom případě došlo k selhání se zlomením implantátu (AO 2 dlahy) při cementoplastice zlomeniny typu II A. Domníváme se, že došlo k chybnému zavedení cementové plombáže, které zabránilo suficientnímu hojení kostních fragmentů. U jedné pacientky ošetřené pomocí cementoplastiky došlo k úmrtí do 1 měsíce od operace (tab. 11). Rozdíl výsledků mezi jednotlivými skupinami je bez statistické významnosti ($p=0,48523$ – typ zlomeniny respektive $0,3,482$ – použitá osteosyntéza). Závažnou nestabilitu jsme zaznamenali v 9 případech. V 6 případech jsou pacienti odkázáni na ortotické pomůcky a odmítají další operační řešení, u dvou pacientů byla indikována a provedena revizní náhrada kolenního kloubu typu rotačního závěsného implantátu. Jeden pacient s nestabilní náhradou kolenního kloubu zemřel do jednoho měsíce od operace. V šesti případech nestability byla tato spojena s významnou osovou odchylkou implantátu v sagitální nebo frontální rovině. Rozdíl výskytu nestability u pacientů s a bez odchylky v postavení implantátu není statisticky signifikantní (hodnoceno Fischerovým exaktním testem). Ve

výskytu instability jsme nezjistili statisticky významnou závislost na typu zlomeniny nebo druhu použité terapie (hodnoceno T testem).

U šesti pacientů jsme zaznamenali významné omezení pohybu kolenního kloubu (rozsah menší než 10° - 90°). Ve třech případech byl indikován redres v celkové anestezii. Vždy došlo k významnému zlepšení pohybu. Další tři pacienti další řešení odmítli. Nezjistili jsme statistickou významnost ve výskytu omezení pohybu v závislosti na typu zlomeniny nebo použité terapii (hodnoceno T testem).

Průměrné klinické KSS jsme zjistili 70 bodů (50–90), průměrné funkční skóre bylo 48 bodů (10–80).

Ve skupině dlahové osteosyntézy (AO 1, AO 2, NCB a LCP dlahy) bylo dosaženo průměrného KSS $70,6 \pm 13,2$ a funkčního skóre $72,5 \pm 11,2$. Ve skupině retrográdního hřebu bylo KSS $68,5 \pm 10,1$ a funkční skóre $70,3 \pm 5,6$. A konečně ve skupině revizní náhrady kolenního kloubu bylo KSS $76,9 \pm 8,2$ a funkční skóre $80,2 \pm 8,5$. Rozdíly mezi jednotlivými skupinami nebyly statisticky významné ($p = 0,265$).

8. Závěr

Periprotetická zlomenina distálního femuru je potenciálně katastrofickou komplikací s vysokou morbiditou i mortalitou. Se stárnutím populace a prodlužujícím se dožitím se zdá, že vzrůstá incidence periprotetických zlomenin. Tento fakt se dotýká všech periprotetických zlomenin a zlomeniny distálního femuru nejsou výjimkou (100). Ze studií publikovaných v posledních dvaceti letech je zjevné, že incidence periprotetických zlomenin stoupá a odhadem v současné době dosahuje 5,5 % u primárních náhrad kolenního kloubu a kolem 30 % u revizních náhrad kolenního kloubu (30). Na druhé straně z naší práce rozhodně nevyplývá stoupající incidence periprotetické zlomeniny distálního femuru. Naopak sledujeme ustálenou incidenci kolem 1 % (Graf 1). Tuto skutečnost si vysvětlujeme selekcí pacientů indikovaných k náhradě kolenního kloubu na našem pracovišti a také výběrem implantátu.

Věk je považován za jeden významných rizikových faktorů. Epidemiologická studie vycházející ze Skotského registru kloubních náhrad, která zaujímala 47733 primárních náhrad kolenního kloubu, prokázala, že u pacientů starších 70 let je riziko vzniku periprotetické zlomeniny 1,6 x vyšší než u jakékoliv mladší skupiny ve sledovaném souboru (131). Na druhé straně Singh a kol. (187) ve své práci dospívá k závěru, že pacienti pod 50 let jsou také zatíženi zvýšeným rizikem periprotetické zlomeniny. Autoři se domnívají, že je to způsobeno sportovními aktivitami mladých pacientů, více aktivním životním stylem a také preexistující steroidy indikovanou osteoporózou

Na I. ortopedické klinice se vyhýbáme implantacím náhrad kolenního kloubu u pacientů pod 50 let. V tomto věkovém období upřednostňujeme v léčbě artrózy kolenního kloubu jiné terapeutické postupy jako konzervativní léčba, vysoká tibiální osteotomie nebo unikompartmentální náhrada kolenního kloubu. Paušální implantace totálních náhrad kolenního kloubu u těchto pacientů odmítáme. Na druhé straně u pacientů nad 70 let je preferovaným implantátem endoprotéza kolenního kloubu typu all pol. Tuto implantujeme u přibližně 18 % pacientů indikovaných k náhradě kolenního kloubu. Náhradu typu all poly dosud využíváme téměř výhradně u pacientů nad 70 let. V naší práci jsme prokázali signifikantně nižší náchylnost této náhrady k periprotetické zlomenině distálního femuru ve srovnání s náhradou typu metal back. Zatímco u náhrad typu metal back jsme zjistili incidenci periprotetické zlomeniny v 1,4 % u náhrad typu all poly je incidence periprotetické zlomeniny je 0,18 % (Graf 8). Rozdíl mezi skupinami je jednoznačně signifikantní ($p=0,000001$). Tuto

skutečnost si vysvětlujeme rozdílnou biomechanikou obou náhrad. U náhrad typu all poly vyloučením kovové části tibiální komponenty a zvýšením polyetylénu snížíme rigiditu celého systému endoprotézy kolenního kloubu a zvýšíme odolnost endoprotézy na axiální zátěž. Tím pravděpodobně dochází u náhrady typu all poly k výhodnějšímu přenosu zátěžových sil do periprotetické oblasti a snížení stress shieldingu jak v oblasti tibiální, tak femorální komponenty. Tato hypotéza budou předmětem našeho dalšího zkoumání. Nicméně námi doložená skutečnost snížené incidence periprotetické zlomeniny u náhrady kolenního kloubu typu all poly je zřejmá a dosud nebyla v dostupné literatuře publikována.

Uznáváme, že obecně ovlivnění rizikových faktorů je jen velmi obtížné. Jediné, co můžeme jednoznačně ovlivnit jsou chirurgické faktory. Z tohoto hlediska klademe důraz na precizní operační techniku při totální náhradě kolenního kloubu a používání sofistikovaných implantátů s doloženým dlouhodobým přežíváním. Z hlediska ostatních rizikových faktorů jsme vedeni snahou zlepšovat celkovou kondici našich pacientů a adekvátně ošetřovat okolní klouby, tak abychom snižovali rizika pádů u pacientů po náhradách kolenního kloubu. U pacientů, kde jsme nuceni implantovat náhradu kolenního kloubu ve věku pod padesát let, se snažíme modifikovat pohybové aktivity těchto pacientů, tak abychom snížili riziko vzniku periprotetické zlomeniny. Jedná se zejména o úpravu sportovních aktivit těchto mladých pacientů (206). Naše snaha bohužel není vždy pacient zcela pozitivně akceptována.

V případech, kdy indikujeme k implantaci totální náhrady kolenního kloubu u pacienta s vysokým rizikem vzniku periprotetické zlomeniny, vedeme s tímto pacientem dialog, seznámíme ho s uvedenými riziky a zhodnotíme poměr rizika a benefitu u takového pacienta. Ten musí každopádně seznámen se zvýšeným rizikem spojeným s implantací totální náhrady, ať už se jedná o riziko periprotetické zlomeniny nebo jiné komplikace (infekce, selhání a p.)

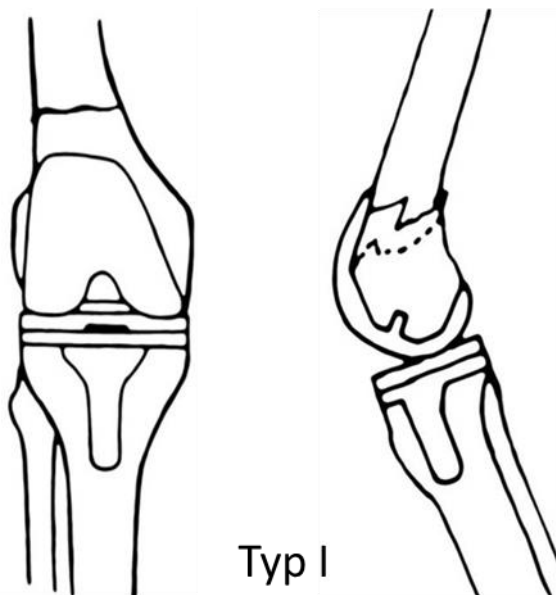
Základem pro úspěšnou léčbu periprotetické zlomeniny distálního femuru je klasifikační systém, který by měl být vodítkem pro terapeutický postup. Na I. ortopedické klinice se stala vodítkem pro léčbu periprotetické zlomeniny distálního femuru klasifikace, kterou jsme publikovali v roce 2010 (210). Zásadním místem naší klasifikace je rozpoznání a ošetření zlomeniny typu II B, tedy zlomeniny s mediální kominutivní zónou. U této zlomeniny, podle našeho názoru nepostačuje osteosyntéza s umístěním dlahy z laterální strany, protože šrouby v oblasti distálního fragmentu nenachází oporu v kominutivní zóně na straně vzdálenější od implantátu a dochází tak ke snížení stability osteosyntézy a k následnému selhání. Tento typ zlomeniny se vyskytuje poměrně vzácně. V našem souboru zaznamenáváme 8% výskyt této zlomeniny. Kromě naší klasifikace je jedinou další klasifikací, která řeší tuto zlomeninu, i

když podle našeho názoru ne zcela exaktně, klasifikace, kterou publikoval Rhee (161) v roce 2018. Autoři u tohoto typu zlomenin doporučují ošetření bikondylární dlahou. Podle našeho názoru je takovýto postup abundantní a domníváme se, že postačuje osteosyntéza pomocí jednoho implantátu, který umístíme z mediální strany. Nevýhodou takto umístěného implantátu je jeho umístění na tlakové straně femuru. To zvyšuje nároky na mechanickou odolnost implantátu. Z tohoto důvodu při osteosyntéze z mediální strany v současné době upřednostňujeme implantáty vykazující vyšší odolnost vůči tlakovému a rotačnímu násilí. Za takový implantát považujeme NCB dlahu.

