

# Trochanterické zlomeniny femuru

## Trochanteric Femoral Fractures

P. DOUŠA<sup>1</sup>, O. ČECH<sup>1</sup>, M. WEISSINGER<sup>2</sup>, V. DŽUPA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ortopedicko-traumatologická klinika 3. LF UK a FNKV Praha

<sup>2</sup> Orthopädische Abteilung, Krankenhaus Zwettl, Rakousko

### SUMMARY

At the present time proximal femoral fractures account for 30% of all fractures referred to hospitals for treatment. Our population is ageing, the proportion of patients with post-menopausal or senile osteoporosis is increasing and therefore the number of proximal femoral fractures requiring urgent treatment is growing too. In the age category of 50 years and older, the incidence of these fractures has increased exponentially.

Our department serves as a trauma centre for half of Prague and part of the Central Bohemia Region with a population of 1 150 000. Prague in particular has a high number of elderly citizens. Our experience is based on extensive clinical data obtained from the Register of Proximal Femoral Fractures established in 1997. During 14 years, 4280 patients, 3112 women and 1168 men, were admitted to our department for treatment of proximal femoral fractures. All patients were followed up until healing or development of complications. In the group under study, 82% were patients older than 70 years; 72% of those requiring surgery were in their seventies and eighties. Men were significantly younger than women ( $p < 0.001$ ) and represented 30% of the group. The fractures were 2.3-times more frequent in women than in men. In the category under 60 years, men significantly outnumbered women ( $p < 0.001$ ). The patients with pertrochanteric fractures were, on the average, eight years older than the patients with intertrochanteric fractures, which is a significant difference ( $p < 0.001$ ). The mortality rate within a year of injury was about 30%.

Trochanteric fractures accounted for 54.7% and femoral neck fractures for 45.3% of all fractures. The inter-annual increase was 5.9%, with more trochanteric than femoral neck fractures. There was a non-significant decrease in intertrochanteric (AO 31-A3) fractures. On the other hand, the number of pertrochanteric (AO 31-A1+2) fractures increased significantly ( $p < 0.001$ ). A total of 1 394 fractures were treated with a proximal femoral nail; a short nail was used in 1260 and a long nail in 134 of them. A dynamic hip screw (DHS) was employed to treat 947 fractures.

Distinguishing between pertrochanteric (21-A1, 31-A2) and intertrochanteric (31-A3) fractures is considered an important approach because of their different behaviour at reduction. Pertrochanteric fractures occurred more frequently (81.5%); the patients' age was higher (80 years on the average) and women outnumbered men at a ratio of 3:1. Intertrochanteric fractures were found in significantly younger patients (average, 72 years), with a women-to-men ratio of 1.3:1. Stable pertrochanteric fractures (31-A1) were preferably indicated for DHS surgery. Unstable pertrochanteric (31-A2) and intertrochanteric (31-A3) fractures were treated with a nail. The patients underwent surgery on the day of injury or the next day. In the case of contraindications to an urgent intervention, surgery was performed after the patient's medical condition had stabilised.

The number of complications was largely related to technical errors, such as insufficient reduction or an incorrectly inserted implant. Intertrochanteric fractures were associated with a higher occurrence of complications. No implant can compensate for errors due to surgery.

Serious complications can be reduced by the correct assessment of fracture type, the use of an appropriate operative technique and early treatment of potential complications. The necessity of restoring continuity in the medial cortex of the femoral neck (Adams' arch) is the requirement that should be observed. Pseudoarthrosis or varus malalignment in a healed hip should be managed by valgus osteotomy. When the femoral head or the acetabulum is damaged, total hip arthroplasty is indicated.

A prerequisite for successful surgical outcome is urgently and correctly performed osteosynthesis allowing for early rehabilitation and mobilisation of the patient.

**Key words:** pertrochanteric fracture, intertrochanteric fracture, dynamic hip screw, proximal femoral nail.

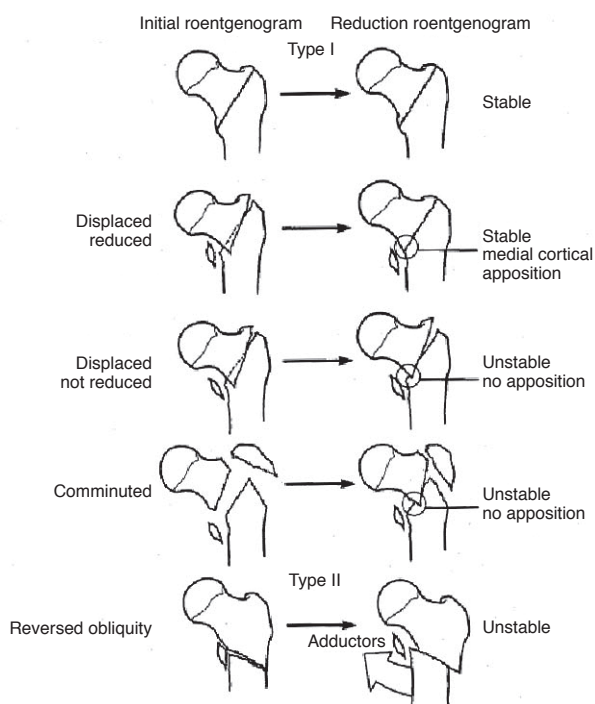
### ÚVOD

V současné době představují zlomeniny horního konce femuru 30 % všech zlomenin přijatých k hospitalizaci. Zvyšující se počty těchto zlomenin souvisí s prodlužující se délkou života a tím vzrůstajícím počtem nemocných s postmenopauzální a senilní osteoporózou. Ve skupině pacientů starších 50 let incidence narůstá dokonce exponenciálně (45).

Více než polovinu zlomenin proximálního femuru tvoří zlomeniny trochanterického masivu. V posledních 80 letech se postupně měnil pohled na tyto zlomeniny. Způsob léčby trochanterických zlomenin závisí na biologickém věku pacienta a kvalitě kosti, celkovém a lo-

kálním nálezu, ale především na typu zlomeniny. Správný výběr implantátu a korektní provedení osteosyntézy ovlivňuje prognózu nemocného a snižuje riziko komplikací. S tím souvisel vývoj klasifikací a rozvoj stabilní osteosyntézy s cílem umožnit časnou mobilizaci pacienta (10, 16, 17, 18, 27, 28, 40, 43).

Naše zkušenosti jsou podloženy dlouhodobým zájmem o uváděnou problematiku a rozsáhlým klinickým materiálem, který vychází z registru zlomenin proximálního femuru založeného v roce 1997. Od tohoto roku jsme operovali bezmála 2500 trochanterických zlomenin.

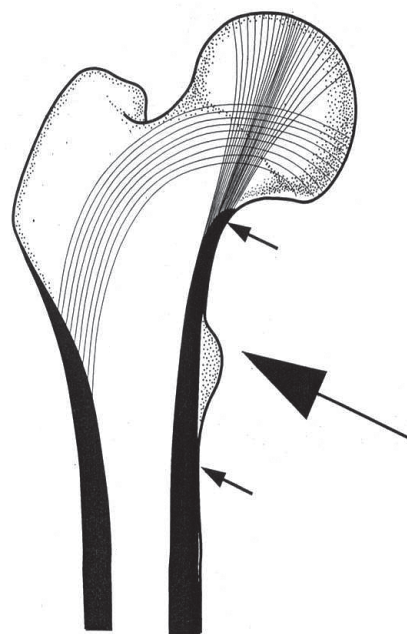


Obr. 1. Evansova klasifikace (1949) podle orientace průběhu lomné linie:

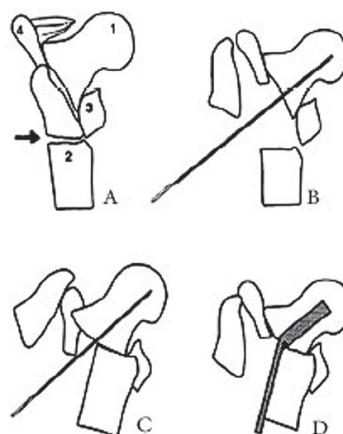
Typ I: Lomná linie jde zevně a proximálně od malého trochanteru a má 4 podtypy:

- 2fragmentová nedislokovaná zlomenina; vnitřní kortikalis není porušena, zlomenina je nedislokovaná a zhojí se v anatomickém postavení;
- 2fragmentová dislokovaná zlomenina; jednoduché překrytí vnitřní kortikalis dané dislokací zlomeniny lze reponovat do správného postavení a zlomenina se stane stabilní;
- 3fragmentová zlomenina bez posterolaterální opory při vy-lomení zadní hrany a dislokaci fragmentu velkého trochanteru.
- 3fragmentová zlomenina bez mediální opory při odlomení malého trochanteru a fragmentu Adamsova oblouku;
- 4fragmentová zlomenina bez posterolaterální a mediální opory, tříštivá zóna zasahuje jak zadní hranu, tak Adamsův oblouk.

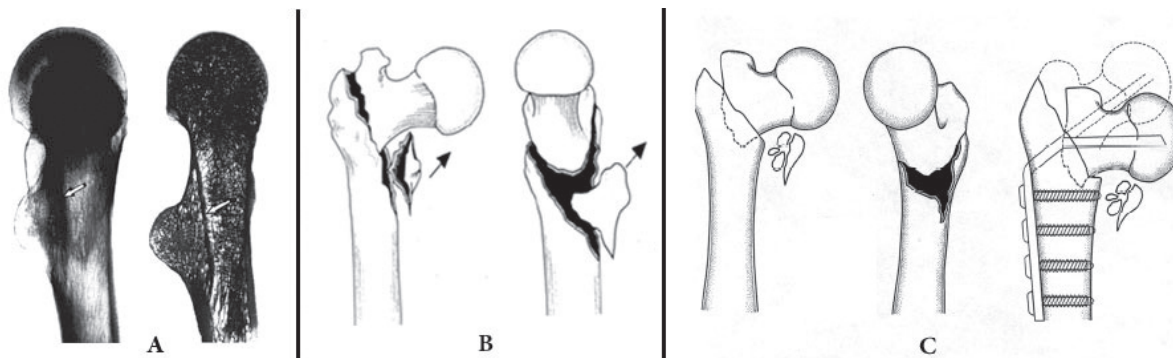
Typ II: Reverzní šikmá zlomenina; linie lomu probíhá reverzně oproti zlomenině typu I, jde tedy o zlomeninu intertrochanterickou. Zlomenina má tendenci k mediální dislokaci diafýzárního fragmentu díky tahu adduktorů.



