

# Vyšetření zlomenin horního konce femuru magnetickou rezonancí (MR) – přínos pro praxi

## Magnetic Resonance Imaging for Examination of Proximal Femoral Fractures: Its Contribution to Clinical Medicine

M. KUNEŠOVÁ<sup>1</sup>, K. KOUDELA JR.<sup>2</sup>, K. KOUDELA SR.<sup>2</sup>, J. KOUDELOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Radiodiagnostická klinika LF UK a FN Plzeň

<sup>2</sup> Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí LF UK a FN Plzeň

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

The aim of the study was to find out, by magnetic resonance (MR) imaging, the degree of blood supply impairment in the femoral head in proximal femur fractures.

#### MATERIAL

Twenty-eight patients, 22 women and six men, aged between 49 and 96 years (average, 75.2 years) were evaluated. Twenty-six patients were examined within 2–48 hours of injury, one patient at 72 hours (3 days) and one at 144 hours (6 days). Two groups were made: A, including 18 patients with an intra-articular fracture of the femoral neck, and B, consisting of 10 patients with an extra-articular fracture (per- to subtrochanteric fractures) for comparison.

#### METHODS

Native and contrast-enhanced (intravenous injection of Magnevist) MR images were obtained. An MR pulse sequence permitting fat signal suppression (T1, TSE, FS) was used in coronal and transversal planes.

#### RESULTS

In all B group patients, enhancement in the femoral head following contrast medium application was seen as even; enhancement was also shown in two group A patients with locked fractures. These results indicated that blood supply to the femoral head remained intact. Five group A patients showed enhancement in some areas of the femoral head only, and this finding corresponded to partial damage to the femoral vasculature. In the remaining 11 patients of group A, no post-contrast enhancement could be distinguished. This finding suggested extensive damage to the femoral vasculature associated with a high risk of post-traumatic avascular necrosis (AVN). In the contralateral femurs of the patients from both groups, contrast enhancement in the femoral head was fully visualized, with the exception of one patient whose contralateral femoral head showed signal alteration typical of advanced AVN (non-traumatic in origin).

#### DISCUSSION

The authors recommend the use of this method in patients with intra-articular fractures of the femoral neck that are between 40 and 65 years of age. For this patient category, MR results have a crucial role in the choice of an appropriate therapy including the surgical procedure to be used (osteosynthesis vs total hip arthroplasty /THA/). To perform osteosynthesis of the femoral neck is less demanding in terms of surgical skills and treatment costs than THA. Since the former method preserves the femoral head, it is preferred if blood supply is not disturbed. THA is the method of choice in hips with impaired blood supply to the femoral head and with a high risk of post-traumatic AVN.

**Key words:** magnetic resonance, sequence with fat signal suppression, fracture of the proximal femur, avascular necrosis of the femoral head.

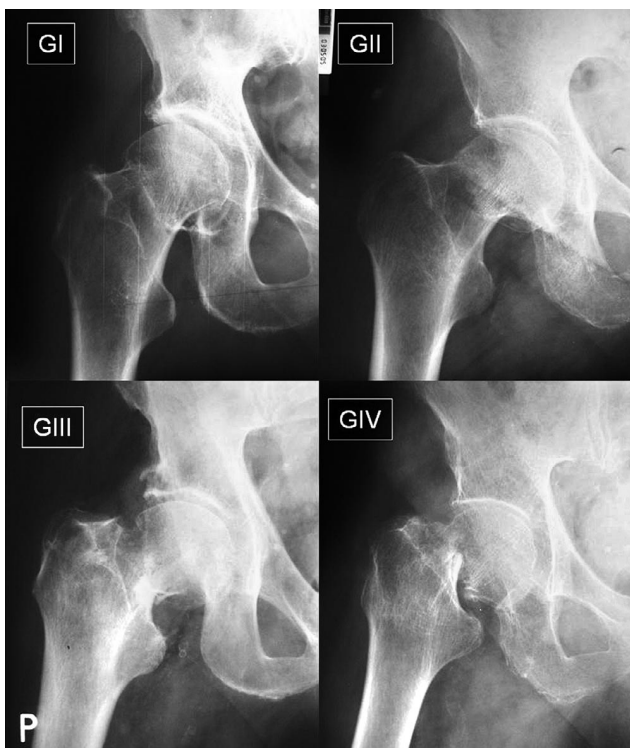
### ÚVOD

Hlavním úkolem naší práce bylo najít vhodnou vyšetřovací metodu, která by sloužila ke zhodnocení rizika vzniku poúrazové avaskulární nekrózy (AVN) hlavice kyčelního kloubu u fraktur krčku femuru. Metoda by měla pomoci při volbě vhodného léčebného postupu (aloplastika, osteosyntéza – OS, konzervativní terapie) u vybrané věkové skupiny pacientů.