Dlahová osteosyntéza zůstává na naší klinice preferovaným způsobem léčby periprotetické zlomeniny distálního femuru. Domníváme se, že použití nitrodřeňového hřebu neumožní korekci rotačního postavení femorální komponenty totální endoprotézy kolenního kloubu, které je dle našeho názoru jedním z klíčových faktorů ovlivňujících dlouhodobé přežívání totální náhrady kolenního kloubu. Zároveň při použití nitrodřeňového hřebu operační postup neumožňuje revizi oblasti femorální komponenty. To na jedné straně snižuje riziko devitalizace fragmentů zlomeniny, na druhé straně umožní exaktní kostního defektu pod štítem femorální komponenty, který je pomocí předoperačních zobrazovacích metod jen obtížně hodnotitelný s vysokým rizikem podcenění kostního defektu. V našem souboru jsme v 18 případech (16 %) indikovali fortifikaci defektní kostní tkáně v oblasti distálního s poměrně vysokou úspěšností, kdy k selhání došlo jen v případě nesprávné indikace a nesprávného provedení. Z tohoto důvodu považujeme exaktní zhodnocení defektu a jeho případnou výplň za jeden z klíčových momentů úspěšné léčby periprotetické zlomeniny distálního femuru. Ze stejného důvodu na našem pracovišti nepreferujeme u nízkých periprotetických zlomenin zcela miniinvazivní postupy se zavřenou repozicí a miniinvazivní osteosyntézou zlomeniny. Tento postup považujeme podobně jako El Zayat (40) vhodný spíše u zlomenin nad totální endoprotézou kolenního kloubu.

Navzdory vrůstající incidenci komplikovaných zlomenin v osteoporotickém terénu uvádí Kolb (100) stále stoprocentní úspěšnost osteosyntézy za použití 95° kondylární dlahy a techniky nepřímé repozice. Také v našem souboru prokazujeme vysokou úspěšnost léčby periprotetické zlomeniny pomocí tohoto implantátu při jeho správné indikaci. U zlomenin typu II A (zlomeniny s laterální kominucí) jsme v našem souboru prokázali selhání AO 2 dlahy v 10 % a u zlomeniny typu II C (zlomenina nad endoprotézou) selhání ve 13 %. Tyto výsledky jsou srovnatelné s modernějšími implantáty.

Nicméně po retrospektivním zhodnocení naší klasifikace sledujeme, že v současné době pro nás již není naprosto přesným vodítkem pro indikaci terapeutického postupu u periprotetické zlomeniny distálního femuru. Za abundantní považujeme rozdělení zlomení na typ II D a III, tedy zlomenina komplexně kominutivní a zlomenina s uvolněním endoprotézy. Vzhledem ke stejnému terapeutickému postupu u obou těchto zlomenin považujeme takovéto rozdělení v současné době za spíše teoretické bez impakce na terapeutický postup. Na druhé straně v našem systému chybí zlomenina při dřívku revizní náhrady kolenního kloubu. Tato se v našem souboru do roku 2009 vyskytovala jen ojediněle. Také incidence periprotetických zlomenin u revizních náhrad je v našem souboru významně menší než ve srovnatelných publikovaných souborech (1,65 %). Přesto se v posledních letech setkáváme s těmito zlomeninami a tím vidíme potřebu zařazení takovýchto zlomenin do naší klasifikace i s adekvátním návrhem terapeutického postupu. Na druhé straně považuje za poměrně zbytečné detailně rozebírat zlomeniny podle typů jednotlivých endoprotéz, podobně jako v klasifikaci Faklera, protože volba revizního implantátu se řídí spíše algoritmy ošetření kostních defektů při revizních náhradách kolenního kloubu než algoritmy ošetření periprotetických zlomenin. Další rozpor v naší klasifikaci spatřujeme u zlomenin typu II A. Tato zlomenina je v našem souboru nejčastěji se vyskytující periprotetickou zlomeninou (39 %), ale terapeutický postup u těchto zlomenin není u nás v posledním desetiletí jednotný. Tato zlomenina je charakterizována tím, že intaktní mediální kondyl poskytuje dostatečnou oporu



Obr.43 Typ I klasifikace Tomáš
2019

osteosyntetickému materiálu implantovanému z laterální strany. Nicméně pokud je kominuce na laterální straně rozsáhlá, preferujeme v poslední době implantát s možností uzamčení šroubů v distálním fragmentu. Takovým implantátem je pro nás NCB dlahu pro distální femur. Pokud je kominutivní zóna v oblasti laterálního kondylu minimální nebo žádná upřednostňujeme kondylární dlahu pro její snadnou implantaci a v neposlední řadě významně nižší cenu.

Z těchto důvodů jsme se rozhodli kultivovat naši klasifikaci z roku 2010 (210), tak aby odpovídala dnešním požadavkům na terapeutické řešení periprotetické zlomeniny distálního femuru a bylo

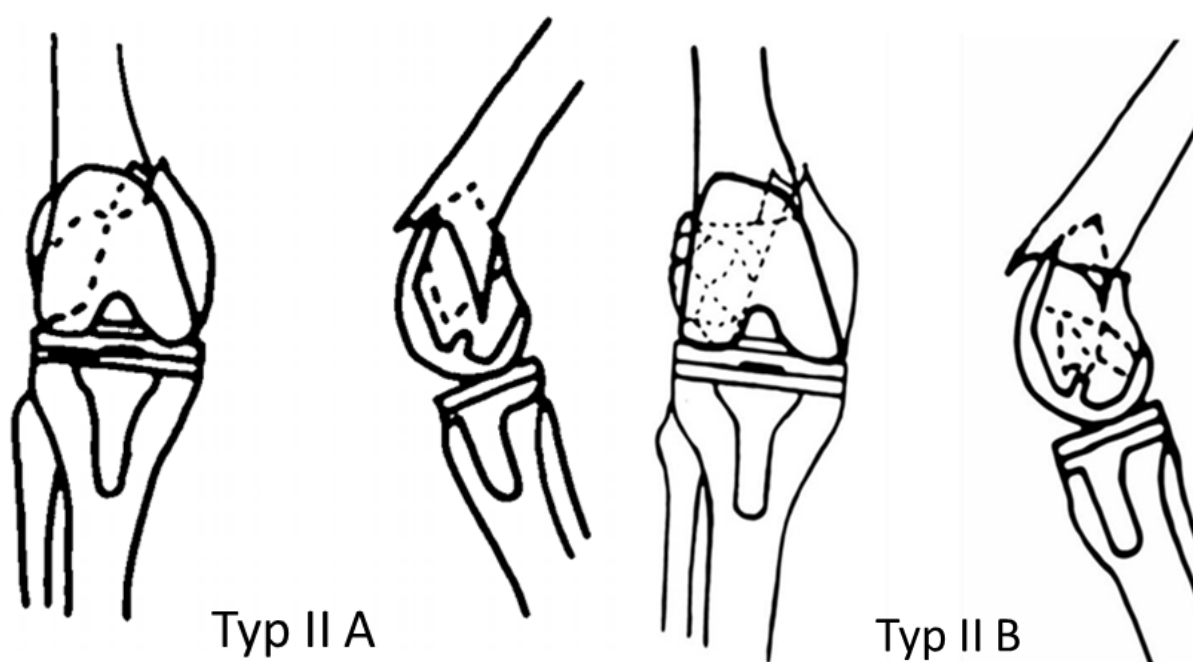
pro nás jednoznačným vodítkem pro terapeutický postup.

Zlomenina typu I zůstává bez změny. Jedná se o zlomeninu bez dislokace nebo s minimální dislokací. U této zlomeniny preferujeme konzervativní postup s fixací končetiny v ortéze.

Doporučujeme chůzi s limitovanou zátěží a časnou rehabilitaci pasivním pohybem na motorové dlaze. Tím zabráníme rozvoji omezeného pohybu endoprotézy.

V průběhu rehabilitace provádíme pravidelné RTG kontroly, a pokud zjistíme nestabilitu a dislokaci zlomeniny indikujeme osteosyntézu kondylární dlahou.