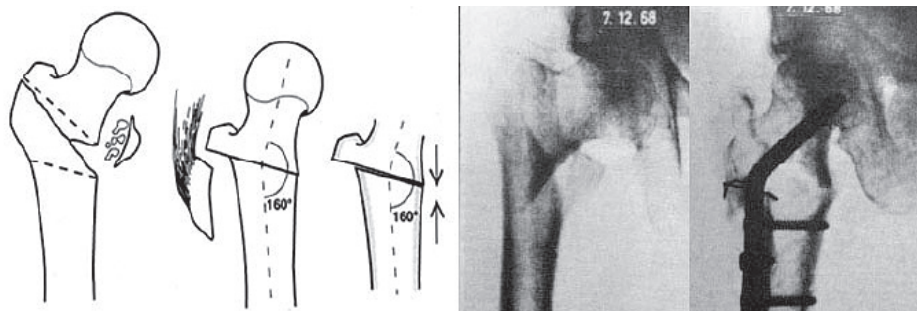
Obr. 2. Adamsův oblouk – hlavní nosník horního konce femuru přecházející nosnými trajektoriemi do hlavice stehenní kosti.



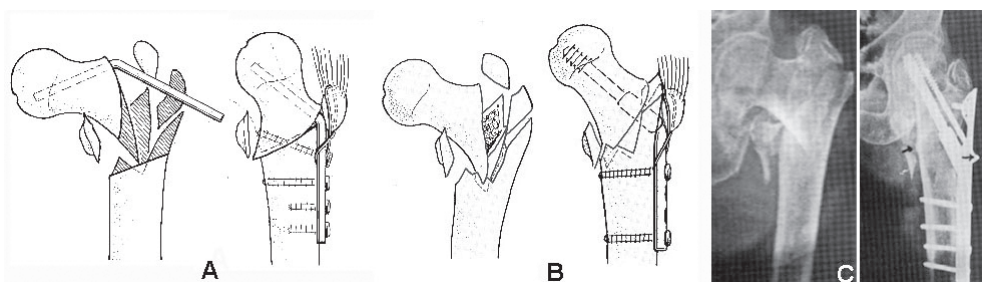
Obr. 3. Podsvnovná osteotomie podle Dimona a Hughstona z roku 1967 zlepšovala biomechanické předpoklady hojení. A – hlavice s krčkem (1), diafýzy (2), malý trochanter s částí Adamsova oblouku (3), velký trochanter (4), B-D – fixace pomocí Jewettova hřebu.



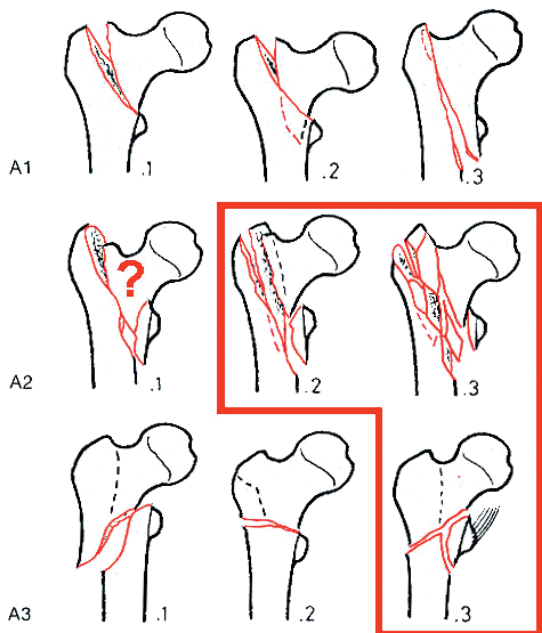
Obr. 4. Hlavní příčinou nestability trochanterických zlomenin je ztráta mediální opory v oblasti Adamsova oblouku. Při nepoškozeném nebo rekonstruovatelném calcar femorale (A, označeno šipkou) je nosnost Adamsova oblouku zachována. Při odlomení malého trochanteru s velkým fragmentem Adamsova oblouku vede k nestabilitě s varózní dislokací proximálního fragmentu (B). Následkem je selhání osteosyntézy (C).



Obr. 5. Neanatomická rekonstrukce podle Debrunnera a Čecha z roku 1969 s valgiací proximálního fragmentu na 160° a následnou fixací 130° dlahou vedla k obnovení mediální opory v původním Adamsově oblouku (schéma a rtg snímek).



Obr. 6. Neanatomická rekonstrukce a valgizace proximálního fragmentu s fixací 130° dlahou (A) a fixací DHS (B) podle AO manuálu. Valgizace proximálního fragmentu, fixace pomocí 150° DHS a zajištění proti laterálnímu skluzu proximálního fragmentu pomocí trochanterické stabilizační dlahy (C).



Obr. 7. AO klasifikace trochanterických zlomenin:

31-A1 – jednoduchá pertrochanterická zlomenina (2 fragmenty)

31-A2 – vícefragmentová pertrochanterická zlomenina

31-A3 – intertrochanterická zlomenina

AO klasifikace trochanterických zlomenin rozděluje zlomeniny do dvou základních skupin zlomenin, tj. zlomenin pertrochanterických (31-A1+2) a intertrochanterických (31-A3). Nestabilní zlomeniny jsou uvnitř červeného obrazce. Zlomenina typu A2.1 je potenciačně nestabilní.

## POHLED NA TROCHANTERICKÉ ZLOMENINY

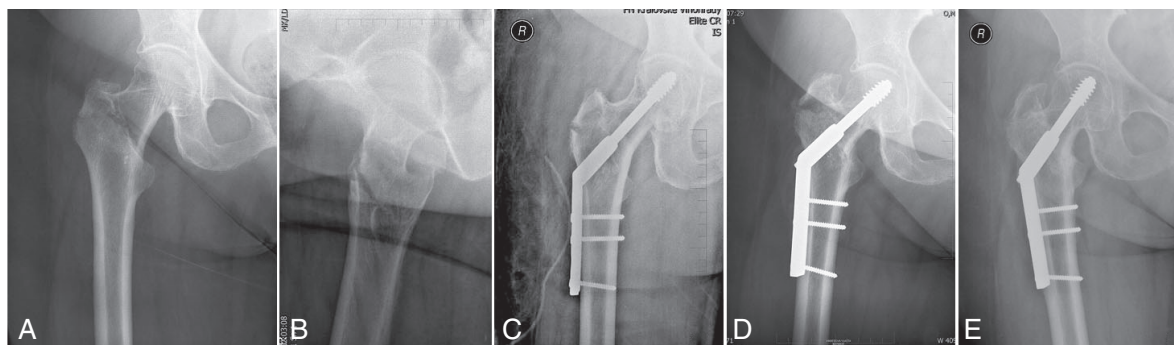
Významnou postavou ve vývoji osteosyntézy trochanterických zlomenin byl E. M. Ewans (18). V souboru cca 2000 léčených pertrochanterických zlomenin jasně ukázal snížení úmrtnosti z 30 % konzervativně na 16 % operačně léčených pacientů. Na podkladě svých zkušeností vytvořil dodnes uznávanou klasifikaci trochanterických zlomenin. Základem klasifikace bylo rozdělení na zlomeniny stabilní a nestabilní (obr. 1). To se ukázalo jako zásadní pro rozvoj operační léčby.

Biomechaniku proximálního femuru propracoval Pauwels. Prokázal, že Adamsův oblouk je dominantním nosníkem přenosu sil při zatížení kyčelního kloubu (obr. 2). U nestabilních zlomenin nelze obnovit nosnost Adamsova oblouku a po repozici mají tendenci k dislokaci především do varozity, kterou Ewans pozoroval u konzervativně léčených případů (18). K osteosyntéze používal hřeb zavedený do krčku v kombinaci s dlahou fixovanou k diáfýze. Osteosyntéza stabilních zlomenin nebyla problémem. Nestabilní zlomeniny fixoval ve varózním postavení. To ovšem přinášelo řadu komplikací. Otevřela se tedy otázka stabilizace nestabilních trochanterických zlomenin.

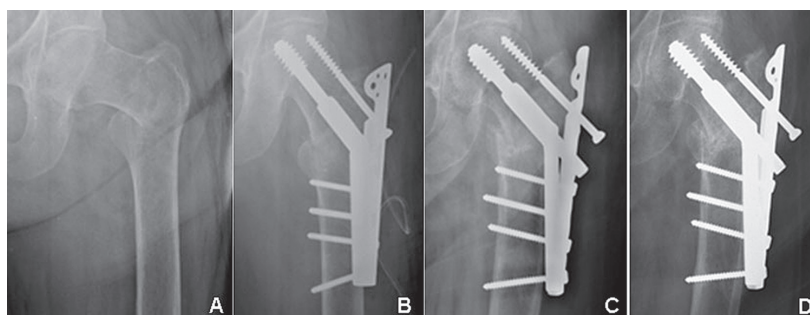
V roce 1967 Dimon a Hugston (14) prezentovali u nestabilních pertrochanterických zlomenin podsvnou intertrochanterickou osteotomii fixovanou 135° dlahou. Tento postup zlepšil biomechaniku zlomeniny, ale neobnovil kontinuitu a nosnost Adamsova oblouku (obr. 3).

K dalšímu významnému pokroku přispělo švýcarské AO založené v roce 1958 zavedením stabilní osteosyntézy proximálního femuru pomocí úhlových dlah. Dlahy dávaly dobré výsledky především u stabilních trochanterických zlomenin (10). Problematika trochanterických

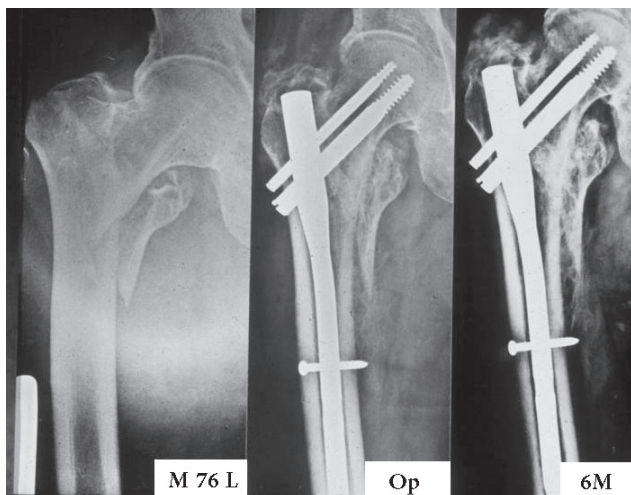




Obr. 8. Fixace stabilní pertrochanterické zlomeniny pomocí DHS. Předozadní (A) a axiální (B) úrazové rtg snímky ukazují zlomeninu s minimální dislokací bez porušení Adamsova oblouku. Osteosyntéza zlomeniny pomocí DHS, čtyřdřevá dlahy je fixována k diafýze pouze 3 šrouby (C). Za 6 týdnů po operaci je patrné dosednutí fragmentů s vysunutím šroubu z toulce dlahy laterálně (D). Stav po zhojení za 3 měsíce je již bez dalšího dosednutí fragmentů (E).



