

Poruchy hojení po operační léčbě zlomenin stehenní kosti

Impaired Healing after Surgery for Femoral Fractures

ŠMEJKAL K.^{1,2}, LOCHMAN P.^{1,2}, TRLICA J.², NOVOTNÝ P.², ŠIMEK J.^{1,2}, DĚDEK T.²

¹ Katedra válečné chirurgie, Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany, Hradec Králové

² Chirurgická klinika LF UK a Fakultní nemocnice, Hradec Králové

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The aim of the study was to analyse causes of impaired bone healing in femoral fractures and to present options of their management.

MATERIAL AND METHODS

This is a retrospective study of the data on complications prospectively collected between 2008 and 2013. The patients admitted for primary treatment at the Trauma Centre of the Faculty of Medicine in Hradec Kralove from January 2008 to December 2013 included 1186 patients with injury severity scores (ISS) > 15 and 1340 patients with new injury severity scores (NISS) > 15, all older than 16 years. With the exception of two patients, the primary treatment involved the application of an external fixator as part of damage control surgery. Definitive surgery, regardless of the site of fracture, was performed using unreamed femoral nails (UFN) in 51, distal femoral nails (DFN) in 33, plates in 26, long proximal femoral nail anti-rotation (PFNA-long) in 14 and nails combined with dynamic hip screw (DHS) plates in five fractures. The analysis revealed both mechanical and biological causes of poor bone healing.

RESULTS

Of the 124 patients whose multiple injuries included a fracture of the femur, 11 died within 24 hours in spite of intensive resuscitation. In the remaining 113 patients there were 16 bilateral fractures, 20 fractures of the proximal femur (extra-articular), 72 diaphyseal femur fractures and 26 distal femur fractures. Nine patients sustained segmental femoral shaft fractures. Ten diaphyseal and 14 distal femur injuries were open fractures (13.5% and 54%, respectively). Pseudarthrosis developed in a total of 12 fractures (9.3%); six (7.2%) were diaphyseal fractures, of which three were initially open fractures, and six (21.4%) were distal femur fractures with two initially open injuries. All proximal femur fractures healed completely.

DISCUSSION

The frequency of non-union femoral diaphyseal fractures in our patients treated by unreamed intra-medullary nailing is in agreement with the literature data. The frequency of non-union distal femur fractures in our group was slightly higher than is published in the literature. This can be accounted for by the characteristics of our group consisting of patients with multiple severe injuries in whom fractures are due to high-energy trauma; the overall severity of injuries negatively affects the biological potential of a human organism for bone healing.

CONCLUSIONS

A successful outcome of femoral fracture repair is based on an understanding of the biomechanical principle, i.e., correct fracture reduction and stable osteosynthesis fitting the morphology of the fracture. Comminuted femoral fractures heal well with the use of a narrow long nail whose working length allows for even distribution of movement at a fracture line amongst the fragments and thus fracture motion load does not exceed 20%. On the other hand, short oblique and transverse fractures are examples of problematic fractures which require maximum possible stability provided by a thick nail with a short working length; this is achieved by reaming the medullary cavity or adding lag screws. In our group of patients these fractures were also the most problematic ones. Generally, nailing remains the golden standard in the management of femoral fractures.

Key words: multiple trauma, femoral fracture, surgical treatment, impaired healing

ÚVOD

Zlomeniny stehenní kosti jsou nejčastěji výsledkem vysokoenergetického mechanismu zranění. Jejich primární ošetření, definitivní řešení a řešení poruch hojení jsou stále námětem k diskusi. Poruchy hojení stehenní kosti jsou socioekonomickým problémem, neboť obzvláště u mladých lidí hraje významnou roli jejich návrat do práce a k běžným aktivitám. Existuje řada faktorů, které mají prokazatelný vliv na kostní hojení, jako jsou kouření, medikace nesteroidními antiflogistiky, komorbidit (diabetes apod.) a řada dalších. V naší práci rekapitulujeme úspěšnost operační léčby zlomenin stehenní kosti a možnosti řešení poruch hojení.