Do typu II řadíme zlomeniny s intaktním mediálním kondylem distálního femuru. Linie zlomeniny začíná nad horním štítem femorální komponenty na mediální straně a pokračuje

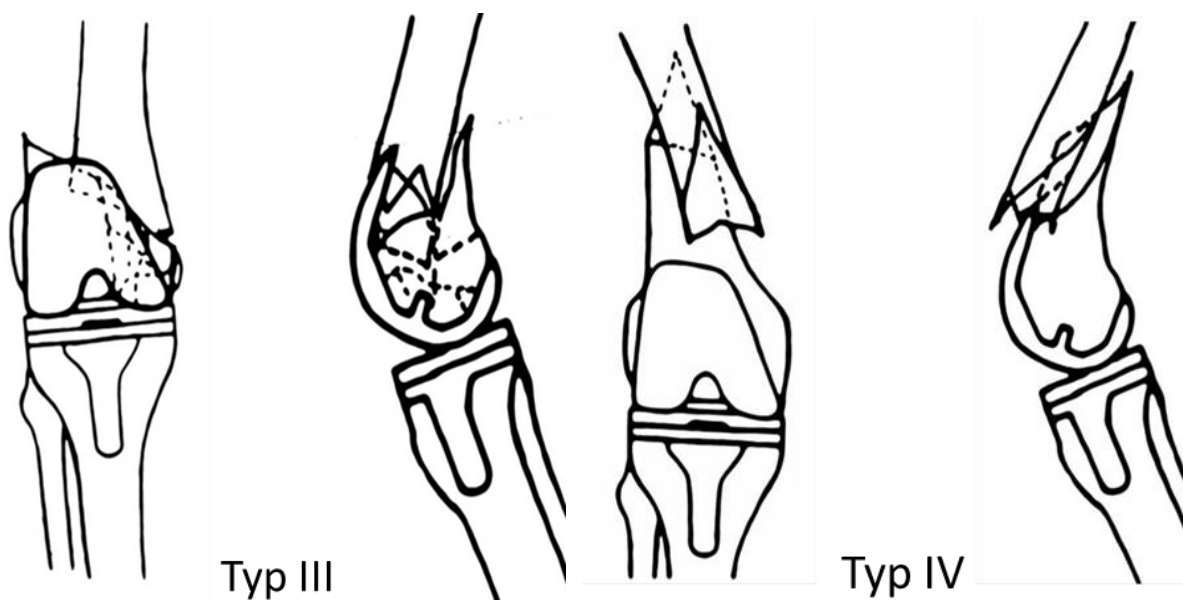


Obr 44. Typ II A klasifikace Tomáš 2019 s minimální kominucí v oblasti laterálního kondylu femuru a typ II B klasifikace Tomáš 2019 s významnou kominucí v oblasti laterálního kondylu.

distolaterálně pod štít femorální komponenty. U této zlomeniny zůstává platný fakt, že intaktní mediální kondyl poskytuje dostatečnou oporu pro osteosyntetický materiál implantovaný z laterální strany. Dále tuto zlomeninu dělíme do dvou subtypů: II A zlomenina s minimální nebo žádnou laterální kominucí (obr. 44). Upřednostňovaným terapeutickým postupem u tohoto typu zlomeniny je provedením osteosyntézy pomocí kondylární dlahy. V našem souboru hodnotíme jako zlomeninu tohoto typu 24 zlomenin (22 %). Jako zlomeniny II B nově označujeme shodné zlomeniny jako u typu II A s tím rozdílem, že je

přítomna významná kominutivní zóna v oblasti laterálního kondylu (obr. 44). Preferovaným terapeutickým postupem u tohoto typu zlomeniny je pro nás zamykatelná dlaha s možností polyaxiálního zavedení šroubů v distálním fragmentu (NCB dlaha). V hodnoceném souboru jsme tento typ zlomeniny identifikovali u 18 pacientů (17 %).

Jako skupinu III nově označujeme zlomeniny s intaktním laterálním kondylem. V předešlé klasifikaci se jednalo o typ II B. Zlomenina je charakterizována intaktním laterálním kondylem a mediální kominutivní zónou, která neposkytuje dostatečnou oporu implantátu zaváděnému z laterální strany (obr. 45). Tyto zlomeniny indikujeme k osteosyntéze z mediální strany. Vzhledem k umístění implantátu na tlakovou stranu kosti je pro nás preferovaným implantátem dlaha umožňující hybridní zavádění šroubů v módu zamykatelné dlaha a kompresní dlaha s možností polyaxiálního zavádění šroubů do distálního fragmentu (NCB dlaha). V našem souboru se tato zlomenina vyskytuje v 8 %.

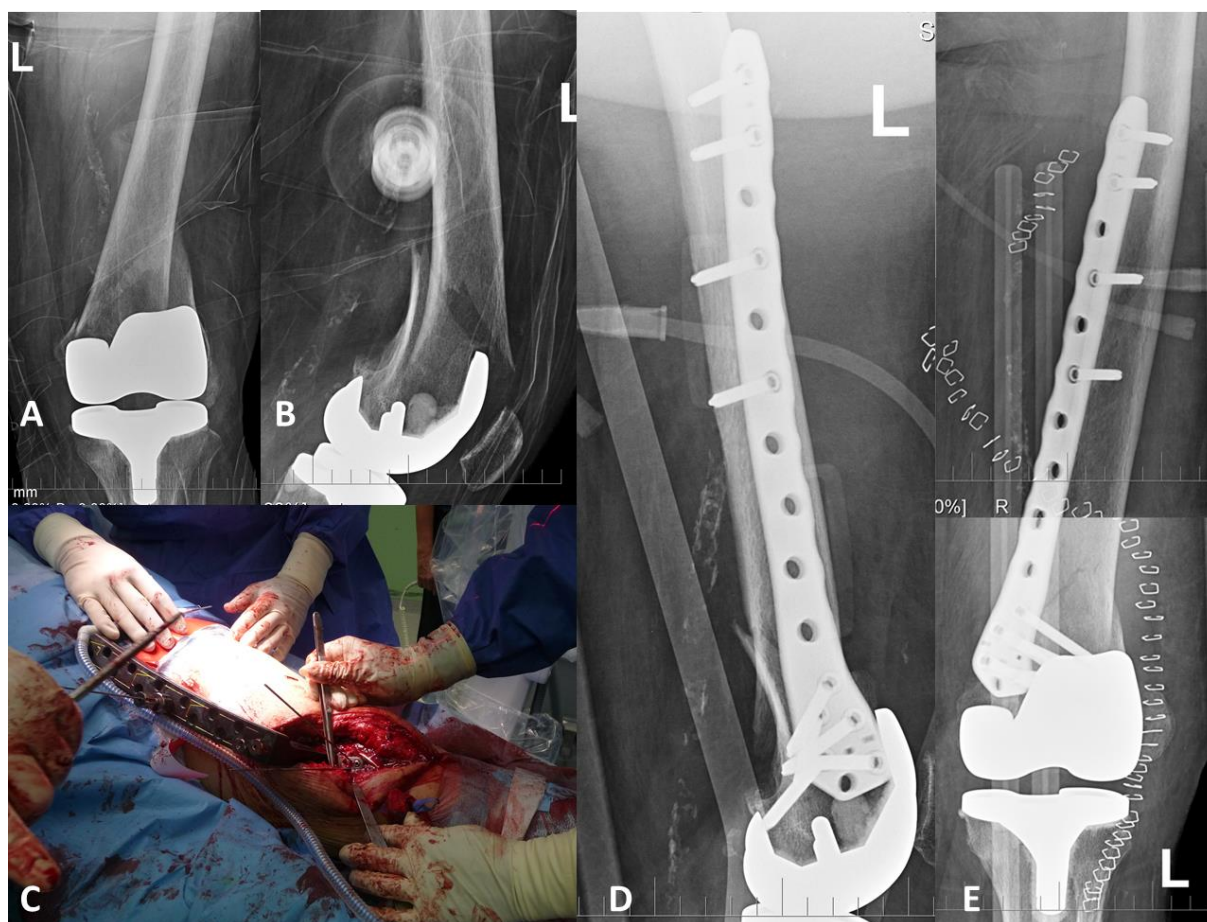


Obr. 45 Typu III klasifikace Tomáš 2019 s kominutivní zónou v oblasti mediálního kondylu femuru a typ IV klasifikace Tomáš 2019 – zlomenina nad úrovní femorální komponenty totální náhrady kolenního kloubu.

Jako typ IV označujeme nově zlomeniny nad úrovní endoprotézy. V naší původní klasifikaci se jednalo o typ II C. Zlomenina je charakterizována tím, že celá lomná linie se nachází nad proximálním koncem šítu femorální komponenty. Preferovaným terapeutickým postupem je miniinvazivně zaváděná zamykatelná dlaha (LCP nebo NCB). Nitrodřeňový hřeb považujeme

za další možné alternativní řešení. V našem souboru se tato zlomenina vyskytla u 31 pacientů (29 %).

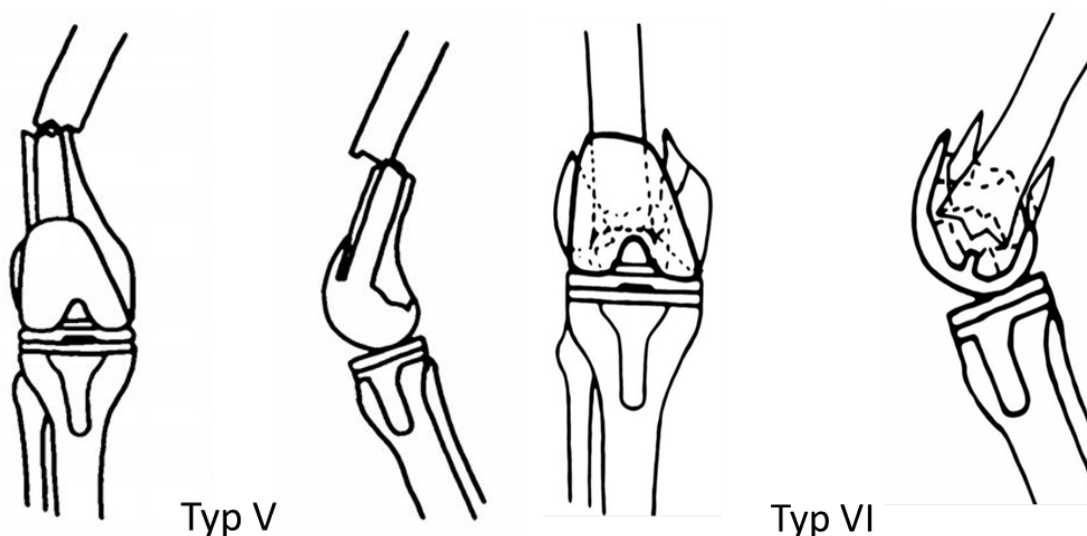
Jako typ V zařazujeme nově zlomeniny při dřívku revizní náhrady kolenního kloubu eventuálně primární dřívkové náhrady. Zlomenina je charakterizována lomnou linií, která začíná v oblasti dřívku femorální komponenty revizní náhrady kolenního kloubu a může se šířit proximálně. Endoprotéza není uvolněna. U tohoto typu zlomenin je preferovaným postupem osteosyntéza pomocí periprotetické dlahy, která umožňuje excentrické a polyaxiální zavádění šroubů v oblasti dřívku a umožňuje zavzetí cerklážního systému do konceptu dlahy (NCB periprotetická dlahy). Jako typ V jsme označili 7 zlomenin z našeho souboru (6 %).