Obr. 9. Použití podpěrné dlahy u nestabilní pertrochanterické zlomeniny (A). Stav po osteosyntéze DHS 140° s podpěrnou dlahou (B). Po 6 týdnech je patrná komprese fragmentů se skluzem šroubů laterálně (C). Po 6 měsících je zlomenina zhojená, skluz už dále nepokračoval (D).



Obr. 10. Osteosyntéza nestabilní pertrochanterické zlomeniny typu 31-A2.2 pomocí PFN. Za 6 měsíců po operaci je zlomenina zhojená.

zlomenin byla považována za vyřešenou. Selhání osteosyntézy bylo považováno za chybu operátora. V roce 1963 navrhl Weber u pertrochanterických zlomenin v osteoporóze doplnit osteosyntézu cementovou plombou v oblasti Adamsova oblouku. Sám však výkon považoval za obtížný i pro vynikajícího operátora. V roce 1969 analyzovali Debrunner a Čech soubor 18 selhaných osteosyntéz pertrochanterických zlomenin ze 120 operovaných (12). Za hlavní příčinu problémů označili ztrátu mediální opory v oblasti Adamsova oblouku.

Díky tomu docházelo k varózní dislokaci proximálního fragmentu a selhání osteosyntézy (obr. 4). Problém byl obdobný u pertrochanterických i intertrochanterických zlomenin. Jako řešení navrhli způsob neanatomické rekonstrukce s osteotomií defektu a 160° valgizací proximálního fragmentu fixovaný 130° dlahou (obr. 5). Od roku 1969 byla tato metoda zařazena do AO manuálu a výrazně zjednodušila osteosyntézu nestabilních pertrochanterických zlomenin. Princip byl využit později při osteosyntéze DHS (obr. 6).

AO upravovala rovněž klasifikaci zlomenin, kterou navázala na Ewansovo rozdělení (32). Navíc zcela jasně vyčlenila skupinu intertrochanterických zlomenin (obr. 7). AO klasifikace rozlišuje dvě základní skupiny: zlomeniny pertrochanterické (31-A1+2) a intertrochanterické (31-A3). Toto rozdělení je zásadní, neboť se jedná o dvě rozdílné skupiny (42). U pertrochanterických zlomenin (31-A1+2) primární lomná linie probíhá v oblasti *linea intertrochanterica* od velkého k malému trochanteru. Další rozdělení pertrochanterických zlomenin je určeno v závislosti na možnosti rekonstrukce Adamsova oblouku na stabilní (31-A1), kde rekonstrukci provést lze, a na zlomeniny nestabilní (31-A2), kde je to neproveditelné. V případě nestabilních zlomenin (31-A2) je vylomen fragment malého trochanteru s větší částí mediální kortikalis v oblasti Adamsova oblouku a dorzální fragment se zadní částí velkého trochanteru. *Tuberculum vastoadductorium* je vždy součástí distálního fragmentu diafýzy. Proximální fragment tvoří pouze krček s hlavicí, na který se neupíná žádný sval. Repozice

těchto zlomenin trakcí je poměrně snadná a je možná valgizace proximálního fragmentu.

U intertrochanterických zlomenin (31-A3) označovaných také jako reverzní intertrochanterické, persubtrochanterické nebo vysoké subtrochanterické základní linie lomu začíná pod *tuberculum vastoadductorium* a prochází šikmo vzhůru nebo příčně k malému trochanteru. Proximální fragment je tvořen hlavicí, krčkem a velkým trochanterem včetně *tuberculum vastoadductorium*, kam se upínají *mm. gluteus medius* a *minimus*, *vastus lateralis* a v některých případech mediálně *m. iliopsoas*. Tyto svaly výrazně dislokují proximální fragment a ztěžují repozici zlomeniny.

V 80. letech minulého století se začali v širokém měřítku používat implantáty založené na skluzném principu umožňující pooperační kompresi fragmentů (27, 40). Díky tomu se rozšířily možnosti osteosyntézy, i když to nic neubralo na dříve uznávaných principech zvl. obnovení nosnosti Adamsova oblouku, který je stále krucální při úspěšném zhojení zlomeniny. Principem současných implantátů je umožnit dosednutí fragmentů skluzem proximálního fragmentu laterálně. Vývoj se ubíral dvěma směry, které se vzájemně prolínají – extramedulární implantáty (skluzný kyčelní šroub v kombinaci s dlahou) a intramedulární implantáty (skluzný šroub kombinovaný s hřebem). V průběhu 90. let vznikla řada studií srovnávající výhody a nevýhody obou metod (9, 22, 33, 37). Tato kontradikce není do dnešní doby zcela vyřešená.

### Skluzný kyčelní šroub – DHS

V roce 1934 Robert Danis vyvinul implantát podobný skluznému šroubu ke stabilizaci zlomeniny krčku. Küntscherův spolupracovník Ernst Pohl si v roce 1951 patentoval skluzný šroub a podle jeho vzoru koncem 50. let firma Richards vyvinula šroub s dlahou známým později jako Richards classic hip screw.

Začátkem 80. let přišlo AO s vlastní konstrukcí skluzného šroubu – Dynamic Hip Screw (DHS) doplněného trochanterickou dlahou – Trochanteric Supporting Plate (TSP) určenou zejména pro nestabilní zlomeniny (40). Hlavní předností tohoto implantátu bylo dokonalé instrumentarium a operační kurzy, které s touto technikou dopodrobna seznámily odbornou veřejnost (obr. 8).

DHS má větší rozpětí úhlů dlahy–šroub než hřeb. K dispozici jsou dlahy od 125° do 150° odstupňované po 5°. Dlahy s úhly nad 135° umožňují valgizaci proximálního fragmentu výhodně především u nestabilních pertrochanterických zlomenin. Do krčku hlavice je zaváděn jeden šroub nebo spirální čepel. Šroub je ve své laterální části oploštěn, což přesně odpovídá tvaru toulce dlahy a je tak zajištěn proti rotaci, ale není omezen jeho skluz v toulci laterálně. Kompresi fragmentů můžeme dosáhnout peroperačně pomocí kompresního šroubu. Skluz šroubu v dlaze ovlivňuje úhel a délka toulce dlahy, délka šroubu a délka závitů skluzného šroubu (4). Čím strmější je úhel mezi dlahou a šroubem, tím snadněji dochází ke kompresi fragmentů. Čím delší je toulec dlahy, tím nižší jsou ohybové síly přenášené ze skluzného šroubu na dlahu a tím je menší pravděpodobnost zaseknutí šroubu v toulci dlahy. K zaseknutí šroubu může

dojít, je-li kontakt šroubu a toulce dlahy pouze v krátkém úseku. Skluz je limitován rovněž délkou šroubu a délkou závitů. Obecně lze říci, že čím delší toulec, kratší šroub a delší závit, tím menší možnosti skluzu.

U pertrochanterických zlomenin standardně používáme čtyřdřevou dlahu. K fixaci podle biomechanických studií stačí jen tři nebo dokonce pouze dva kortikální šrouby. Použití dlahy se dvěma šrouby je možné jen u stabilní pertrochanterické zlomeniny s dobrou kvalitou kosti (31). U nestabilních pertrochanterických zlomenin je možné doplnit osteosyntézu trochanterickou dlahou (TSP). Jejím hlavním úkolem je zabránit skluzu proximálního fragmentu laterálně (obr. 9). Vzhledem k fixaci zlomeniny v diafýze dlahy neumožňuje kompresi fragmentů v dlouhé ose femuru, takže se nehodí k osteosyntéze většiny intertrochanterických zlomenin.

### Nitrodřeňový kyčelní hřeb – (PFN, PFH...)

V roce 1940 vyvinul Küntscher pro ošetření zlomenin proximálního femuru tzv. Y-hřeb, předchůdce dnešních rekonstrukčních hřebů (29).

Dalším krokem bylo vytvoření rekonstrukčních hřebů. U Russell-Taylorova hřebu se zesílenou částí hřebu zaváděla do hlavice pod úhlem 135° dvojice spongiózních šroubů (41).

V 80. letech Grosse a Taglang vyvinuli Gamma hřeb. Systém umožňoval skluz šroubů ve hřebu laterálně a tím pooperační dosednutí fragmentů (21, 27).

V roce 1997 skupina AO pracovala na Proximal Femoral Nail (PFN), který odstranil řadu nedostatků Gamma hřebu (42, 43). Umožnil dynamické zajištění distálně a snížil pravděpodobnost zlomeniny v oblasti vrcholu hřebu (obr. 10). PFN má dokonalé instrumentarium a operační kurzy dopodrobna seznamují odbornou veřejnost s technikou provedení včetně indikací. Dalším krokem byl nový typ Proximálního femorálního hřebu (PFN-A), který je založen na obdobném principu, ale do krčku a hlavice se zavádí spirální čepel zajišťující stabilitu proximálního fragmentu (44). Nyní jsou k dispozici hřeby (PFN-A) s perforovanou čepelí, kterou můžeme aplikovat cement skrze čepel do hlavice (obr. 11). Zlepší se tím držení čepele u osteoporotických zlomenin a sníží pravděpodobnost prořiznutí.

Z domácích implantátů jsme učinili nejlepší zkušenost s rekonstrukčním femorálním hřebem Medin (obr. 12), na jehož vývoji jsme se podíleli a pracovně ho nazvali PFH – proximální femorální hřeb (28).

Rekonstrukční hřeby jsou dostupné v krátké a dlouhé verzi. Distálně je možné hřeby zajistit staticky nebo dynamicky. Dynamické zajištění umožňuje kompresi fragmentů v dlouhé ose femuru (obr. 13).

### EPIDEMIOLOGIE

V roce 1997 jsme vytvořili registr zlomenin proximálního femuru. Za 14 let existence tohoto registru jsme pro zlomeninu proximálního femuru hospitalizovali 4280 pacientů (3112 žen a 1168 mužů). Všichni pacienti byli sledováni do zhojení případně vzniku komplikace. Pacienti starší 70 let tvořili 82 % celého souboru, 72 % operovaných bylo 7. a 8. deceniu. Muži byli statisticky mladší než ženy ( $p < 0,001$ ) a tvořili 30 % pacientů z celého souboru.