MATERIÁL A METODIKA

Jedná se o retrospektivní studii prospektivně sbíraných dat o komplikacích z let 2008 až 2013. Zaměřili jsme se na skupinu sdruženě poraněných pacientů s ISS >15, respektive NISS >15, kteří zároveň utrpěli zlomeninu stehenní kosti. Sledovali jsme výskyt poruch hojení a jejich řešení.

V období 1/2008 až 12/2013 jsme ošetřili celkem 1186 pacientů s ISS >15, respektive 1340 pacientů s NISS >15, kteří byli primárně transportováni do Traumatocentra Fakultní nemocnice Hradec Králové a byli starší 16 let. Muži byli zastoupeni většinou, a to v 78 %. Jejich průměrný věk byl 40 let.

Kromě dvou byli všichni pacienti ošetřeni primárně naložením zevního fixátoru v rámci damage control surgery (DCS). K definitivnímu ošetření, bez ohledu na lokalizaci zlomeniny, jsme nejčastěji použili hřeb UFN 51x, dále hřeb DFN 33x, dlahu 26x, hřeb PFNA long 14x a v pěti případech kombinaci hřebu a dlahy DHS. Při analýze jednotlivých případů lze vysledovat jak mechanické, tak biologické příčiny poruchy hojení.

VÝSLEDKY

Z tohoto souboru utrpělo 124 pacientů (9,2 %) zlomeninu stehenní kosti. Jedenáct pacientů i přes intenzivní resuscitační péči zemřelo v prvních 24 hodinách. Ze zbylých 113 pacientů se jednalo u 16 o bilaterální zlomeninu. Ve 20 případech se jednalo o zlomeninu proximální části stehenní kosti (extraartikulární), 74 zlomenin bylo v oblasti diafýzy femuru a 26 zlomenin distální části femuru. Devětkrát se jednalo o zlomeninu etážovou. V oblasti diafýzy bylo 10 zlomenin otevřených (13,5 %). V oblasti distální části stehenní kosti bylo otevřených zlomenin 14 (54 %). Rozdělení zlomenin diafýzy a distální části stehenní kosti podle AO klasifikace ukazuje tabulka 1.

Ke vzniku pakloubu došlo celkem u 12 zlomenin (9,3 %). Zlomeniny proximálního femuru se zhojily vždy. U zlomenin v oblasti diafýzy vznikl pakloub 6x (7,2 %), z toho ve třech případech se jednalo o původně otevřenou zlomeninu. U zlomenin distální části došlo ke vzniku pakloubu také 6x (21,4 %), z toho pouze ve dvou případech se jednalo původně o otevřenou zlomeninu.

Tab. 1. Rozdělení zlomenin diafýzy a distální části stehenní kosti podle AO klasifikace

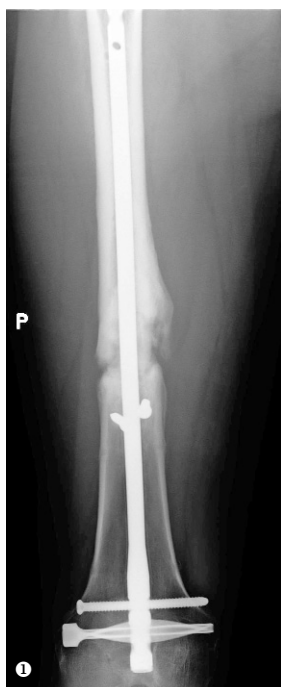
AO	Počet	Otevřené zlomeniny
32 A	34	4
32 B	20	2
32 C	20	4
33 A	14	8
33 B	1	0
33 C	11	6