Obr. 46 Zlomenina typu III klasifikace Tomáš 2019 (A, B). Řešená méně invazivní osteosyntézou z umístěním NCB dlahy na anteromediální plochu femuru (C, D, E).

Do typu VI řadíme zlomeniny při uvolněné femorální komponentě totální náhrady kolenního kloubu a zlomeniny s komplexní kominucí pod úroveň proximální hranice štítu femorální komponenty. Poslední typ VI vzniká sloučením typu II D a III naší původní klasifikace.

Vycházíme z toho, že rozlišení těchto zlomenin je v řadě případů prakticky nemožné a u obou zlomenin doporučuje shodný terapeutický postup, kterým je revizní náhrada kolenního kloubu. Jedná se tedy o zlomeniny s uvolněním endoprotézy, ať už primárním, vzniklém před periprotetickou zlomeninou nebo sekundárním, daném komplexní kominutivní zónou v periprotetické oblasti. Jako typ VI jsme v našem souboru označili 16 zlomenin (15 %). Další dělení zlomenin s uvolněnou endoprotézou kolenního kloubu podobně jako v klasifikaci Rhee (161) považujeme za nadbytečné vzhledem k tomu, že terapeutický postup u těchto zlomenin se řídí známými algoritmy revizních náhrad kolenního kloubu (112).



Obr. 47. Typ V klasifikace Tomáš 2019 – zlomenina při dřívku revizní náhrady kolenního kloubu a typ VI klasifikace Tomáš 2019 zlomenina s uvolnění femorální komponenty totální náhrady kolenního kloubu.

Procento pacientů indikovaných k revizní náhradě kolenního kloubu pro periprotetickou zlomeninu (12 %) se významně liší od procenta indikací uváděných v literatuře (33, 105, 107), kde se pohybuje kolem 30 % (27 % - 33 %). Domníváme se, že k tomu dochází zpřesněním indikací k osteosyntéze v našem souboru při použití vlastní původní klasifikace periprotetických zlomenin distálního femuru. Část zlomenin, které jsou podle obecně používané klasifikace podle Su (198) indikovány k revizní náhradě po jejich reklasifikaci naším systémem úspěšně řešíme osteosyntézou. Na druhé straně se zdá, že procento pacientů indikovaných k revizní náhradě s postupem času stoupá. V našem souboru z roku 2008 (209) bylo k revizní náhradě indikováno 5 pacientů ze souboru 56 zlomenin distálního femuru (9

%), zatímco v souboru 1999–2018 bylo k revizní náhradě indikováno 7 pacientů z 56 periprotetických zlomenin (12,5 %). Rozdíl je samozřejmě nesignifikantní. Lze z toho však vyvodit, že stoupá počet obtížně řešitelných periprotetických zlomenin v terénu uvolnění nebo osteoporózy. To je v soulase s prodlužujícím se dožíváním pacientů s kloubními náhradami a zvýšenými pohybovými nároky i u starších pacientů.

Typ	Charakteristika	Doporučená terapie
I	Zlomenina bez dislokace	Osteosyntéza kondylární dlahou Konzervativní terapie možná
II A	Zlomenina s minimální laterální kominucí	Osteosyntéza kondylární dlahou
II B	Zlomenina se závažnou laterální kominucí	Osteosyntéza NCB dlahou
III	Zlomenina s mediální kominucí	Osteosyntéza NCB dlahou z mediální strany
IV	Zlomenina nad úrovní endoprotézy	LCP nebo NCB miniinvazivně
V	Zlomenina při dřívku revizní náhrady	Osteosyntéza periprotetickou NCB dlahou
VI	Zlomenina s uvolnění femorální komponenty	Revizní náhrada kolenního kloubu

Tab. 14 Nová klasifikace periprotetické zlomeniny distálního femuru s doporučenou terapií

Předpokládáme, že zdokonalená klasifikace tím, že bude exaktním vodítkem k terapii periprotetické zlomeniny povede ke snížení komplikací ve smyslu pakloubu a selhání implantátu. Nejzávažnější komplikací periprotetické zlomeniny je jistě úmrtí v souvislosti se zlomeninou. I v našem souboru dosahuje jednorocní mortalita alarmujícího čísla 16,2 %. Jedinou možností ve snížení mortality pacientů po periprotetické zlomenině vidíme v rychlé vertikalizaci a rehabilitaci. I z tohoto hlediska předpokládáme pozitivní efekt inovované klasifikace vedoucí k implantaci materiálu, který u daného typu zlomeniny umožní časnou vertikalizaci s více či méně limitovanou zátěží končetiny. Z tohoto hlediska v poslední době odmítáme námi dříve používanou techniku miniosteosyntézy jako dočasného výkonu při nedostatečné stabilizaci pacienta. Z našeho souboru vyplývá, že takovýto postup vede k 70 % riziku úmrtí pacienta obvykle dané nemožností vertikalizace při nedostatečně stabilní osteosyntéze. Z tohoto hlediska spíše v současné době upřednostňujeme maximální možnou

kompensaci aktuálního stavu a podstoupení rizika operačního výkonu vedoucího k dostatečně stabilní osteosyntéze zlomeniny.

Z těchto závěrů vyplývá, že periprotetická zlomenina distálního femuru je závažnou komplikací, přinášející pro pacienta řadu nezanedbatelných rizik od nezhojení až po smrt.

V současné době není jednoznačný konsenzus v terapii periprotetických zlomenin. Ukazuje se, že dobrý kvalifikační systém vedoucí k adekvátní terapii může být klíčovým faktorem ve snížení komplikací periprotetických zlomenin. Předpokládáme, že naše inovovaná klasifikace bude takovým vodítkem a pomůže k redukci komplikací.

9. Literatura

1. Aaron RK and Scott R. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 219: 136–139.
2. Adams Jr JD, Tanner SL, Jeray KJ. Far cortical locking screws in distal femur fractures. *Orthopedics* 2015; 38: e153–6.
3. Althausen PL, Lee MA, Finkemeier CG, Meehan JP, Rodrigo JJ. Operative stabilization of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty: a comparison of four treatment methods. *J Arthroplasty*, 2003;18 : 834-839.
4. Anakwe RE, Aitken SA, Khan LAK. Osteoporotic periprosthetic fractures of the femur in elderly patients: outcome after fixation with the LISS plate. *Injury* 2008; 39: 1191–7.
5. Arens S, Eijer H, Schlegel U, Printzen G, Perren SM, Hansis M. Influence of the design for fixation implants on local infection: experimental study of dynamic compression plates versus contact fixateurs in rabbits, *J Orthop Trauma* 1999; 7: 470-476.
6. Auston DA, Werner FW, Simpson RB. Orthogonal femoral plating: a biomechanical study with implications for interprosthetic fractures. *Bone Joint Res* 2015; 4: 23–8.
7. Babst R, Hehli M, Regazzoni P. LISS tractor. Combination of the “less invasive stabilization system” (LISS) with the AO distractor for the distal femur and proximal tibial fractures], *Unfallchirurg* 2001; 6: 530-535.
8. Backstein D, Safir O, Gross A. Periprosthetic fractures of the knee. *J Arthroplasty* 2007; 22(4 Suppl 1): 45.
9. Bade MJ, Kohrt WM, Stevens-Lapsley JE. Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010; 40(9): 559–567.
10. Barrack RL. Evolution of the rotating hinge for complex total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2001; 392: 292–9.
11. Barak Y, Wagenaar RC, Holt KG. Gait characteristics of elderly people with a history of falls: a dynamic approach. *Phys Ther* 2006; 86(11): 1501–1510.
12. Berry D. Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 183–190.
13. Beldame J, Boisrenoult P, Beaufile P. Pin track induced fractures around computer-assisted TKA. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96: 249–55.