Ženy byly tedy postiženy 2,3krát častěji než muži. U pacientů mladších 60 let počet mužů signifikantně převyšoval počet žen ( $p < 0,001$ ). Pacienti s pertrochanterickou zlomeninou byli v průměru o 8 let starší než pacienti s intertrochanterickými zlomeninami, což je statisticky významné ( $p < 0,001$ ). Úmrtnost pacientů do roka od úrazu byla přibližně 30 % (17, 45).

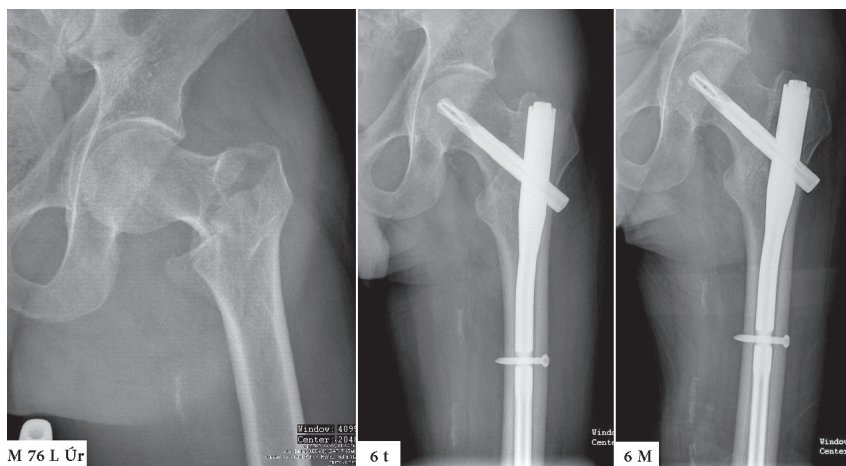
Trochanterické zlomeniny tvořily 54,7 %, zlomeniny krčku 45,3 %. Meziroční růst v počtu zlomenin byl 5,9 % a trochanterických zlomenin přibývalo více než zlomenin krčku. Během sledování pacientů zahrnutých v registru jsme zaznamenali nevýznamný pokles intertrochanterických zlomenin (AO 31-A3). Počet pertrochanterických zlomenin (AO 31-A1+2) naopak signifikantně narůstal ( $p < 0,001$ ). Hřebem jsme ošetřili 1394 zlomenin proximálního femuru. V 1260 případech jsme použili krátkou variantu hřebu, ve 134 případech dlouhý hřeb. Za stejné období jsme ošetřili 947 zlomenin pomocí DHS (graf 1).

## DIAGNOSTIKA A PŘEDOPERÁČNÍ PLÁNOVÁNÍ

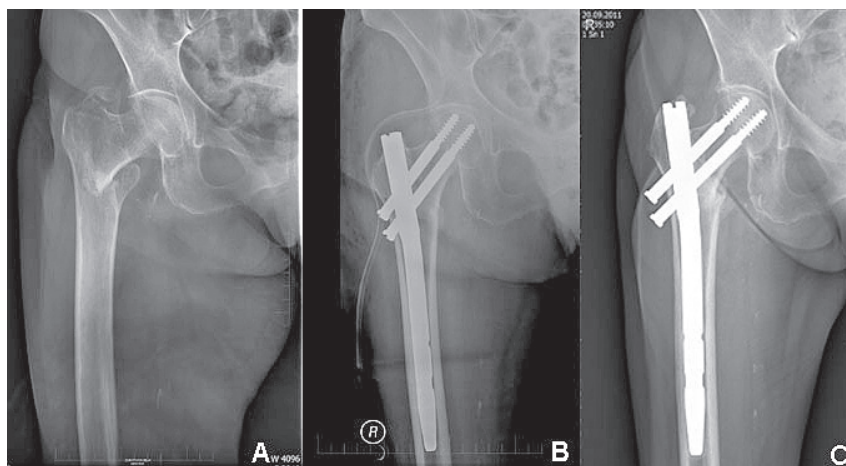
Diagnostika trochanterických zlomenin není složitá. Subjektivně dominují bolesti v místě zlomeniny. Končetina je zevně rotována a většinou výrazně zkrácena. Neurologické nebo vaskulární poranění je u zlomenin proximálního femuru včetně kombinace s ipsilaterální zlomeninou diafýzy vzácné. U pacientů s antikoagulační léčbou, může dojít k významnému krvácení do měkkých tkání. U mladších pacientů bývá zlomenina proximálního femuru často přítomna v rámci polytraumatu nebo sdruženého poranění při vysokoenergetickém mechanismu úrazu. U intertrochanterických a subtrochanterických zlomenin mladších pacientů je pravděpodobnost dalšího zranění více než 50 % (41).

## Radiodiagnostika

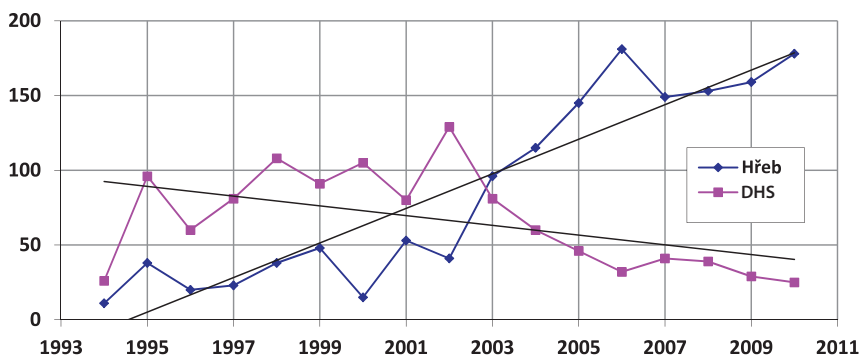
Po klinickém vyšetření zhotovíme předozadní snímek pánve a postiženého proximálního femuru (obr. 14). Z praktických důvodů je optimální nejdříve stabilizovat zlomeninu extenzní dlahou nebo Kirschnerovou



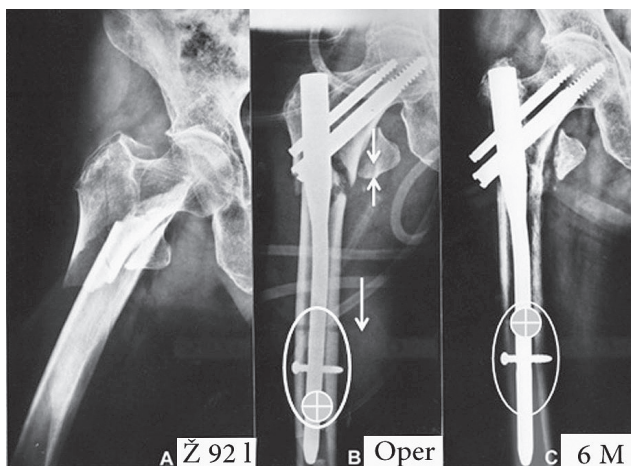
Obr. 11. Použití PFN-A. Šrouby do hlavice jsou nahrazeny speciální čepelí, která díky fixaci v hřebu zajišťuje rotační stabilitu proximálního fragmentu, ale umožňuje skluz čepele laterálně a tím kompresi fragmentů. Do čepele je možné aplikovat cement, který vyplní hlavici v okolí špičky čepele a zvýší tak její stabilitu. Postup hojení 6 týdnů od operace a zhojení zlomeniny za 6 měsíců od úrazu.



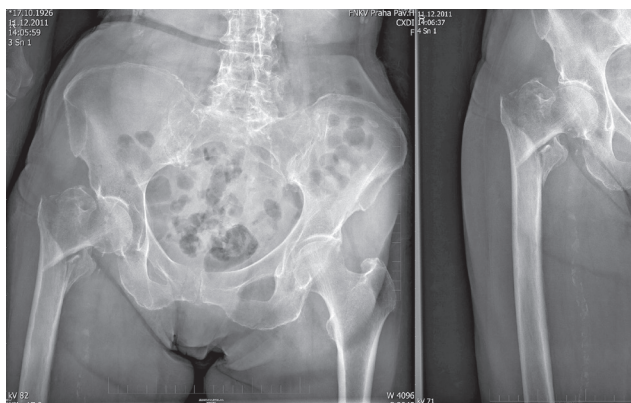
Obr. 12. Nestabilní pertrochanterická zlomenina 31-A2.2 (A). Stav po osteosyntéze PFH. Hřeb ponechán bez zajištění. Rotační stabilita je zajištěna fixací skluzných šroubů v laterální kortikalis metafýzy (B). Stav 6 měsíců po operaci, dosednutí fragmentů díky skluzu šroubů a zhojení zlomeniny (C).



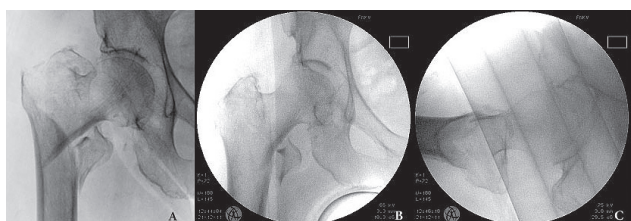
Graf 1. Porovnání počtu pacientů operovaných pomocí nitrodřeňového hřebu a DHS. V roce 2003 poprvé převážil nitrodřeňový hřeb v osteosyntéze trochanterických zlomenin. Vzhledem k narůstajícímu počtu nestabilních zlomenin došlo k nárůstu zahřebovaných zlomenin i jinde ve světě (v USA převážily hřeby nad DHS v roce 2005).



Obr. 13. Výhoda dynamického zajištění u intertrochanterické zlomeniny (A). Po operaci je šroub v dolní části dynamického zajišťovacího otvoru, fragmenty jsou v distrakci (B). Při zátěži dochází ke kompresi fragmentů, posunu hřebu distálně, čímž se šroub dostává do proximální části otvoru. Zlomenina se zhojila v dobrém postavení (C).



Obr. 14. Základní snímky – předozadní snímek pánve a proximálního femuru. S ohledem na délku hřebu nebo dlahy volíme velikost zobrazení diafýzy. Vždy bychom měli vidět celou oblast diafýzy, kam budeme implantát zavádět. U krátké varianty hřebu tedy 20–24 cm a u dlouhého hřebu rtg celého femuru.