Tab. 2. Způsoby ošetření pakloubu po zlomeninách diafýzy femuru

AO	Měkké tkáně	Implantát	Reoperace	Výsledek
32 C 2	Z	DFN (9 mm)	1x	+ DCP 3,5 + SPL
32 B 2	O I	DFN (9 mm)	1x	+ DCP 3,5 + SPL
32 A 3	O II	DFN (9 mm)	2x	ORIF 4,5 + SPL
32 A 3	Z	UFN (10 mm)	3x	ORIF 4,5 + SPL
32 A 3	Z	UFN (10 mm)	1x	univerzální hřeb
32 A 2	O II	UFN (10 mm)	1x	DFN (12 mm)

Zlomeniny diafýzy stehenní kosti (tab. 2), u nichž došlo ke vzniku pakloubu, byly primárně ošetřeny 3x hřebem UFN a 3x hřebem DFN. Rozměry hřebů se pohybovaly mezi 9 a 10 mm a vždy se jednalo o nepředvrtané hřebování. V celkovém souboru operovaných zlomenin diafýzy stehenní kosti bylo pouze 13,5 % zlomenin otevřených. Zlomeniny otevřené a zavřené v podskupině nezhojených byly zastoupeny rovnoměrně 1:1. Podle AO klasifikace se jednalo zejména o zlomeniny typu A – 4x, zlomeniny typu B i C byly zastoupeny vždy jednou. Otevřené zlomeniny typu A byly v našem souboru tedy predisponujícím faktorem poruchy hojení. Jednalo se 5x o pakloub atrofický či oligotrofický a jednou o pakloub hypertrofický. Řešením, které vedlo ke konečnému zhojení, bylo 2x přehřebování za silnější hřeb po předvrtání dřeňové dutiny, 2x přidání augmentační dlahy 3,5 mm spolu s dekortikací a spongioplastikou s ponecháním hřebu in situ a dvakrát konverze na dlahovou osteosyntézu 4,5 mm s kompresí lomné linie a spongioplastikou (obr. 1–5). Dynamizace hřebů jsme prováděli nepravidelně, vždy ambulantně, a nejsou v tomto přehledu zahrnuty do skupiny reoperací nutných ke zhojení zlomeniny. Ve čtyřech případech jsme reoperovali pouze jedenkrát. Ve dvou případech byly nutné dvě, respektive tři reoperace. Jednalo se jedenkrát o pokus o přehřebování po předvrtání dřeňové dutiny, který však nevedl ke zhojení, a byla nutná konverze na ORIF 4,5 mm dlahou principem absolutní stability, jedenkrát o posílení stávající nitrodřeňové osteosyntézy 3,5 mm augmentační dlahou ze zevní strany včetně dekortikace a spongioplastiky, kde došlo časem k selhání této dlahy a byla rovněž nutná konverze na ORIF s principem absolutní stability.

Zlomeniny distálního femuru (tab. 3), u kterých vznikl pakloub, byly primárně ošetřeny 3x dlahovou osteosyntézou úhlově stabilním implantátem (dále LCP) a 3x hřebem DFN. Pouze v jednom případě bylo hřebování předvrtané. Zlomeniny otevřené a zavřené byly zastoupeny v poměru 1:2. Podle AO klasifikace se jednalo o zlomeniny typu A3 – 3x a C2 – 3x. Tříštivá zóna v distální me-



Obr. 1. Nezhojení po osteosyntéze zlomeniny distální třetiny diafýzy femuru typu B hřebem DFN včetně vymezovacích šroubů.

Obr. 2. Zhojená zlomenina po augmentaci hřebu DFN dlahou LC DCP 3,5 mm a spongioplastice s dekortikací podle Judeta.