14. Benedetti MG, Catani F, Bilotta TW, Marcacci M, Mariani E, Giannini S. Muscle activation pattern and gait biomechanics after total knee replacement. *Clin Biomech* 2003; 18(9): 871–876.
15. Bezwada HP, Neubauer P, Baker J, et al. Periprosthetic supracondylar femur fractures following total knee. *Arthroplasty* 2004; 19: 453–8.
16. Bobak P, Polyzois I, Graham S, Gamie Z, Tsiridis E. Nailed cementoplasty: a salvage technique for Rorabeck type II periprosthetic fractures in octogenarians. *J Arthroplasty* 2010; 25: 939–44.
17. Bogoch E, Hastings D, Gross A, Gschwend N. Supracondylar fractures of the femur adjacent to resurfacing and MacIntosh arthroplasties of the knee in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 229: 213-220.
18. Bonneville P, Marcheix PS, Nicolau X, Arboucalot M, Lebaron M, Chantelot C, Mainard D, Ehlinger M. Interprosthetic femoral fractures: Morbidity and mortality in a retrospective, multicenter study. *Orthop Traumatol Surg Res* 2018; 1: 281-292.
19. Bottlang M, Doornink J, Fitzpatrick DC, Madey SM. Far cortical locking can reduce stiffness of locked plating constructs while retaining construct strength. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91-A: 1985–94.
20. Bottlang M, Fitzpatrick DC, Sheerin D, Kubiak E, Gellman R, Vande Zandschulp C, et al. Dynamic fixation of distal femur fractures using far cortical locking screws: a prospective observational study. *J Orthop Trauma* 2014; 28: 181–8.
21. Bottlang M, Lesser M, Koerber J, et al. Far cortical locking can improve healing of fractures stabilized with locking plates. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 1652–1660.
22. Brunner C, Weber BG. *Special Techniques in Internal Fixation*, 1982 Springer, Berlin, Germany.
23. Cain PR, Rubash HE, Wissinger HA, McClain EJ. Periprosthetic femoral fractures following total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 208: 205-214.
24. Cordeiro EN, Costa RC, Carazzato JG, Silva Jdos S. Periprosthetic fractures in patients with total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 252: 182–9.
25. Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, et al. Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 212–222.
26. Currall VA, Kulkarni M, Harries WJ. Retrograde nailing for supracondylar fracture around total knee replacement: a compatibility study using the Trigen supracondylar nail. *Knee* 2007; 14: 208–11.

27. Dave DJ, Koka SR, James SE. Mennen plate fixation for fracture of the femoral shaft with ipsilateral total hip and knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 1995; 10: 113–5.
28. Davison BL. Varus collapse of comminuted distal femur fractures after open reduction and internal fixation with a lateral condylar buttress plate. *Am J Orthop* 2003; 32: 27–30.
29. Davis N, Higgins G. Periprosthetic fractures around total knee arthroplasty. *Trauma* 2014; 16(3): 174–182.
30. Della Rocca GJ, Leung KS, Pape HC. Periprosthetic fractures: epidemiology and future projections. *J Orthop Trauma* 2011;25(Suppl. 2):66–70.
31. Delpont PH, Van Audekercke R, Martens M, et al. Conservative treatment of ipsilateral supracondylar femoral fracture after total knee arthroplasty. *J Trauma* 1984; 24: 846–849.
32. Diehl P, Burgkart R, Klier T, Glowalla C, Gollwitzer H. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty, *Orthopäde* 2006; 35: 972-974.
33. DiGioia A, Rubash HE. Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. A literature review and treatment algorithm, *Clin Orthop Relat Res* 1991; 271: 135-142.
34. Duncan CP, Haddad FS. The Unified Classification System (UCS): improving our understanding of periprosthetic fractures. *Bone Joint J* 2014;96-B:713–6.
35. Ebraheim NA, Liu J, Hashmi SZ, Sochacki KR, Moral MZ, Hirschfeld AG. High Complication Rate in Locking Plate Fixation of Lower Periprosthetic Distal Femur Fractures in Patients with Total Knee Arthroplasties. *J of Arthroplasty* 2012; 5: 809-813.
36. Editorial What is new in distal femur periprosthetic fracture fixation? *Injury, Int. J. Care Injured.* 2015; 46: 2293–2296.
37. Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E, Kummer FJ, Koval KJ. Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma.* 2004; 18: 488-493.
38. Ehlinger M, Adam P, Abane L, Rahme M, Moor BK, Arlettaz I, Bonnomet F. Treatment of periprosthetic femoral fractures of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19: 1473–1478.
39. Ehlinger M, Bonnomet F, Adam P. Periprosthetic femoral fractures: the minimally invasive fixation option. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96: 304–9.

40. El-Zayat BF, Ruchholtz S, Efe T, Fuchs-Winkelmann S, Krüger A, Kreslo D, Zettl R. NCB-plating in the treatment of geriatric and periprosthetic femoral fractures *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2012; 98: 765—772.
41. Engh GA, Ammeen DJ. Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. *Instr Course Lect* 1998;47: 437–48.
42. Erhardt JB, Grob K, Roderer G, Hoffmann A, Forster TN, Kuster MS. Treatment of periprosthetic femur fractures with the non-contact bridging plate: a new angular stable implant. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008; 128: 409–16.
43. Erhardt JB, Kuster MS. Periprosthetic fractures of the knee joint. *Orthopäde* 2010 ; 39: 97-108.
44. Ezekiel Tan SL, Balogh ZJ. Indications and limitations of locked plating. *Injury* 2009; 40: 683–91.
45. Fakler JKM, Pönick C, Edel M, Möbius R, Brand AG, Roth A, Josten Ch, Zajonz D. A new classification of TKA periprosthetic femur fractures considering the implant type. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2017, 18: 490.
46. Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H. Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma* 1999; 13 (6): 401-6.
47. Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE, et al. The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1990; 5: 267–276.
48. Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE, Sobel M. The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1990; 5: 267-276.
49. Figgie MP, Inglis AE, Mow CS, et al. Results of reconstruction for failed total elbow arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 253:123–32.
50. Friedman RJ, Hirst P, Poss R, et al. Results of revision total knee arthroplasty performed for aseptic loosening. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 255:235.
51. Frigg R. Development of the locking compression plate. *Injury* 2003; 34(Suppl 2): 6–10.
52. Fuchtmeier B, Galler M, Muller F. Mid-term results of 121 periprosthetic femoral fractures: increased failure and mortality within but not after one postoperative year. *J Arthroplasty* 2015; 30: 669–74.
53. Fulkerson E, Tejwani N, Stuchin S, Egol K. Management of periprosthetic femur fractures with a first generation locking plate. *Injury* 2007; 38: 965–72.

54. Gage WH, Frank JS, Prentice SD, Stevenson P. Postural responses following a rotational support surface perturbation, following knee joint replacement: frontal plane rotations. *Gait Posture* 2008; 27(2): 286–293.
55. Ganz R, Mast J, Weber B, Perren SM. Clinical aspects of „biological“ plating. *Injury* 1991; 22: 4-5.
56. Gardner MJ, Griffith MH, Demetrakopoulos D, Brophy RH, Grose A, Helfet DL, Lorich DG. Hybrid locked plating of osteoporotic fractures of the humerus, *J Bone Joint Surg Am* 2006; 9: 1962-1967.
57. Gautier E, Jakob RP. Biomechanics of osteosynthesis by screwed plates. In *Biomechanics and biomaterials in orthopedics*, D.G. Poitout (Ed.): 330-350, 2004, Springer, New York, USA.
58. Gautier E, Sommer C. Guidelines for the clinical application of the LCP, *Injury* 2003; Suppl 2: B63-76.
59. Gerber C, Mast J, Ganz, R. Biological internal fixation of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990; 109: 295-303.
60. Gliatis J, Megas P, Panagiatopulos E, Lambris E. Midterm result of treatment with retrograde nail for supracondylar periprosthetic fractures of the femur following total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma* 2005; 19(3): 164-170.
61. Gliatis J. Periprosthetic distal femur fracture: plate versus nail fixation. Opinion: intramedullary nail. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 220–1.
62. Goldberg VM, Figgie MP, Figgie III HE, et al. The results of revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 226:86.
63. Gondalia V, Choi DH, Lee SC, Nam CH, Hwang H, Ahn HS, Ong AC, Park HY, Jung KA. Periprosthetic supracondylar femoral fractures following total knee arthroplasty: clinical comparison and related complications of the femur plate system and retrograde-inserted supracondylar nail. *J Orthopaed Traumatol* 2014; 15: 201–207.
64. Götz-Neuman K. Gait analysis in a physical therapy (trans: Tsukishiro K, Yamamoto S, Ehara Y, Bonkohara S). *Igaku syoin, tokyo* 2005; pp 120.
65. Greidanus NV, Masri BA, Garbuz DS, Wilson SD, McAlinden MG, Xu M, et al. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89-A:1409–16.
66. Griffiths EJ, Cash DJ, Kalra S, Hopgood PJ. Time to surgery and 30-day morbidity and mortality of periprosthetic hip fractures. *Injury* 2013; 44: 1949–52.

67. Gruber R, Koch H, Doll BA, et al. Fracture healing in the elderly patient. *Exp Gerontol* 2006; 41: 1080.
68. Grützner P, Winkler H, Wentzensen A. New aspects and developments of plate osteosynthesis. *Point Contact Fixateur-PC Fix-Indication-technology-experiences* 1997; 3: 332-338.
69. Haidukewych GJ, Jacofsky DJ, Hanssen AD. Treatment of periprosthetic fractures around a total knee arthroplasty. *J Knee Surg* 2003; 16: 111–7.
70. Harrington KD, Sim FH, Enis JE, et al. Methylmethacrylate as an adjunct in internal fixation of pathological fractures. Experience with three hundred and seventy-five cases. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 1047–1055.
71. Hasegawa M, Yasumura S. Fall incidence of a Japanese elderly and fracture and injury with falling [fall and osteoporosis]. *J Osteoporos Med* 2008; 7(3):1 80–185.
72. Hayashibara M, Hagino H, Katagiri H, Okano T, Okada J, Teshima R. Incidence and risk factors of falling in ambulatory patients with rheumatoid arthritis: a prospective 1-year study. *Osteoporos Int* 2010; 21(11):1825–1833.
73. Healy WL, Siliski JM, Incavo SJ. Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements, *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75: 27-34.
74. Henderson C, Bottlang M, Marsh JL, et al. Does locked plating of periprosthetic supracondylar femur fractures promote bone healing by callus formation? Two cases with opposite outcomes. *J Iowa Orthop* 2008 ;28: 73.
75. Hanschen M, Aschenbrenner IM, Fehske K, Kirchhoff S, Keil L, Holzapfel BM, Winkler S, Fuechtmeier B, Neugebauer R, Luehrs S, Liener U, Biberthaler P. Mono-versus polyaxial locking plates in distal femur fractures: a prospective randomized multicentre clinical trial. *Int Orthop* 2014; 38: 857–863
76. Henry SL. Management of supracondylar fractures proximal to total knee arthroplasty with the GSH supracondylar nail. *Contemp Orthop* 1995; 31: 231–8.
77. Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA et al. Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty Systematic review of 415 cases (1981–2006). *Acta Orthopaedica* 2008; 79 (1): 22–27
78. Hirsh DM, Bhalla S and Roffman M. Supracondylar fracture of the femur following total knee replacement. Report of four cases. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 162–163.
79. Hohaus TH, Bula PH, Bonnaire F. Intramedullary osteosynthesis in the treatment of lower extremity fractures. *Acta Chir. Ortop. Traum. Čech.* 2008; 75: 52-60.