Obr. 15. Repozice pertrochanterické zlomeniny tahem na extenčním stole. Předoperační snímek (A), stav po repozici v předozadní (B) a boční a axiální projekci (C).

extenzí. Díky tahu je končetina v neutrálním postavení, což umožní lépe hodnotit rtg snímek než snímek v zevní rotaci.

U polytraumatizovaných pacientů hodnotíme CT řezu proximálního femuru, což snižuje pravděpodobnost přehlédnutí zlomeniny. CT snímky včetně 2D a 3D rekonstrukcí přispějí k exaktnímu zhodnocení zlomeniny a pomůžou při předoperační rozvaze. CT ev. MR vyšetření nám rovněž odhalí okultní zlomeniny nebo

fissury trochanetrické oblasti při nejasném nálezu na rtg snímku.

### Předoperační plánování a výběr implantátu

Proměření předoperačních snímků zdravého kyčle je důležité ke správnému zhodnocení kolodíafyzárního úhlu. Úhel na poraněném femuru si změříme po repozici zlomeniny na obrazovce rtg zesilovače. Výběr správného úhlu je pro hojení velmi důležitý. Pokud je úhel krčku a diafýzy oproti úhlu dlahy nebo hřebu a skluzných šroubů rozdílný, nemůže po operaci dojít ke skluzu šroubů a tím kompresi fragmentů.

Podle typu zlomeniny zvolíme implantát. U stabilních pertrochanterických zlomenin (31-A1) preferujeme DHS. U nestabilních pertrochanterických (31-A2) a intertrochanterických zlomenin (31-A3) preferujeme osteosyntézu hřebem. V případě pertrochanterických a většiny intertrochanterických zlomenin vystačíme s krátkou variantou hřebu. Pokud DHS použijeme u nestabilních pertrochanterických zlomenin je nutná valgi-zace a přiložení trochanterické dlahy (TSP). U zlomenin s extenzí lomné linie do diafýzy a ipsilaterálních zlomenin zvolíme dlouhý hřeb. U starých pacientů s osteoporotickou kostí volíme implantát, který dosahuje až do diakondylické oblasti (38). Vyvarujeme se tak zlomenin pod krátkým hřebem.

### OPERAČNÍ TECHNIKA

Operaci trochanterických zlomenin považujeme za urgentní operační výkon. Pacienty operujeme v den úrazu nebo maximálně další den. V případě kontraindikace urgentního výkonu operujeme po kompenzaci stavu pacienta.

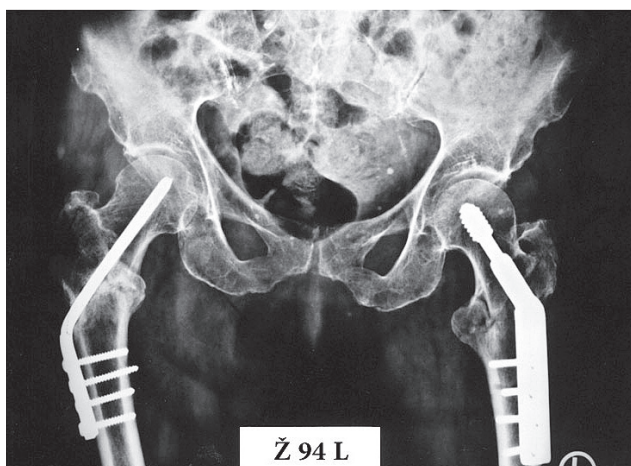
Operaci provádíme na extenčním stole pod kontrolou rtg zesilovače. Před operací podáme pacientům profylakticky jednu dávku cefalosporinu I. generace (cefazolin), při penicilinové alergii klindamycin. K zakrytí operačního pole používáme transparentní vertikální roušku.

Repozici provádíme v tahu za končetinu pod kontrolou rtg zesilovače v obou projekcích (obr. 15). K repozici distálního fragmentu diafýzy u intertrochanterických zlomenin je výhodná flexe kyčelního kloubu 10–35°. K doreponování zlomeniny podle typu použijeme zevní nebo vnitřní rotaci (obr. 16).

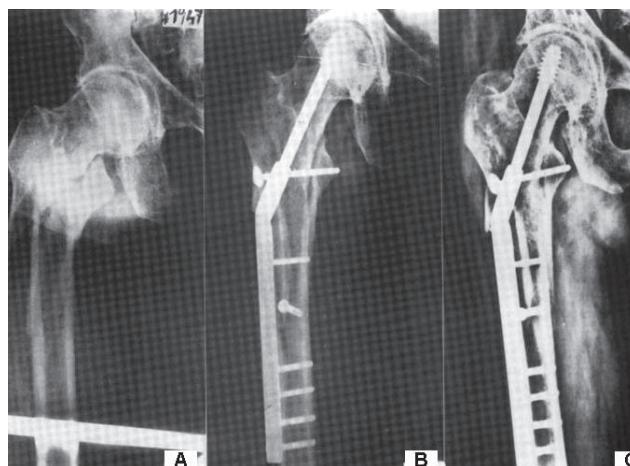
Repozice stabilních pertrochanterických zlomenin nečiní obtíže. U nestabilních pertrochanterických zlomenin je výhodné překorigování zlomeniny do valgozity (obr. 16), při použití DHS až na 150° (11, 36) (obr. 17). V axiální projekci považujeme za optimální, jsou-li oba hlavní fragmenty v lineárním postavení. Tolerovat lze jen malou úchylku do 10° (24).

Repozice intertrochanterických zlomenin je obtížnější, zvláště je-li proximální úlolek tvořen krčkem s hlavíci a oběma trochantery. Tahem svalů je úlolek dislokován do varozity a flexe. Při nadměrném tahu dochází k distrakci úlomků, která je nepříznivá pro hojení zlomeniny. Pokud nelze reponovat zavřeně je nutné zlomeninu reponovat perkutánně nebo otevřeně a zajistit ji kostními kleštěmi nebo cerkláží před zavedením implantátu (16) (obr. 18).

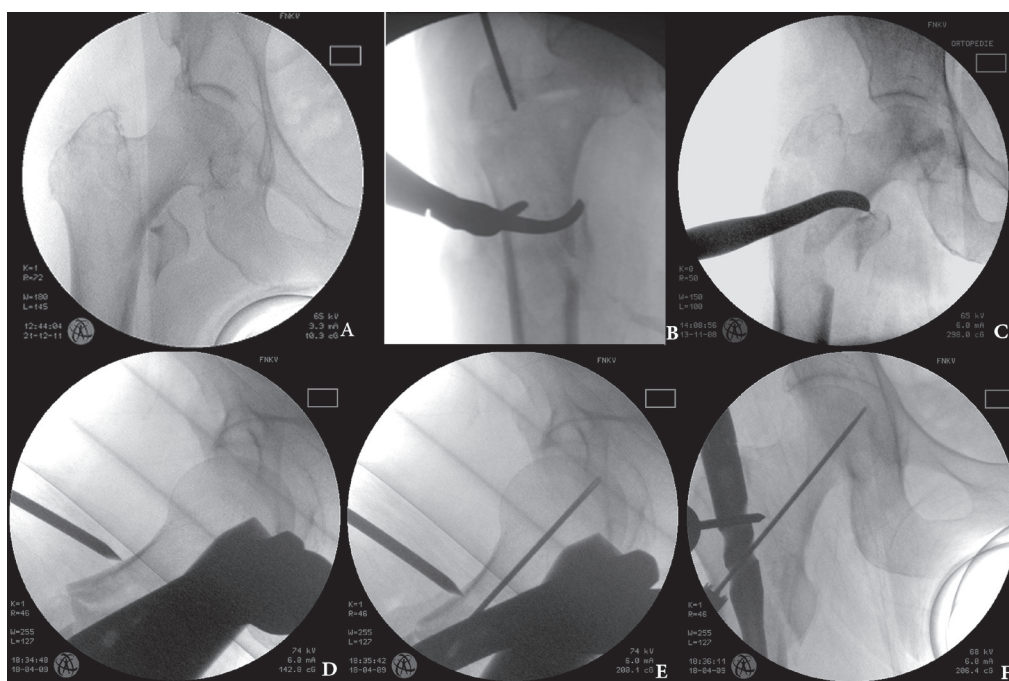




Obr. 16. Osteosyntéza pertrochanterických zlomenin vpravo pro stabilní zlomeninu 130° dlahou, vlevo pro nestabilní zlomeninu DHS spojená s valgizací proximálního fragmentu.



Obr. 17. Stabilizace intertrochanterické zlomeniny (A). Valgizace proximálního fragmentu a stabilizace Adamsova oblouku tahovým šroubem (B). Stav po zhojení zlomeniny (C).



Obr. 18. Možnosti repozice trochanterických zlomenin. Repozice pertrochanterické zlomeniny pouze tahem (A). Doreponování fragmentu a jeho fixace kleštěmi (B) nebo Hohman-Müllerovým elevátorem (C). V axiální projekci považujeme za optimální, jestliže oba hlavní fragmenty svírají úhel 180° a jsou v lineárním postavení. Tolerovat lze jen malou úchytku do 10°. K doreponování fragmentů někdy postačí zavést kostní hák do oblasti malého trochanteru nebo použít silného Kirschnerova drátu nebo Steinmannova hřebu zavedeného z ventrolaterální strany do proximálního úlomku (D-F). Pokud se nepodaří ani tímto způsobem zlomeninu reponovat, je vhodné přistoupit k repozici otevřené se zajištěním kostními kleštěmi nebo cerkláží.

U DHS volíme laterální přístup k proximálnímu femuru. Vodicí drát pro sklzný šroub zavádíme pomocí cíliho zařízení pod rtg zesilovačem tak, aby v AP projekci ležel těsně pod podélnou osou krčku a v axiální projekci přesně v ose krčku. Jakákoli úchytky v jedné nebo obou rovinách může vyústit v selhání osteosyntézy. Zavedení dvou drátů zvyšuje rotační stabilitu proximálního fragmentu a zabrání jeho rotaci při zavádění sklzného šroubu. Při předvrtání kanálu pro šroub je nutná kontrola postavení drátu na rtg zesilovači. Může totiž dojít k perforaci hlavičky drátem a jeho protruzi do acetabula a pánve. Po předvrtání

zavedeme sklzný šroub do hlavičky. Doporučená vzdálenost vrcholu šroubu od povrchu hlavičky je do 10 mm (5). Zvláště u osteoporotické kosti je vhodné umístit šroub do pevné subchondrální kosti, tj. 5 mm pod linii hlavičky (16). Cíli sklzného šroubu DHS musí být rovnoběžně s osou kosti vzhledem k oploštění laterální části šroubu. Dlahu fixujeme nejdříve do druhého otvoru ve dlahě. V případě potřeby u nestabilních pertrochanterických zlomenin přiložíme trochanterickou stabilizační dlahu, kterou fixujeme k diafýze. Povolíme tah za končetinu a komprimujeme fragmenty pomocí kompresního šroubu.