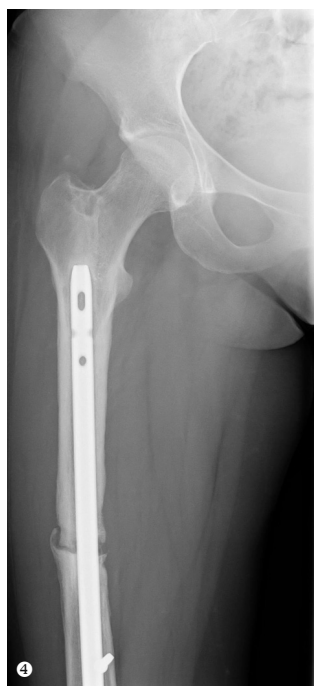


Tab. 3. Způsoby ošetření pakloubu po zlomeninách distálního femuru

AO	Měkké tkáně	Implantát	Reoperace	Výsledek
33 C2	O III	VA LCP 4,5	1x	úprava OS + SPL
33 A3	O III	LCP 4,5	2x	úprava OS + SPL
33 C2	Z	LCP 4,5	2x	mediální opora
33 C2	Z	DFN (12 mm)	1x	ORIF 4,5 + SPL
33 A3	Z	DFN předvrt.	1x	ORIF 4,5 + SPL
33 A3	Z	DFN (12mm)	1x	ORIF 4,5 + SPL

Zkratky:

- DCP – dynamic compression plate,
DFN – distal femoral nail,
LCP – locking compression plate,
ORIF – open reposition and internal fixation,
OS – osteosyntéza,
SPL – spongioplastika,
UFN – universal femoral nail



Obr. 3. Nezhojení po osteosyntéze zlomeniny diafýzy femuru nepředvrtaným hřebem UFN 10 mm.

Obr. 4. Přetrvávající nezhojení po reosteosyntéze, respektive po předvrtání dřevěné dutiny a výměně hřebu UFN 10 mm za silnější hřeb DFN 12 mm.

Obr. 5. Zhojená zlomenina po konverzi původně nitrodřeňové osteosyntézy na dlahovou osteosyntézu konvenční dlahou 4,5 mm s kompresí lomné linie.

tafýze byla predisponujícím faktorem poruchy hojení. Řešením, které vedlo ke konečnému zhojení, byla 3x konverze hřebu na dlahovou osteosyntézu 4,5 mm s kompresí lomné linie a spongioplastikou, 2x posílení stability – zkrácením pracovní vzdálenosti na stávající dlahu a spongioplastika a jednou přidáním další dlahy 3,5 mm z mediální strany spolu s trikortikálním kostním štěpem ke stávající dlahu na zevní straně (obr. 6, 7). Obvykle tedy tříštivá zóna v metafýze časem vyžrála v jednoduchou linii pakloubu, kterou jsme řešili principem absolutní stability. Ve čtyřech případech jsme reoperovali jedenkrát. Ve dvou případech byly nutné dvě reoperace. Jednalo se vždy o snahu primárně posílit stabilitu (zkrácení pracovní

vzdálenosti) na stávající dlahu včetně spongioplastiky, což bylo nutné v jednom případě opakovat dvakrát a v jednom případě jsme v dalším kroku přidali ke stávající laterální dlahu ještě dlahu z mediální strany.

DISKUSE

Četnost výskytu nezhojení diafýzy stehenní kosti v našem souboru, kde jsme používali hřebování bez předvrtání dřevěné dutiny, odpovídá výsledkům uváděným také v literatuře. Například Hersovicí udává ve své práci z roku 2000 7 % pakloubů v souboru 125 pacientů operovaných nepředvrtaným hřebováním (6).

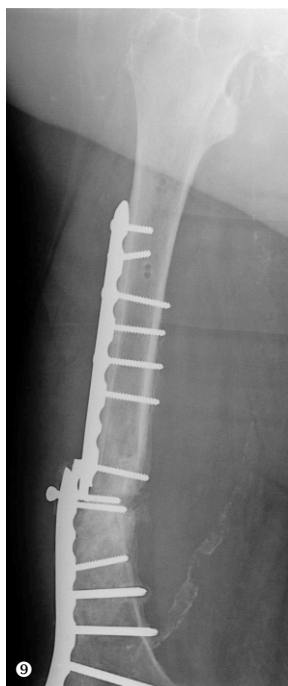


Obr. 6. Nehojící se zlomenina distálního femuru typu C2 po osteosyntéze LCP dlahou.