80. Horneff III JG, Scolaro JA, Jafari SM, et al. Intramedullary nailing versus locked plate for treating supracondylar periprosthetic femur fractures. *Orthopedics* 2013; 36(5): e561.
81. Horwitz DS, Kubiak EN. Surgical treatment of osteoporotic fractures about the knee, *Instr Course Lect* 2010; 59: 511-523.
82. Hube R, Mayr HO Knie totalendoprothesen-wechsel bei periprosthetischen Frakturen *Trauma und Berufskrankheit* 2012; 3: 184–189.
83. Chandler HP, King D, Limbird R, Hedley A, McCarthy J, Penenberg B, Danylchuk K. The use of cortical allograft struts for fixation of fractures associated with well-fixed total joint prostheses. *Semin Arthroplasty*. 1993; 2: 99-107.
84. Chandler HP, Tigges, RG. The role of allografts in the treatment of periprosthetic femoral fractures *Journal of Bone and Joint Surgery*; Sep 1997; 9: 1422-1432.
85. Chen F, Mont MA, Bachner RS. Management of ipsilateral supracondylar femur fractures following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1994; 9: 521–6.
86. Chen SH, Chiang MC, Hung CH, Lin SC, Chang HW. Finite element comparison of retrograde intramedullary nailing and locking plate fixation with/without an intramedullary allograft for distal femur fracture following total knee arthroplasty *The Knee* 2014; 21: 224–231.
87. Chen S, Yu T, Chang C, Lu Y. Biomechanical analysis of retrograde intramedullary nail fixation in distal femoral fractures. *Knee* 2008; 15: 384–9.
88. Inglis AE and Walker PS. Revision of failed knee replacements using fixed-axis hinges. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73: 757–761.
89. Itokazu M, Uemura S, Aoki T, Takatsu T. Analysis of rising from a chair after total knee arthroplasty. *Bull Hosp Jt Dis* 1998; 57(2): 88–92
90. Jabezski FF, Crawford M. Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1995; 10: 95–101.
91. Jiamton C, Apivatthakakul T. The safety and feasibility of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) on the medial side of the femur: a cadaveric injection study. *Injury* 2015.
92. Johnston AT, Tsiridis E, Eyres KS, Toms AD. Periprosthetic fractures in the distal femur following total knee replacement: A review and guide to management. *The Knee* 2012; 19: 156–162.

93. Kado DM, Huang MH, Nguyen CB, Barrett-Connor E, Greendale GA. Hyperkyphotic posture and risk of injurious falls in older persons: the Rancho Bernardo Study. *J Gerontol A Biol Sci. Med Sci* 2007;62(6): 652–657.
94. Kassab M, Zalzal P, Azores GM, et al. Management of periprosthetic femoral fractures after total knee arthroplasty using a distal femoral allograft1. *J Arthroplasty* 2004; 19: 361.
95. Kenan J, Chakrabarty G, Newman JH. Treatment of supracondylar femoral fracture above total knee replacement by custom made hinged prosthesis. *Knee* 2007; 7: 165-170.
96. Kenny P, Rice J, Quinlan W. Interprosthetic fracture of the femoral shaft. *J Arthroplasty* 1998; 13: 361–4.
97. Khatod M, Inacio M, Paxton EW, et al. Knee replacement: epidemiology, outcomes, and trends in Southern California: 17,080 replacements from 1995 through 2004. *Acta Orthop* 2008; 79: 812–819.
98. Kim K, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J. Periprosthetic Fractures after Total Knee Arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 446: 167-175, 2006.
99. Kim W, Song JH, Kim JJ. Periprosthetic fractures of the distal femur following total knee arthroplasty: even very distal fractures can be successfully treated using internal fixation. *Int Orthop* 2015; 39: 1951–7.
100. Kolb K, Grützner PA, Marx F, Kolb W. Fixation of Periprosthetic Supracondylar Femur Fractures Above Total Knee Arthroplasty – The Indirect Reduction Technique with the Condylar Blade Plate and the Minimally Invasive Technique with the LISS. In *Recent Advances in Hip and Knee Arthroplasty 2011*, Dr. Samo Fokter (Ed), InTech.
101. Kolb W, Guhlmann H, Friedel R, Nestmann H. [Fixation of periprosthetic femur fractures with the less invasive stabilization system (LISS)-a new minimally invasive treatment with locked fixed-angle screws. *Zentralbl Chir* 2003; 1: 53-59.
102. Kolb W, Guhlmann H, Windisch C, Marx F, Kolb K, Koller H.. Fixation of distal femoral fractures with the Less Invasive Stabilization Sytems: a minimally invasive treatment with locked fixed-angled screws, *J Trauma* 2008; 6: 1425-1434.
103. Korner J, Lill H, Müller LP, Rommens PM, Schneider E, Linke B. The LCP concept in the operative treatment of distal humerus fractures – biological, biomechanical and surgical aspects, *Injury* 2003; Suppl 2: 20-30.
104. Koval KJ, Hoehl JJ, Kummer FJ, et al. Distal femoral fixation: a biomechanical

- comparison of the standard condylar buttress plate, a locked buttress plate, and the 95-degree blade plate. *J Orthop Trauma* 1997; 11: 521–524.
105. Kraay MJ, Goldberg VM, Figgie MP, Figgie HE III. Distal femoral replacement with allograft/prosthetic reconstruction for treatment of supracondylar fractures in patients with total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1992; 7: 7-16.
106. Krbec M, Motyčka J, Luňáček L, Douša P. Osteosyntéza periprotetické suprakondylické zlomeniny kolenního kloubu s použitím LCP dlahy. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2009; 6: 473-8.
107. Kregor PJ, Hughes JL, Cole PA. Fixation of distal femoral fractures above total knee arthroplasty utilizing the Less Invasive Stabilizations System (L.I.S.S.), *Injury* 2001; 32, Suppl 3: 64-75.
108. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using DCS in proximal and distal femoral fractures, *Injury* 1997; (Suppl 1): 20-30.
109. Kumar A, Chambers I, Maistrelli G, et al. Management of periprosthetic fracture above total knee arthroplasty using intramedullary fibular allograft and plate fixation. *J Arthroplasty* 2008; 23: 554–558.
110. Large TM, Kellam JF, Bosse MJ, Sims SH, Althausen P, Masonis JL. Locked plating of supracondylar periprosthetic femur fractures. *J Arthroplasty* 2008; 23(Suppl 1): 115–20.
111. Larsson S. Cement augmentation in fracture treatment. *Scand J Surg* 2006; 95: 111–118,
112. Laskin RS. Ten steps to an easier revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002; 17(4 Suppl 1): 78-82.
113. Learmonth ID. The management of periprosthetic fractures around the femoral stem. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86-B:13–9.
114. Lehmann W, Rupprecht M, Nuechtern J, Melzner D, Sellenschloh K, Kolb J, Fensky F, Hoffmann M, Püschel K, Morlock M, Rueger JM. What is the risk of stress risers for interprosthetic fractures of the femur? A biomechanical analysis. *Int Orthop* 2012; 36: 2441– 2446.
115. Lesh ML, Schneider DJ, Deol G, et al. The consequences of anterior femoral notching in total knee arthroplasty. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82-A:1096–101.
116. Leunig M, Hertel R, Siebenrock KA, Ballmer FT, Mast JW, Ganz R. (2000). The

- evolution of indirect reduction techniques for the treatment of fractures, *Clin Orthop Relat Res* 2000; 375: 7-14.
117. Leveille SG, Bean J, Bandeen-Roche K, Jones R, Hochberg M, Guralnik JM. Musculoskeletal pain and risk for falls in older disabled women living in the community. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50(4): 671–678.
 118. Levinger P, Menz HB, Wee E, Feller JA, Bartlett JR, Bergman NR. Physiological risk factors for falls in people with knee osteoarthritis before and early after knee replacement surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010; doi:10.1007/s00167-010-1325-8.
 119. Lewis PL, Rorabeck CH. Periprosthetic fractures. In: Engh GA, Rorabeck CH, editors. *Techniques of Revision Surgery*. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1997: 275–95.
 120. Lin J, Lin SJ, Chen PQ, Yang SH. Stress analysis of the distal locking screws for femoral interlocking nailing. *J Orthop Res* 2001; 19(1):57–63.
 121. Lombardi AV, Mallory TH, Waterman RA., Eberle RW. Intercondylar distal femoral fracture. An unreported complication of posterior stabilized total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1995; 10: 643-650.
 122. Maestro A, Rodríguez L, Llopisc JA. Periprosthetic knee fractures. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2008; 52: 179–87.
 123. Mäkinen TJ, Dhotar HS, Fichman SG, Gunton MJ, Woodside M, Safir O, Backstein D, Willett TL, Kuzyk PR. Periprosthetic supracondylar femoral fractures following knee arthroplasty: a biomechanical comparison of four methods of fixation. *International Orthopaedics* 2015; 39: 1737–1742.
 124. Marti A, Fankhauser C, Frenk A, et al. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system for the internal fixation of distal femur fractures. *J Orthop Trauma* 2001; 15: 482–487.
 125. Marya SKS, Kacker S, Singh CH, Periprosthetic fractures—a review article. *JCOT* 2011; 2: 3-11.
 126. Mast J, Jacob R, Ganz R. *Planning and reduction techniques in fracture surgery*, Springer, 1999, New York, USA.
 127. Matlovich NF, Lanting BA, Vasarhelyi EM, Naudie DD, McCalden RW, Howard JL, Outcomes of Surgical Management of Supracondylar Periprosthetic Femur Fractures. *The Journal of Arthroplasty* 2017; 32. 189-192.
 128. Matsumoto H, Okuno M, Nakamura T, Yamamoto K, Hagino H. Fall incidence and