Při hřebování vedeme kožní řez od vrcholu velkého trochanteru asi 3–4 cm proximálně v podélné ose femuru. Správný vstup do dřeňové dutiny femuru je ve směru předozadním na rozhraní přední a střední třetiny vrcholu velkého trochanteru. Masa měkkých tkání, nasměrování vrtáku a zavedení hřebu většinou rozšiřují vstupní otvor laterálním směrem, což může mít za následek varizaci proximálního fragmentu. Při přípravě dřeňového kanálu u starších pacientů s porotickou kostí často stačí pouze zahnutý perforátor. U mladších pacientů předvrtáváme proximální část femuru do průměru 16–17 mm pomocí speciálního vrtáku.

Hřeb zavádíme s cílicím zařízením lehkými rotačními pohyby pouze rukou. Při použití kladiwa riskujeme rozlomení diafýzy femuru. Hloubku zavedení kontrolujeme na rtg zesilovači. Na hloubce zavedení závisí postavení šroubů v krčku ve frontální rovině. Skluzný šroub musí ležet těsně v distální polovině a horní těsně nad osou krčku. Postavení v axiální projekci je závislé na rotaci hřebu v dutině a oba šrouby musí být přesně v ose krčku. Jinak platí stejná pravidla jako při zavedení šroubu DHS. Hřeb můžeme distálně zajistit 2 šrouby. U petrochanterických zlomenin je laterální část skluzného šroubu zavedena do pevné kortikalis. To zajišťuje dostatečnou rotační stabilitu distálního fragmentu a distální zajištění nepovažujeme za nutné (46). Při větší diskrepanci mezi průměrem hřebu a průměrem dřeňového kanálu zajistíme pouze 1 šroubem zavedeným do dynamického otvoru.

U intertrochanterických zlomenin povolíme tah za končetinu, aby došlo k dosednutí úlomků, a preferujeme zajištění dynamické (15, 16).

## POPERAČNÍ PÉČE, REHABILITACE A SLEDOVÁNÍ PACIENTŮ

S rehabilitací začínáme od 1. dne, kdy pacienta posazujeme. Od 2. dne postavujeme do chodítka nebo podpažních berlí. Zátěž končetiny povolujeme v závislosti na typu zlomeniny, kvalitě kosti a osteosyntézy. Při dobře provedené osteosyntéze zvl. u stabilních zlomenin povolujeme progresivní zátěž končetiny. Plnou zátěž povolujeme podle stavu hojení za 3 měsíce. Starší pacienti většinou nejsou schopni odlehčovat a zatěžují končetinu plně od začátku. Pacienty kontrolujeme po 6 týdnech, 3, 6 a 12 měsících od operace. Implantát odstraňujeme pouze u mladších pacientů za 12 měsíců po operaci.

## KOMPLIKACE

Komplikace jsou v naprosté většině způsobeny operační chybou spočívající především v nedostatečné repozici zlomeniny a chybně aplikované osteosyntéze. Jedny komplikace často podmiňují druhé. Peroperační komplikace může vést k různým následkům a pozdní komplikace může vzniknout na podkladě nejrůznějších operačních chyb i operačně neovlivnitelných příčin (tab. 1).

U stabilních petrochanterických zlomenin ošetřovaných dnes převážně DHS ke komplikacím většinou nedochází. Riziko chyby je vzhledem k propracovanému instrumentáriu a zažitě operační technice minimální.

Tab. 1. Přehled komplikací trochanterických zlomenin

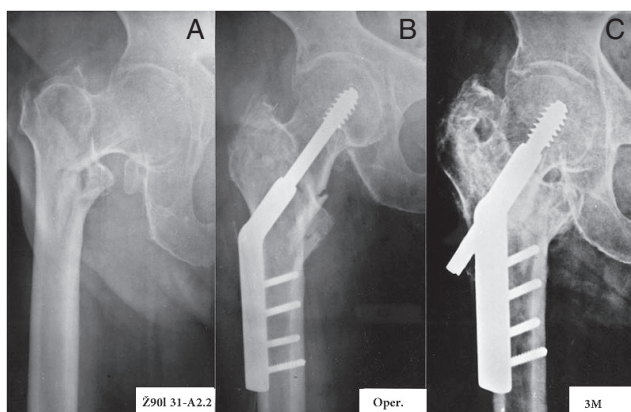
<b>Peroperační komplikace:</b>
– nesprávná repozice zlomeniny – poranění pánevních struktur vodičím drátem – komplikace při zavádění hřebu (zaklínění hřebu v diafýze, vylovení laterální kortikalis diafýzy, rozlomení diafýzy hřebem, ztráta repozice při zavádění hřebu) – nesprávná poloha a délka proximálních šroubů – rotace proximálního fragmentu – perforace hlavice šrouby – problémy s distálním zajištěním – problémy s instrumentariem
<b>Komplikace spojené s hojením rány</b> (poruchy hojení rány a časný infekce)
<b>Komplikace během hojení zlomeniny:</b>
– varizace proximálního fragmentu – migrace proximálních šroubů – zlomení hřebu – opožděné hojení a pakloub – zlomení distálních šroubů – vytržení dlahy – nekróza krčku
<b>Komplikace po zhojení zlomeniny:</b>
– nestejná délky končetin – bolesti ve stehně a bolesti abduktorů – nekróza hlavice – zlomenina diafýzy pod hřebem – pozdní infekce – poranění femorálních cév

Problematické jsou nestabilní petrochanterické a především intertrochanterické zlomeniny léčené převážně rekonstrukčním hřebem. Tyto zlomeniny kladou vyšší nároky na exaktní operační techniku a zkušenosti operátora.

Při **nesprávné repozici zlomeniny** přetrvává dislokace fragmentů v AP projekci, axiální projekci nebo dojde k rotační úchylce. U petrochanterických zlomenin vede přílišný tah za končetinu k převalgizování fragmentů, což nevede k dramatickým následkům (36). U nestabilních petrochanterických zlomenin při použití DHS je repozice do valgozity nezbytná. U intertrochanterických zlomenin způsobí přílišný tah diastázu fragmentů. Proximální fragment a úlomek diafýzy nejsou ve vzájemném kontaktu a zlomenina se nehojí. Postupně dojde k mechanickému selhání osteosyntézy, které je možné na 3 úrovních – proximálně proříznutím šroubů, na úrovni zlomeniny zlomením hřebu (2, 4, 16, 38) a distálně prasknutím zajišťovacích šroubů (2, 4, 16, 23). Při použití DHS může dojít k vytržení dlahy z laterální kortikalis nebo prasknutí šroubů (40).

Nedostatečný tah za končetinu vede k varozitě proximálního fragmentu. Zavedení šroubů do krčku a hlavice ve správném postavení je nemožné. Dochází ke křížení osy krčku s osou krčkových šroubů a není možný skluz šroubů (1, 7, 49). Obdobné důsledky má ponechání proximálního fragmentu v ante- nebo retrokurvací. Riziko rotační úchylky vzniká hlavně u intertrochanterických zlomenin (24).

Řešením pakloubu nebo zhojení ve varozitě je při zachovalém kyčelním kloubu valgizační osteotomie (48). Při poškození hlavice případně acetabula je jediným řešením náhrada kyčelního kloubu.



Obr. 19. Lateralizace proximálního fragmentu a medializace diafýzy. A – 90letá pacientka s nestabilní pertrochanterickou zlomeninou typu 31-A2. B – Stav po osteosyntéze DHS. C – 3 měsíce po operaci je patrný laterální posun proximálního fragmentu spojeného s mediálním posunem diafýzy, který je doprovázen porušením artikulotrochanterické distance a zkrácením končetiny.

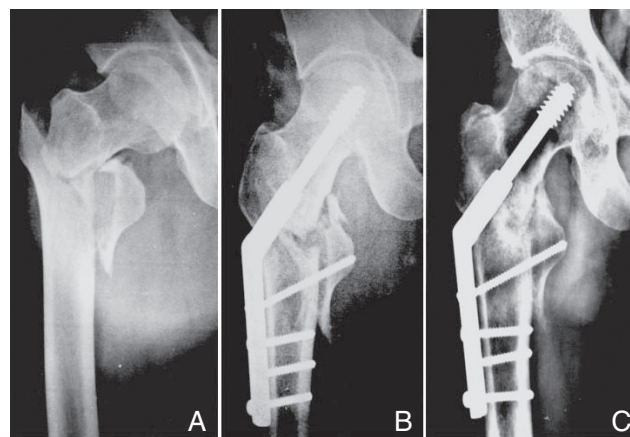
**Poranění pánevních struktur vodícím drátem** je vzácnou komplikací. Vodící drát za nedostatečné kontroly rtg zesilovače zaveden skrz hlavici a acetabulum do pánve. Nejzávažnější je poranění cévních struktur v oblasti malé pánve (v. *iliaca externa*, a. *obturatoria*) (30).

**Při zavádění hřebu** může dojít k zaklínění hřebu v diafýze, vylomení laterální kortikalis diafýzy, rozlomení diafýzy hřebem nebo ztrátě repozice (21, 38, 49). Příčinou je úzká dřevná dutina, nedostatečném předvrtání femuru pro zesílenou část hřebu (21, 20, 43) nebo abnormální zakřivení femuru, případně špatně zvolený vstup do dřevného kanálu (26). Nejtěžší komplikací spojenou především s násilným zavedením hřebu je rozlomení diafýzy. Řešením je osteosyntéza dlouhým rekonstrukčním hřebem.

**Nesprávná poloha a délka proximálních šroubů** je příčinou řady komplikací. Pozice šroubů nebo čepele v krčku a hlavici je významným faktorem ovlivňujících stabilitu osteosyntézy. Poměrně jednodušší je zavedení šroubu u DHS, kdy šroub zavádíme jako první bez závislosti na dlaze. U hřebu je poloha šroubů v AP projekci dána jeho zanořením, v axiální projekci rotací hřebu v dutině (16). Kritickým místem pro zavedení šroubů je anterolaterální kvadrant hlavice (5, 13). V pooperačním období zvl. při dosednutí úlomků popř. jejich varizaci může snadno dojít k perforaci hlavice (47). K nesprávnému zavedení šroubů přispívá zejména nedostatečná repozice.