Obr. 7. Zhojená zlomenina po přidání 3,5mm dlahy z mediální strany a trikortikálního štěpu



kteří nastartuje hojení, což má význam zejména u zlomenin se zachovalým periostálním rukávem. Další výhodou předvrtání je uvolnění partikulí kostní dřevě, které slouží jako autospongioplastika. Po předvrtání lze také použít silnější, a tedy stabilnější hřeb. Předvrtání dřevě dutiny nevede signifikantně k navýšení kompartment syndromu, plicní embolizaci či infekčním komplikacím. Naopak významně redukuje vznik pakloubu, a to 4,5x (1, 3)! Při řešení nehojící se zlomeniny v diafýze, která byla primárně ošetřena nitrodřeňovým hřebem, je metodou volby předvrtání dřevě dutiny a výměna stávajícího hřebu za silnější, často i s posílením stability užitím vymezovacích šroubů, kterými v podstatě zkrátíme pracovní vzdálenost (2). Druhou variantou, zejména v nonisthmické části kosti, je augmentace stávajícího



Obr. 8. Stav po osteosyntéze osteoporotické zlomeniny distální třetiny diafýzy femuru typu A1 dlahou LCP se snahou o absolutní stabilitou včetně tažných šroubů.

Obr. 9. Pakloub a selhání dlahové osteosyntézy s odstupem 12 měsíců od primární operace.

Obr. 10. Zhojený pakloub distálního femuru po resekci obou konců a vzájemné impresi obou fragmentů a dlahové osteosyntéze s axiální kompresí a spongioplastikou i za cenu mírného zkratu končetiny.

Buckley randomizoval předvrtané a nepředvrtané hřebování při léčbě zlomeniny stehenní kosti na souboru 107, respektive 121 pacientů, s výsledkem 1,7 %, respektive 7,5 % pakloubů (1). Nepředvrtané hřebování se začalo více používat po zjištění možné systémové zánětlivé reakce organismu jako odpovědi na předvrtání dřevě dutiny, které vede k uvolnění tukových mikroembolů zejména do plicního řečiště a aktivaci koagulační kaskády.

Nevýhodou předvrtávání je jistě delší operační čas, větší krevní ztráty a poškození endostu, které je ale, jak se ukazuje, reverzibilní a jde ruku v ruce s recipročním zvýšením prokrvení periostu a okolních měkkých tkání,

hřebu přídatnou dlahou 3,5 mm, která dostatečně zvyšuje zejména rotační stabilitu, a spongioplastika po dekortikaci podle Judeta (10).

V oblasti distální části stehenní kosti Zlowodski ve svém přehledu konstatuje, že není signifikantní rozdíl v hojení mezi dlahovou a nitrodřeňovou osteosyntézou – 85 % versus 90 % (12). Při sledování komplikací ve smyslu hluboké infekce, času do zhojení zlomeniny a funkčního výsledku vykazuje hřebování lepší výsledky, avšak opět se nejedná o statisticky významný rozdíl. Délka operace, krevní ztráty a délka hospitalizace byly kratší u nitrodřeňového hřebování. Hřebování bylo ale také použito u zlomenin méně závažných! Zatímco dla-