- risk factors in patients after total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012; 132: 555–563.
129. McGraw P, Kumar A. Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty, *J Orthop Traumatol* 2010; 3: 135-141.
 130. McKoy BE and An YH. An injectable cementing screw for fixation in osteoporotic bone. *J Biomed Mater Res* 2000; 53: 216–220,
 131. Meek RMD, Norwood T, Smith R, et al. The risk of periprosthetic fracture after primary and revision total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93: 96–101.
 132. Meneghini RM, Keyes BJ, Reddy KK, et al. Modern retrograde intramedullary nails versus periarticular locked plates for supracondylar femur fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2014; 29: 1478.
 133. Menz HB, Morris ME, Lord SROV. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006; 61(8): 866–870.
 134. Merkel KD, Johnson Jr EW. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 29–43.
 135. Mittlmeier T, Beck M. [Retrograde medullary locking in periprosthetic distal femoral fracture after condylar knee joint replacement], *Unfallchirurg* 2005; 6: 497-501.
 136. Moran MC, Brick GW, Sledge CB, et al. Supracondylar femoral fracture following total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 324:196–209.
 137. Mortazavi SM, Kurd MF, Bender B, Post Z, Parvizi J, Purtill JJ. Distal femoral arthroplasty for the treatment of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2010; 25: 775–80.
 138. Muizelaar A, Winemaker MJ, Quenneville CE, Wohl GR. Preliminary testing of a novel bilateral plating technique for treating periprosthetic fractures of the distal femur. *Clin Biomech (Bristol Avon)* 2015.
 139. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. *Manual of Internal Fixation*, 2nd ed., 1979, Springer, New York, USA.
 140. Muller FJ, Galler M, Fuchtmeier B. Clinical and radiological results of patients treated with orthogonal double plating for periprosthetic femoral fractures. *Int Orthop* 2014; 38: 2469– 72.
 141. Murrell GA, Nunley JA. Interlocked supracondylar intramedullary nails for supracondylar fractures after total knee arthroplasty. A new treatment method, *J Arthroplasty* 1995; 1: 37-42.

142. Neer II CS, Grantham SA, Shelton ML. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am* 1967; 49: 591–613.
143. Neubauer TH, Ritter E, Potschka TH, Karlbauer A, Wagner M. Retrograde nailing of femoral fractures. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.* 2008; 75: 158-166.
144. O'Brien K, Culham E, Pickles B. Balance and skeletal alignment in a group of elderly female fallers and nonfallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997; 52(4): B221–B226.
145. Oni OO. Supracondylar fracture of the femur following Attenborough stabilized gliding knee arthroplasty. *Injury* 1982; 14: 250–251.
146. Ostrum,RF, Geel C. Indirect reduction and internal fixation of supracondylar femur fractures without bone graft, *J Orthop Trauma* 1995; 9: 278-284.
147. O'Toole RV, Gobezie R, Hwang R, Chandler AR, Smith RM, Estok DM, et al. Low complication rate of LISS for femur fractures adjacent to stable hip or knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2006 ;450: 203–10.
148. Otto RJ, Moed BR, Bledsoe JG. Biomechanical comparison of polyaxial locking plates and a fixed-angle locking plate for internal fixation of distal femurs, *J Orthop Trauma* 2009; 9: 645-652.
149. Ostrum RF, Maurer P. Distal third femur fractures treated with retrograde femoral nailing and blocking screws. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2009; 9: 681–684.
150. Ouellet D, Moffet H. Locomotor deficits before and two months after knee arthroplasty. *Arthritis Rheum.* 2002; 47(5): 484–493.
151. Oya Y, Nakamura M, Tabata E, Morizono R, Mori S, Kimuro Y, Horikawa E. Fall risk assessment and knee extensor muscle activity in elderly people. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi.* 2008; 45(3): 308–314.
152. Pao JL, Jiang CC. Retrograde intramedullary nailing for nonunions of supracondylar femur fracture of osteoporotic bones. *J Formos Med Assoc* 2005; 104: 54-59.
153. Parvizi J, Jain N, Schmidt AH. Periprosthetic knee fractures. *J Orthop Trauma* 2008; 22(9): 663–671.
154. Pekmezci M, McDonald E, Buckley J, Kandemir U. Retrograde intramedullary nails with distal screws locked to the nail have higher fatigue strength than locking plates in the treatment of supracondylar femoral fractures: A cadaver-based laboratory investigation. *Bone Joint J* 2014; 96-B: 114–121.
155. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures, *J Bone Joint Surg Br* 2002; 8: 1093-1110.

156. Platzer P, Schuster R, Aldrian S, et al. Management and outcome of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Trauma* 2010; 68: 1464.
157. Pressmar J, Macholz F, Merkert W, Gebhard F, Liener UC. Results and complications in the treatment of periprosthetic femur fractures with a locked plate system. *Unfallchirurg* 2010; 113(3): 195—202.
158. Raab GE, Davis CM. Early healing with locked condylar plating of periprosthetic fractures around the knee. *J Arthroplasty* 2005; 20: 984–9.
159. Rand JA. Supracondylar fracture of the femur associated with polyethylene wear after total knee arthroplasty. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1994; 76: 1389–1393.
160. Rayan F, Konan S, Haddad FS. A review of periprosthetic fractures around total knee arthroplasties. *Curr Orthop* 2008; 22: 52–61.
161. Rhee SJ, Cho JY, Choi YY, Sawaguchi T, Suh JT. Femoral Periprosthetic Fractures after Total Knee Arthroplasty: New Surgically Oriented Classification with a Review of Current Treatments. *Knee Surg Relat Res* 2018; 30(4): 284-292.
162. Rhinelander FW. Circulation in bone. In: Bourne GH, editor. 2nd ed., *The biochemistry and physiology of bone* 1972; 2: 1-77.
163. Ricci WM, Loftus T, Cox C, Borrelli J. Locked plates combined with minimally invasive insertion technique for the treatment of periprosthetic supracondylar femur fractures above a total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma* 2006; 20: 190–6.
164. Ries Z, Hansen K, Bottlang M, Madey S, Fitzpatrick D, Marsh JL. Healing results of periprosthetic distal femur fractures treated with far cortical locking technology: a preliminary retrospective study. *Iowa Orthop J* 2013; 33: 7–11.
165. Ries ZG, Marsh JL. Far cortical locking technology for fixation of periprosthetic distal femur fractures: a surgical technique. *J Knee Surg* 2013; 26: 15–8.
166. Ricci WM, Bellabarba C, Evanoff B, Herscovici D, DiPasquale T, Sanders R. Retrograde versus antegrade nailing of femoral shaft fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2001; 3: 161–169.
167. Rinecker H, Haibock H. Surgical treatment of peri-prosthetic fractures after total knee replacement. *Arch Orthop Unfallchir* 1977; 87(1): 23–9.
168. Ritter MA, Faris PM and Keating EM. Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1988; 3: 185–187.
169. Ritter MA, Thong AE, Keating EM, Faris PM, Meding JB, Berend ME, et al. The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of

- postoperative femoral fractures and on clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87-A:2411–4.
170. Rolston LR, Christ DJ, Halpern A, O'Connor PL, Ryan TG, Uggen WM. Treatment of supracondylar fractures of the femur proximal to a total knee arthroplasty, *J Bone Joint Surg Am* 1995; 6: 924-931.
 171. Roscoe, MW, Goodman SB, Schatzker J. Supracondylar fracture of the femur after GUERPAR total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1989; 241: 221-223.
 172. Roth A, Tomko U, Wagner A, Babisch J, Trč T. Periprotetické zlomeniny kolenného kĺbu - klasifikácia a liečba. *Ortopedie* 2011; 5: 40-45.
 173. Rorabeck CH, Taylor JW. Periprosthetic fractures of the femur complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 265–277.
 174. Rozkydal Z, Janík P, Janíček P, Kunovský R. Revizní náhrada kolena po aseptickém uvolnění. *Acta Chir ortop Traum čech* 2007; 74: 5-13.
 175. Rozbruch SR, Müller U, Gautier E, Ganz R. The evolution of femoral shaft plating technique, *Clin Orthop Relat Res* 1998; 354: 195-208.
 176. Ruchholtz S, El-Zayat B, Kreslo D, Bücking B, Lewan U, Krüger A, Zettl R. Less invasive polyaxial locking plate fixation in periprosthetic and peri-implant fractures of the femur—A prospective study of 41 patients *Injury, Int. J. Care Injured* 2013; 4: 239–248.
 177. Rüedi TP, Sommer C, Leutenegger A. (1998). New techniques in indirect reduction of long bone fractures, *Clin Orthop Relat Res* 1998; 347: 27-34.
 178. Safir O, Gross AE, Backstein D. A Classification Scheme for the Management of Periprosthetic Fractures of the Knee. *Semin Arthro.* 2008; 19:126-131.
 179. Salas C, Mercer D, DeCoster TA, Reda Taha MM. Experimental and probahilistic analysis of distal femoral periprosthetic fracture: a comparison of locking plate and intramedullary nail fixation. Part A: experimental investigation, *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2011; 2: 157-164.
 180. Sawada Y, Akagi M, Hamanishi C, Aasada S, Mori S, Maruo Y, Fukuda K. (2008) Perioperative changes in proprioception after total knee arthroplasty and identification of factors affecting it. *Rigakuryohokagaku.* 2008; 23(2): 279–283.
 181. Schandelmaier P, Partenheimer A, Koenemann B, Grün OA, Krettek C. Distal femoral fractures and LISS stabilization. *Injury* 2001; 32(Suppl 3): 55–63.
 182. Schmotzer H, Tehejyan GH, Dall DM. Surgical management of intra- and postoperative fractures of the femur about the tip of the stem in total hip arthroplasty.