Délku šroubu volíme tak, aby skluzný šroub byl zaveden v tvrdé subchondrální kosti tj. asi 5 mm pod kloubním povrchem (5, 23, 47). Příliš krátké šrouby jsou zavedeny do řídké spongiózní kosti a v pooperačním období dochází k varizaci proximálního fragmentu nebo vycestování šroubů laterálně. Příliš dlouhé šrouby při prominenci laterálně většinou dráždí přilehlé měkké tkáně (20). Pokud šrouby perforují kortikalis hlavice, dochází k devastaci kyčelního kloubu a šrouby mohou vycestovat mediálně.

**Při rotaci proximálního fragmentu** během vrtání nebo zavádění skluzného šroubu může dojít k poškození cévního zásobení hlavice s následnou avaskulární nek-



Obr. 20. Nestabilní pertrochanterická zlomenina s velkým fragmentem Adamsova oblouku (A). Repozice zlomeniny s valgizací proximálního fragmentu, osteosyntéza 140° DHS s fixací mediálního fragmentu tahovým šroubem (B). Zhojení zlomeniny po 6 měsících s minimální kompresí fragmentů (C).

rózou (2, 3). Před vrtáním nosného šroubu je nutné fixovat fragment Kirschnerovým drátem nebo zavedením protirotacího šroubu.

**Problémy s distálním zajištěním hřebu** časté u I. a II. generace Gamma hřebu (8, 9, 21, 24, 25), jsou u PFN a PFH poměrně řídké (28, 38, 42, 43). Jako poměrně časté je uvádějí Fogagnolo et al. (20). Nedostatečné zajištění zvl. u intertrochanterických zlomenin ohroží rotační stabilitu osteosyntézy a opakovanými pokusy o zajištění se zvyšuje nebezpečí zlomeniny diafýzy (25). Podle našeho názoru je bezpečnější většinu zlomenin zajistit pouze jedním šroubem zavedeným do dynamického otvoru.

**Kolaps fragmentů a medializace diafýzy** je typické při použití DHS (6, 19, 34). Proximální fragment při skluzu laterálně se může zarazit nejdříve o mediální a dále o laterální kortikalis. U nestabilních pertrochanterických zlomenin tvoří často laterální část distálního fragmentu pouze tenká kortikální kost se zbytky velkého trochanteru, která se odlomí. Kolaps fragmentů pokračuje až do doby než se vyčerpá skluz šroubu v dlaze nebo dojde ke kontaktu spodní části diafýzy se spodní stranou krčku (4). Výsledkem je výrazný zkrat končetiny a medializace diafýzy (obr. 19). Proximální fragment je navíc rotačně nestabilní.

Prevencí kolapsu fragmentů je správná volba implantátu. Použití hřebu je výhodnější, protože laterální posun proximálního fragmentu je minimální (33, 34). U DHS je nutná valgizace a aplikace 140–150° dlahy. Pokud je to možné, fixujeme fragment mediální kortikalis tahovým šroubem (obr. 20) a ke stabilizaci laterální kortikalis využijeme TSP (11, 40) (obr. 9).

**Varizace proximálního fragmentu a perforace hlavice šrouby** nejčastěji vzniká nedostatečnou repozicí nebo je následkem chyby při osteosyntéze. Výskyt kolísá mezi 1–11 % (2, 3, 6, 11, 13, 15, 25, 35, 38, 49, 50). Použití DHS u defektu v Adamsově oblouku s nedostatečnou valgizací nebo při použití krátkých proximálních šroubů při hřebování u nestabilních pertrochanterických zlomenin vede k varizaci a prořiznutí šroubů kraniálně. U in-



tertrochanterických zlomenin dochází k varizaci při zajištění zlomeniny v distrakci. K varizaci dochází nejčastěji v prvních dnech maximálně týdnech po operaci a šrouby se dostávají mimo osu krčku. Dochází k asymetrickému rozkladu zátěže a rozdílné deformaci šroubů. Výsledkem je rozdílný skluz šroubů. Tím je vysvětlována centrální migrace antirotačního šroubu a laterální posun nosného šroubu, tzv. Z-efektu (1, 4, 7, 35, 49, 50). Méně často dojde k opačné situaci – obrácenému Z-efektu (obr. 21).

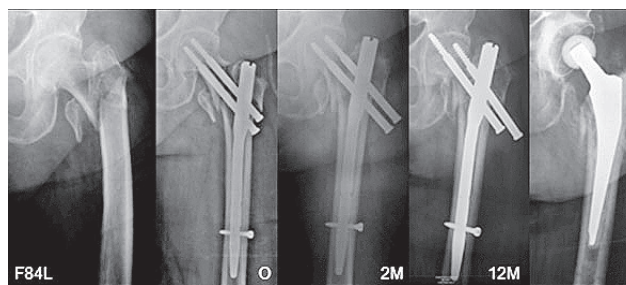
Řešení závisí na řadě faktorů. Migrující šroub je nutné odstranit eventuálně vyměnit za kratší i v případech, že ještě neperforoval hlavici. Je-li varoční odchylka větší, hrozí její progresse. Podle stavu indikujeme reosteosyntézu případně valgizační osteotomii (obr. 22). Při poškození kyčelního kloubu je jediným východiskem aloplastika kyčle (obr. 21).

**Nestejná délka končetin** je poměrně častá u všech typů trochanterických zlomenin bez závislosti na použitém implantátu (22, 24, 39). Zkrácení je důsledkem komprese úlomků, případně varizace proximálního fragmentu. Prodloužení končetiny vzniká nadměrnou valgizací nebo zahřebováním v distrakci. U hřebu je rozdíl v délce končetin menší než při použití DHS (39).

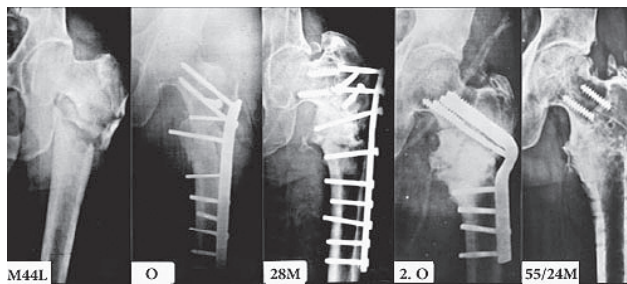
**Nekróza hlavice** je relativně vzácnou komplikací operační léčby pertrochanterických zlomenin. Příčinou může být poškození větví *a. circumflexa femoris medialis* ve *fossa trochanterica* při úrazu nebo při zavádění hřebu (3, 4, 24). Při parciální nekróze připadá v úvahu osteotomie, ale ve většině případů je konečným řešením totální náhrada.

## ZÁVĚR

1. Zásadní je rozdělení trochanterických zlomenin na pertrochanterické (31-A1, 31-A2) a intetrochanterické (31-A3) vzhledem k jejich odlišnému chování při repozici. Pertrochanterické zlomeniny jsou výrazně častější (81,5 %). Věk pacientů je vyšší (průměr 80 let) a je zde typická převaha žen proti mužům (3:1). Intetrochanterické zlomeniny se vyskytují u pacientů signifikantně mladších (průměr 72 let). Převaha žen je nižší (1,3:1).
2. U stabilních pertrochanterických zlomenin (31-A1) preferujeme DHS. Nestabilní pertrochanterické (31-A2) a intetrochanterické zlomeniny (31-A3) řešíme dominantně hřebem.
3. Výskyt komplikací je dán především technickými chybami, jako je nedostatečná repozice nebo špatné zavedení implantátů. Vyšší je u intetrochanterických zlomenin. Žádný implantát není schopen kompenzovat operační chyby.
4. Snížení počtu vážných komplikací můžeme dosáhnout správným zhodnocení typu zlomeniny, exaktní operační technikou a včasným řešením případných počínajících komplikací. Stále platí, že je nutné obnovit kontinuitu na mediální straně v oblasti Adamsova oblouku. Řešením pakloubu nebo zhojení ve varozitě je při zachovalém kyčelním kloubu valgizační osteotomie. Při poškození hlavice případně acetabula je jediným řešením náhrada kyčelního kloubu.
5. Předpokladem úspěšného léčení je urgentně a správně provedená osteosyntéza umožňující časnou funkční léčbu a mobilizaci pacienta.



Obr. 21. Obrácený Z-efekt u intetrochanterické zlomeniny při osteosyntéze PFH. Po 2 měsících dochází k dosednutí fragmentů s posunem skluzných šroubů laterálně. Postupně dochází k varizaci proximálního fragmentu. Při asymetrickém rozkladu zátěže a rozdílnému skluzu šroubů dochází k centrální migraci spodního šroubu a laterálnímu posunu proximálního šroubu, tzv. obrácenému Z-efektu. Stav bylo nutné vyřešit totální náhradou kyčle.



Obr. 22. Pacient s intetrochanterickou zlomeninou, osteosyntéza dlahou, pakloub následovaný selháním osteosyntézy. Při reoperaci byla provedena valgizační osteotomie a zlomenina se zhojila při zachování vlastního kyčelního kloubu.

## Literatura

1. AL-YASSARI, G., LANGSTAFF, R. J., JONES, J. W., AL-LAMI, M.: The AO/ASIF Proximal Femoral Nail (PFN) for the treatment of unstable trochanteric femoral fracture. *Injury*, 33, 2002, 395–399.
2. BARTONÍČEK, J., DOUŠA, P., KRBEK, M.: Komplikace osteosyntézy zlomenin horního konce femuru gama hřebem. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 65: 84–99, 1998.
3. BARTONÍČEK, J., FRIČ, V., SKÁLA-ROSENBAUM, J., DOUŠA, P.: Avascular necrosis of the femoral head in pertrochanteric fractures: A report of 8 cases and a review of the literature. *J. Orthop. Trauma*, 2007, 21:229–236.
4. BARTONÍČEK, J.: Complications of trochanteric fractures, in WADDELL, J. (ed): *Fractures of the proximal femur: improving outcomes*. Philadelphia, Elsevier 2010, 151–181.
5. BAUMGARTNER, M. R., CURTIN, S. L., LINDSKOG, D. M., KEGGI, J. M.: The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J. Bone Jt Surg.*, 77-A: 1058–1064, 1995.
6. BENDO, J. A., WEINER, L. S., STRAUSS, E., YANG, E.: Collapse of intertrochanteric hip fractures fixed with sliding screws. *Orthop. Rev.*, 23: 30–37, 1994.
7. BOLDIN, D., SEIBERT, F. J., FANKHAUSER, F., PEICHA, C., GRECHENIG, W., SZYSZKOWITZ, R.: The proximal femoral nail (PFN) – a minimal invasive treatment of unstable proximal femoral fractures: a prospective study of 55 patients with a follow-up of 15 months. *Acta Orthop. Scand.*, 74: 53–58, 2003.
8. BORIANI, S.: The results of a multicenter Italian study on the use of the Gamma nail for the treatment of pertrochanteric and subtrochanteric fractures, a review of 1181 cases. *Chir. Organi Mov.*, 79: 193–203, 1994.