hovou osteosyntézu lze použít u jakéhokoliv typu zlomeniny podle AO, hřebování lze použít u všech typů A a typu C1 a C2, a to jen v případech dostatečně velkého distálního fragmentu (9). Práce Hendersona poukazuje na tvorbu většího a pravidelnějšího svalku, který se tvoří dříve u zlomenin distálního femuru ošetřených nitrodřeňovým hřebem než u zlomenin ošetřených LCP dlahou (4, 5). Při použití dlahy v proximální či distální části stehenní kosti je třeba správně vyhodnotit požadovaný princip stability, který povede u dané zlomeniny ke zhojení (absolutní x relativní). V oblasti distální části stehenní kosti je při zdánlivě jednoduché lomné linii častou chybou snaha o absolutní stabilitu v terénu osteoporózy u starších pacientů (obr. 8–10). Obdobně u mladých pacientů po miniinvasivní osteosyntéze, kde je repozice zlomeniny prováděna pod skiaskopickou kontrolou, jsou tažné šrouby někdy zavedeny přes ne zcela anatomicky zreponovanou lomnou linii. Snaha o absolutní stabilitu tak spíše brání tvorbě svalku.

Úhlově stabilní dlahy, která je uložena na tahové straně kosti, může být příliš rigidní pro tvorbu svalku na laterální straně a naopak dovoluje příliš pohybu na straně protilehlé. Je velice obtížné na LCP dlahu nastavit správnou pracovní vzdálenost, která nebude ani příliš rigidní pro tvorbu svalku, ani příliš elastická. Hřeb, který je zaveden v ose kosti, dokáže rozložit síly více symetricky. Poslední biomechanické analýzy ukazují na vyšší životnost a ohybovou stabilitu takových nitrodřeňových hřebů, které umožňují uzamčení některých svých zajišťovacích prvků (šrouby, spirála) oproti úhlově stabilním dlahám (11). Četnost výskytu nezhojení distální části stehenní kosti je v našem souboru o něco vyšší než výsledky uváděné v literatuře. Hierholzer v práci z roku 2011 na souboru 115 pacientů našel 7 % paklobů u zlomenin operovaných hřebem a 10 % paklobů u zlomenin operovaných dlahou (7). Hoffmann v práci z roku 2013 našel v souboru 111 pacientů 18 % paklobů u zlomenin operovaných dlahovou osteosyntézou (8). Je třeba zohlednit charakteristiku našeho souboru, který tvoří pacienti závažně sduroženě poranění, kde jsou zlomeniny vždy výsledkem vysokoenergetického poranění a také závažnost jejich celkového stavu negativně ovlivňuje biologickou schopnost organismu ke kostnímu hojení.

ZÁVĚR

Podstatou úspěšného ošetření zlomeniny stehenní kosti je pochopení biomechanického principu, tedy potřebné repozice a stability osteosyntézy, která odpovídá morfologii dané zlomeniny. Tříštivé zlomeniny femuru se poměrně úspěšně hojí i na úzkém hřebu s dlouhou pracovní vzdáleností, kde je pohyb na lomné linii rozložen mezi řadu jednotlivých fragmentů a pohybové zatížení tak nepřesáhne 20 %. Naproti tomu krátce šikmé a příčné zlomeniny jsou typickým příkladem problematických zlomenin, které vyžadují maximum možné stability silným hřebem s krátkou pracovní vzdáleností, které dosáhneme předvrtáním dřeňové dutiny, nebo přidáním vymezovacích šroubů. Stejně tak v našem souboru byly nejvíce problematické právě příčné a krátce šikmé zlomeniny. Hřeb zůstává obecně stále zlatým standardem při řešení zlomenin stehenní kosti.

Při řešení nehojící se zlomeniny v diafýze, která byla primárně ošetřena nitrodřeňovým hřebem, je metodou volby předvrtání dřeňové dutiny a výměna stávajícího hřebu za silnější, často i s posílením stability užitím vymezovacích šroubů. Druhou variantou, zejména v non-isthmické části kosti, je augmentace stávajícího hřebu přídatnou dlahou. Obzvláště tam, kde původně tříštivá zlomenina rezultovala v nezhojenou jednoduchou lomnou linii, se osvědčila konverze nitrodřeňové osteosyntézy na otevřenou repozici a dlahovou osteosyntézu s kompresí lomné linie a spongioplastikou, tedy změna principu relativní stability na absolutní, která zabrání resorpci vložené spongiózní kosti.