- J Arthroplasty 1996; 11: 709–17.
183. Seeman E, Bianchi G, Adami S, et al. Osteoporosis in men—consensus is premature. *Calcif Tissue Int* 2004; 75: 120–122.
184. Shields E, Behrend C, Bair J, Cram P, Kates S. Mortality and financial burden of periprosthetic fractures of the femur. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 2014; 5:147–53.
185. Short WH, Hootnick DR and Murray DG. Ipsilateral supracondylar femur fractures following knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 158: 111–116.
186. Simon RG, Brinker MR. Use of Ilizarov external fixation for a periprosthetic supracondylar femur fracture. *J Arthroplasty* 1999; 14: 118–21.
187. Singh JA, Jensen M and Lewallen D. Predictors of periprosthetic fracture after total knee replacement: an analysis of 21,723 cases. *Acta Orthop* 2013; 84: 170–177.
188. Sisto DJ, Lachiewicz PF, Insall JN. Treatment of supracondylar fractures following prosthetic arthroplasty of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1985;196: 265–72.
189. Soenen M, Migaud H, Bonnomet F, Girard J, Mathevon H, Ehlinger M. Interprosthetic femoral fractures: analysis of 14 cases. Proposal for an additional grade in the Vancouver and SoFCOT classifications. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011; 97: 693–8.
190. Solarino G, Vicenti G, Moretti L, Abate A, Spinarelli A, Moretti B. Interprosthetic femoral fractures – a challenge of treatment. A systematic review of the literature. *Injury* 2014; 45: 362–8.
191. Springer BD, Sim FH, Hanssen AD, et al. The modular segmental kinematic rotating hinge for nonneoplastic limb salvage. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 421: 181.
192. Springfield DS. Massive autogenous bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 1987; 2: 249-56.
193. Stedtfeld HW, Mittlmeier T, Landgraf P, Ewert A. The logic and clinical applications of blocking screws. *Journal of Bone and Joint Surgery A* 2004; 2: 17–25.
194. Stoffel K, Lorenz KU, Kuster MS. Biomechanical Considerations in Plate Osteosynthesis: The Effect of Plate-to-one Compression with and Without Angular Screw Stability. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 362-368.
195. Streubel PN, Gardner MJ, Morshed S, Collinge CA, Gallacher B, Ricci WM. Are extreme distal periprosthetic supracondylar fractures of the femur too distal to fix using a lateral locked plate? *J Bone Joint Surg Br* 2010; 92B: 527–34.
196. Streubel PN, Ricci WM, Wong A, Gardner MJ. Mortality after distal femur fractures in elderly patients. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469: 1188–96.

197. Struhl S, Szporn MN, Cobelli NJ, et al. Cemented internal fixation for supracondylar femur fractures in osteoporotic patients. *J Orthop Trauma* 1990; 4: 151–157.
198. Su ET, De Wal H, Di Cesare PE. Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. *JAAOS* 2004; 12:12-20.
199. Su ET, Kubiak EN, DeWal H, Hiebert R, Di Cesare PE. A proposed classification of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 2006; 21: 405–8.
200. Swinkels A, Newman JH, Allain TJ. A prospective observational study of falling before and after knee replacement surgery. *Age Ageing* 2009; 38(2): 175–181.
201. Tamura J, Kawanabe K, Yamamuro T, et al. Bioactive bone cement: the effect of amounts of glass powder and histologic changes with time. *J Biomed Mater Res* 1995; 29: 551–559.
202. Tepic S, Remiger AR, Morikawa K, Predieri M, Perren SM. Strength recovery in fractured sheep tibia treated with a plate or an internal fixator: an experimental study with a two-year follow-up, *J Orthop Trauma* 1997; 1: 14-23.
203. Theander E, Jarnlo GB, Ornstein E, Karlsson M. Activities of daily living decrease similarly in hospital-treated patients with a hip fracture or a vertebral fracture: a one-year prospective study in 151 patients. *Scand J Public Health*. 2004; 32(5): 356–360.
204. Thielemann FW, Blersch E, Holz U. Plate osteosynthesis of femoral shaft fracture with reference to biological aspects, *Unfallchirurg* 1988; 9: 389-394.
205. Thompson SM, Lindisfarne EOA, Bradley N, Solan M. Periprosthetic supracondylar femoral fractures above a total knee replacement: compatibility guide for fixation with a retrograde intramedullary nail. *J Arthroplast* 2014; 29: 1639–41.
206. Tomáš T. Návrat ke sportovním aktivitám po ortopedických výkonech se zaměřením na kloubní náhrady. In *Pohybový aparát a zdraví - vybrané kapitoly ze sportovní medicíny*. 1. vyd. Brno: Paido, 2013: 31-58.
207. Tomáš T, Bartes A, Nachtnebl L. Distal femoral periprosthetic fracture – comparison between nail and plate osteosynthesis. *Chirurgia Kolana, Artroskopie, Traumatologia Sportowa*. 2008; 5: 17-25.
208. Tomáš T., Janíček P., Nachtnebl L., Emmer J. Dlahová osteosyntéza periprotetické zlomeniny při TEP kolenního kloubu. *Ortopedie*, Praha: Mladá fronta 2014; 2: 60-65.
209. Tomáš T., Janíček P., Nachtnebl L., Rapi J. Řešení periprotetické zlomeniny v oblasti kolenního kloubu revizní náhradou. *Ortopedie* 2014; 2: 67-72.
210. Tomáš T, Nachtnebl L, Otička P. Periprotetická zlomenina distálního femuru –

- klasifikace a terapie. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2010; 77(3): 194-202.
211. Valle Cruz JA, Urda AL, Serrano L, Rodriguez-Gonzalez FA, Otero J, Moro E, et al. Incidence of and risk factors for femoral fractures in the gap between hip and knee implants. *Int Orthop* 2015.
212. Vavřík P, Landor I, Tomaidēs J, Popelka S. Střednědobé výsledky u náhrad kolenního kloubu Medin Modular. *Acta Chir. ortop. Traum. čech.* 2009; 76: 30-34.
213. Vavřík P, Sosna A, Jahoda D, Pokorný D. Endoprotéza kolenního kloubu. 2005, Praha, Triton.
214. Wagner, M. General principles for the clinical use of the LCP, *Injury* 2003; 2: 31-42.
215. Wagner M, Frigg R. *Manual of Fracture Management, Internal Fixators, Concepts and Cases using LCP and LISS*, 2006, Thieme, New York, USA.
216. Wang JW, Wang CJ. Supracondylar fractures of the femur above total knee arthroplasties with cortical allograft struts. *J Arthroplasty.* 2002; 3: 365-72.
217. Wenzl H, Casey PA, Hérbert P, Bellin J. Die operative Behandlung der distalen Femurfraktur. *AO Bulletin*, 1970, Chur AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen.
218. Yasumura S, Haga H, Nagai H, Suzuki T, Amano H, Shibata H. Rate of falls and the correlates among elderly people living in an urban community in Japan. *Age Ageing.* 2011; 23(4):323–327.
219. Zalzal P, Backstein D, Gross AE, Papini M. Notching of the anterior femoral cortex during total knee arthroplasty characteristics that increase local stresses. *J Arthroplasty* 2006; 21: 737–43.
220. Zlowodzki M, Williamson S, Cole PA, Zardiackas LD, Kregor PJ. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system, angled blade plate, and retrograde intramedullary nail for the internal fixation of distal femur fractures, *J Orthop Trauma* 2004; 8: 494-502.

Články autora k uvedenému tématu

Tomáš T. Návrat ke sportovním aktivitám po ortopedických výkonech se zaměřením na kloubní náhrady. In Pohybový aparát a zdraví - vybrané kapitoly ze sportovní medicíny. 1. vyd. Brno: Paido, 2013: 31-58.

Tomáš T, Bartes A, Nachtnebl L. Distal femoral periprosthetic fracture – comparison between nail and plate osteosynthesis. Chirurgia Kolana, Artroskopie, Traumatologia Sportowa 2008; 5: 17-25.

Tomáš T., Janíček P., Nachtnebl L., Emmer J. Dlahová osteosyntéza periprotetické zlomeniny při TEP kolenního kloubu. Ortopedie, Praha: Mladá fronta 2014; 2: 60-65.

Tomáš T., Janíček P., Nachtnebl L., Rapi J. Řešení periprotetické zlomeniny v oblasti kolenního kloubu revizní náhradou. Ortopedie 2014; 2: 67-72.

Tomáš T, Nachtnebl L, Otička P. Periprotetická zlomenina distálního femuru - klasifikace a terapie. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 2010; 3: 194-202.

Tomáš T, Nachtnebl L, Rapi J, Emmer J. Řešení těžkých osových deformit při totální endoprotéze kolenního kloubu. Ortopedie 2017; 2: 167-174.