9. BRIDLE, S. H., PATEL, A. D., BIRCHER, M., CALVERT, P. T.: Fixation of intertrochanteric fractures of the femur. A randomized prospective comparison of the gamma nail and the dynamic hip screw. *J. Bone Jt Surg.*, 73-B: 330–334, 1991.
10. ČECH, O., STRYHAL, F.: Moderní osteosyntéza v traumatologii a ortopedii. Praha, Avicenum 1972.
11. ČECH, O., KOŠTÁL, R., VÁCHAL, J.: Nestabilní pertrochanterické zlomeniny – jejich biomechanika, klasifikace a terapie. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 67: 17–27, 2000.
12. DEBRUNNER A., ČECH O.: Biomechanik der Osteosynthese pertrochanter Frakturen. *Z. Orthop.*, 107:516–527, 1969.
13. DE BRUIJN, K., DEN HARTOG, D., TUINEBREIJER, W., ROUKEMA, G.: Reliability of predictors for screw cutout in intertrochanteric hip fractures. *J. Bone Jt Surg.*, 94-A: 1266–1272, 2012.
14. DIMON, J. H., HUGHSTON, J. C.: Unstable intertrochanteric fractures of the hip. *J. Bone Jt Surg.*, 49-A: 440–450, 1967.
15. DOUŠA, P., BARTONÍČEK, J., JEHLIČKA, D., SKÁLA-ROSEBAUM, J.: Osteosyntéza trochanterických zlomenin proximálním femorálním hřebem (PFN Synthes). *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 69: 22–30, 2002.
16. DOUŠA, P.: Subtrochanteric fractures: intramedullary fixation, in WADDELL, J. (ed): *Fractures of the proximal femur: improving outcomes*. Philadelphia, Elsevier 2010, 187–206.
17. DŽUPA, V., BARTONÍČEK, J., SKÁLA-ROSENBAUM, J., PRÍKAZSKÝ, V.: Úmrtí pacientů se zlomeninou proximálního femuru v průběhu prvního roku po úrazu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 69: 39–44, 2002.
18. EWANS, E. M.: The treatment of trochanteric fractures of the femur. *J. Bone Jt Surg.*, 31-B: 190–203, 1949.
19. FLORES, I. A., HARRINGTON, I. J., HELLER, M.: Stability of intertrochanteric fractures treated with a sliding-screw plate. *J. Bone Jt Surg.*, 72-B: 34–40, 1990.
20. FOGAGNOLO, F., KFURI, M., PACCOLA, C. A. J.: Intramedullary fixation of pertrochanteric hip fractures with the short AO-ASIF proximal femoral nail. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 124: 31–37, 2004.
21. GAHR, R. H., LEUNG, K.-S., ROSENWASSER, M. P., ROTH, W.: The Gamma locking nail - ten years results and surgical experience. Reinbek, Einhorn - Presse 1999.
22. GUYER, P., LANDOLT, M., EBERLE, CH., KELLER, H.: Der Gamma-Nagel als belastungsstabile Alternative zur DHS bei der instabilen proximalen Femurfrakturen des alten Menschen. *Helv. Chir. Acta*, 58: 697–703, 1991.
23. HAIDUKEWYCH, G. J.: Intertrochanteric fractures: Ten tips to improve results. *J. Bone Jt Surg.*, 91-A: 712–719, 2009.
24. HEINZ, T., VÉCSEI, V.: Komplikationen und Fehler bei der Anwendung des Gammanagels. *Chirurg*, 65: 943–952, 1994.
25. HESSE, B., GÄCHTER, A.: Complications following the treatment with the Gamma nail. *Arch Orthop Trauma Surg.*, 124: 692–698, 2004.
26. HWANG, J. H., OH, J. K., HAN, S. H., SHON, W. Y., OH, C. W.: Mismatch between PFNA and medullary canal causing difficulty in nailing of the pertrochanteric fractures. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 128: 1443–1446, 2008.
27. KEMPE, I., GROSSE, A., TAGLANG, G., FAVREUL, E.: Le clou gamma dans le traitement à foyer fermé des fractures trochantériennes. Resultats et indications à propos d'une série de 121 cas. *Rev. Chir. Orthop.*, 79: 29–40, 1993.
28. KOŠTÁL, R., DOUŠA, P., BARTONÍČEK J.: PFH (proximální femorální hřeb) - další alternativa osteosyntézy trochanterických zlomenin. *Rozhl. Chir.*, 82: 28–31, 2003
29. KÜNTSCHER, G., MAATZ, R.: Technik der Marknagelung. Leipzig, G. Thieme 1945.
30. LEUNIG, M., MEYER, M., BECJ, M., TRILLER, J., STUPNICKI, A., ZIMMERMANN, H.: Fatal retroperitoneal hemorrhage caused by perforation of guidewire pin for proximal femur fixation. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 122: 61–63, 2002.
31. MCLOUGHLIN SW, WHEELER D, RIDER J, BOLHOFNER B.: Biomechanical evaluation of the dynamic hip screw with two and four-hole side plates. *J. Orthop. Trauma*, 14: 318–323, 2000.
32. MÜLLER, M. E., ALLGÖWER, M., SCHIDER, R., WILLENEGGER, H.: *Manual der Osteosynthese*. Berlin- Heidelberg- New York, Springer 1977.
33. PAJARINEN, J., LINDAHL, J., MICHELSSON, O., SAVOLAINEN, V., HIRVENSALO, E.: Pertrochanteric femoral fractures treated with a dynamic hip screw or proximal femoral nail. *J. Bone Jt Surg.*, 87-B: 76–81, 2005.
34. PAJARINEN, J., LINDAHL, J., SAVOLAINEN, V., MICHELSSON, O., HIRVENSALO, E.: Femoral shaft medialisation and neck-shaft angle in unstable pertrochanteric fractures. *Inter. Orthop.*, 28: 347–353, 2004.
35. PAPASIMOS, S., KOUTSOJANNIS, C. M., PANAGOPOULOS, A., MEGAS, P., LAMBIRIS, E.: A randomized comparison of AMBI, TGN and PFN for treatment of unstable trochanteric fractures. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 125: 462–468, 2005.
36. PARKER, M. J.: Valgus reduction of trochanteric fractures. *Injury*, 24:313–316, 1993.
37. PARKER, M. J., HANDOLL, H. H.: Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 9:CD000093, 2010.
38. PAVELKA, T., MATĚJKA, J., ČERVENKOVÁ, H.: Komplikace osteosyntézy krátkým proximálním femorálním hřebem. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 72: 344–354, 2005.
39. PLATZER, P., THALHAMMER, G., WOZASEK, G. E., VÉCSEI, V.: Femoral shortening after surgical treatment of trochanteric fractures in nongeriatric patients. *J. Trauma*, 64: 982–989, 2008.
40. REGAZONI, P., RÜEDI, T., WINQUIST, R., ALLGÖWER, M.: THE DYNAMIC HIP SCREW IMPLANT SYSTEM. BERLIN, SPRINGER 1985.
41. RUSSELL, T. A.: Subtrochanteric fractures, in WISS, D. A. (ed): *Master techniques in orthopedic surgery. Fractures*. Second edition. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins 2006, 291–322.
42. SCHIPPER, I. B., STEYERBERG, E. W., CASTELEIN, R. M., VAN DER HEIJDEN, F. H. W. M., DEN HOED, P. T., KERVER, A. J. H., VAN VUGT, A. B.: Treatment of unstable trochanteric fractures. Randomized comparison of the Gamma nail and the Proximal femoral nail. *J. Bone Jt Surg.*, 86-B: 86–94, 2004.
43. SIMMERMACHER, R. K. J., BOSCH, A. M., VAN DER WERKEN, C.: The AO/ASIF- Proximal femoral nail (PFN): a new device for the treatment of unstable proximal femoral fractures, *Injury*, 30: 327–332, 1999.
44. SIMMERMACHER, R. K. J., LJUNGQVIST, J., BAIL, H., HOCKERTZ, T., VOCHTELOO, A. J. H., OCHS, U., VAN DER WERKEN, C.: The new proximal femoral nail antirotation (PFNA) in daily practice: Results of a multicentre clinical study. *Injury*, 39: 932–939, 2008.
45. SKÁLA-ROSENBAUM, J., BARTONÍČEK, J., BARTOŠKA, R.: Single-centre study of hip fractures in Prague, Czech Republic, 1997–2007. *Int. Orthop.*, 35: 587–593, 2010.
46. SKÁLA-ROSENBAUM, J., BARTONÍČEK, J., BARTOŠKA, R.: Is distal locking with IMHN necessary in every pertrochanteric fractures? *Int. Orthop.*, 34: 1041–1047, 2010.
47. WALTON, N. P., WYNN-JONES, H., WARD, M. S., WIMHURST, J. A.: Femoral neck-shaft angle in extra-capsular proximal femoral fracture fixation; does it make a TAD of difference. *Injury*, 36: 1361–1364, 2005.
48. WEBER, B. G., ČECH, O.: *Pseudoarthrosen*. Bern, Huber Verlag 1973.
49. WERNER-TUTSCHKU, W., LAJTAI, G., SCHMIEDHUBER, G., LANG, T., PIRKL, C., ORTHNER, E.: Intra- und perioperative Komplikationen bei der Stabilisierung von per- und subtrochantären Femurfrakturen mittels PFN. *Unfallchirurg*, 105: 881–885, 2002.
50. WINDOLF, J., HOLLANDER, D. A., HAKIMI, M.: Proximal femoral nail (PFN): pitfalls and complications in the use of the proximal femoral nail. *Langenbecks Arch. Surg.*, 390: 59–65, 2005.

**Korespondující autor:**

Doc. MUDr. Pavel Douša, CSc.

Ortopedicko-traumatologická

klinika 3. LF UK a FNKV

Šrobárova 50

100 34 Praha 10

E-mail: dousa@fnkv.cz