Obzvláště u tříštivých zlomenin distální třetiny mohou být poruchy hojení způsobeny nestabilitou na mediální straně při dlahy uložené laterálně. Snaha zabránit resorpci spongioplastiky posílením stability stávající dlahy přidáním šroubů, a tím zkrácením pracovní vzdálenosti, není vždy úspěšná. V těchto případech se jeví jako vhodná intervence právě na mediální straně s přidáním 3,5mm dlahy a trikortikálního kostního štěpu. Další možností řešení nehojící se zlomeniny je zejména u starších pacientů zkrácení konců obou fragmentů, které zvýší jejich kontaktní plochu, a dále jejich axiální komprese, kdy jsou fragmenty do sebe navzájem imprimovány, a to i za cenu zkratu končetiny.

Literatura

1. Canadian Orthopaedic Trauma Society: Nonunion following intramedullary nailing of the femur with and without roaming. Results of a multicenter randomized clinical trial. *J. Bone Jt Surg.*, 85-A: 2093–2096, 2003.
2. EBRAHEIM, N. A., MARTIN, A., SOCHACKI, K. R., LIU, J.: Nonunion of distal femoral fractures: a systematic review. *Orthop. Surg.*, 5: 46–50, 2013.
3. GÄNSSLEN, A., GÖSLING, T., HILDEBRAND, F., PAPE, H. C., OESTERN, H. J.: Femoral Shaft Fractures in Adults: Treatment Options and Controversies. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 81: 108–117, 2014.
4. HENDERSON, C. E., KUHL, L. L., FITZPATRICK, D. C., MARSH, J. L.: Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? *J. Orthop. Trauma*, 25: S8–14, 2011.
5. HENDERSON, C. E., LUJAN, T., BOTTLANG, M., FITZPATRICK, D. C., MADEY, S. M., MARSH, J. L.: Stabilization of distal femur fractures with intramedullary nails and locking plates: differences in callus formation. *Iowa Orthop. J.*, 30: 61–68, 2010.
6. HERSOVICI, D., RICCI, W. M., McANDREWS, P., Di PASQUALE, T., SANDERS, R.: Treatment of femoral shaft fractures using unreamed interlocked nails. *J. Orthop. Trauma*, 14: 10–14, 2000.
7. HIERHOLZER, C., VON RÜDEN, C., PÖTZEL, T., WOLTMANN, A., BÜHREN, V.: Outcome analysis of retrograde nailing and less invasive stabilization system in distal femoral fractures: A retrospective analysis. *Indian J. Orthop.*, 45: 243–250, 2011.
8. HOFFMANN, M. F., JONES, C. B., SIETSAMA, D. L., TORNETTA, P. 3rd, KOENIG, S. J.: Clinical outcomes of locked plating of distal femoral fractures in a retrospective cohort. *J. Orthop. Surg. Res.*, 8: 43, 2013.
9. LINK, B. C., BABST, R.: Current concepts in fractures of the distal femur. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 79: 11–20, 2012.
10. PARK, J., KIM, S. G., YOON, H. K., YANG, K. H.: The treatment of nonisthmal femoral shaft nonunion with im nail exchange versus augmentation plating. *J. Orthop. Trauma*, 24: 89–94, 2010.
11. PECKMEZI, 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.*, 96-B: 114–121, 2014.
12. ZLOWODSKI, M., BHANDARI, M., MAREK, D. J., COLE, P. A., GREGOR, P. J.: Operative treatment of acute distal femur fractures: sytematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989–2005). *J. Orthop. Trauma*, 20: 366–371, 2006.

Korespondující autor:

MUDr. Karel Šmejkal, Ph.D.
Prokopa Holého 235
500 02 Hradec Králové
E-mail: k.smejkal@centrum.cz