AVN hlavice femuru vzniká na podkladě ischemie. Její etiologie je multifaktoriální. 10–20 % případů je pri-

mární etiologie. Sekundární AVN se vyvíjí buď na podkladě traumatickém, nebo netraumatickém.

Mezi nejčastější netraumatické příčiny AVN femorální hlavice patří zejména abnormální anatomie, záněty, degenerativní změny kloubů a kostí, expozice toxických látek (etylalkohol, nikotin) či užívání některých léků (kortikosteroidy, cytostatika). Dále je výskyt AVN spojen s aktinoterapií (postiradiační) a dysbarií, s metabolickými a endokrinními poruchami nebo chorobami krve (hemoglobinopatie, srpkovitá anémie, polycyté-



Obr. 1. Rtg-snímky: klasifikace fraktur krčku femuru podle Gardena (G I-G IV)

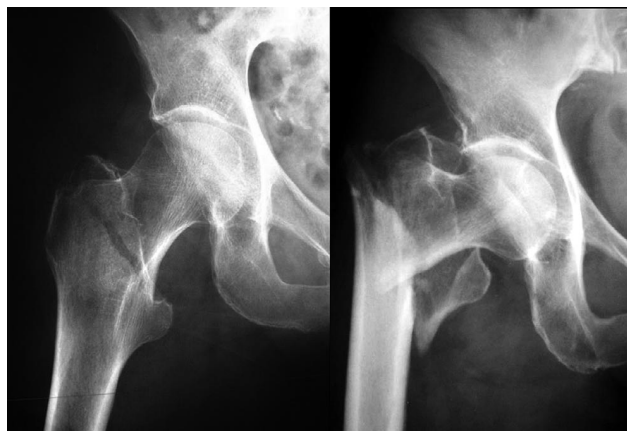
mie), Gaucherovou chorobou, kolagenózami a dalšími stavy (11).

Potraumatické AVN vznikají u nitrokloubních fraktur, luxací a luxačních fraktur krčku a u zlomenin hlavičky femuru. Dislokovaná nitrokloubní fraktura proximálního femuru je vůbec nejčastější příčinou AVN. Potraumatická AVN vzniká obvykle 1–3 roky po úrazu, výjimečně se objevuje i později (až po 9 letech).

V patogenezi potraumatické AVN se uplatňuje porucha krevního zásobení. Ta nastává buď na podkladě přerušení cévy (trauma), její intraluminální okluze (tukový embolus), nebo útlakem zvenčí (edém kostní dřevě, hemartros). Porucha cévního zásobení vede k ischemii s rizikem vzniku AVN.

Fraktury horního konce femuru se rozdělují na intrakapsulární – kapitální, subkapitální, transcervikální (obr. 1) a extrakapsulární – bazicervikální, intertrochanterická, pertrochanterická a vysoká subtrochanterická (6) (obr. 2). U intrakapsulárních fraktur je AVN nejčastější komplikací, vzniká u 15–35 % případů (6). Na poměrně vysokém výskytu AVN právě u tohoto typu fraktur má hlavní podíl anatomická dispozice – uspořádání cévního zásobení proximálního konce femuru (6). Čím je linie lomu na krčku femuru blíže hlavičce, tím je riziko poškození cévního zásobení větší a tím vyšší je i riziko vzniku AVN (10). Rozsah vzniklého defektu prokrvení hlavičky femuru je úměrný pravděpodobnosti vzniku potraumatické AVN (2).

Hemopoetická, neboli červená kostní dřevě obsahuje 40 % tuku, 40 % vody a 20 % bílkovin.



Obr. 2. Rtg-snímky: vlevo bezicervikální fraktura, vpravo pertrochanterická fraktura

Tuková, neboli žlutá kostní dřevě se skládá z 80 % tuku, 15 % vody a 5 % bílkovin (5,13).

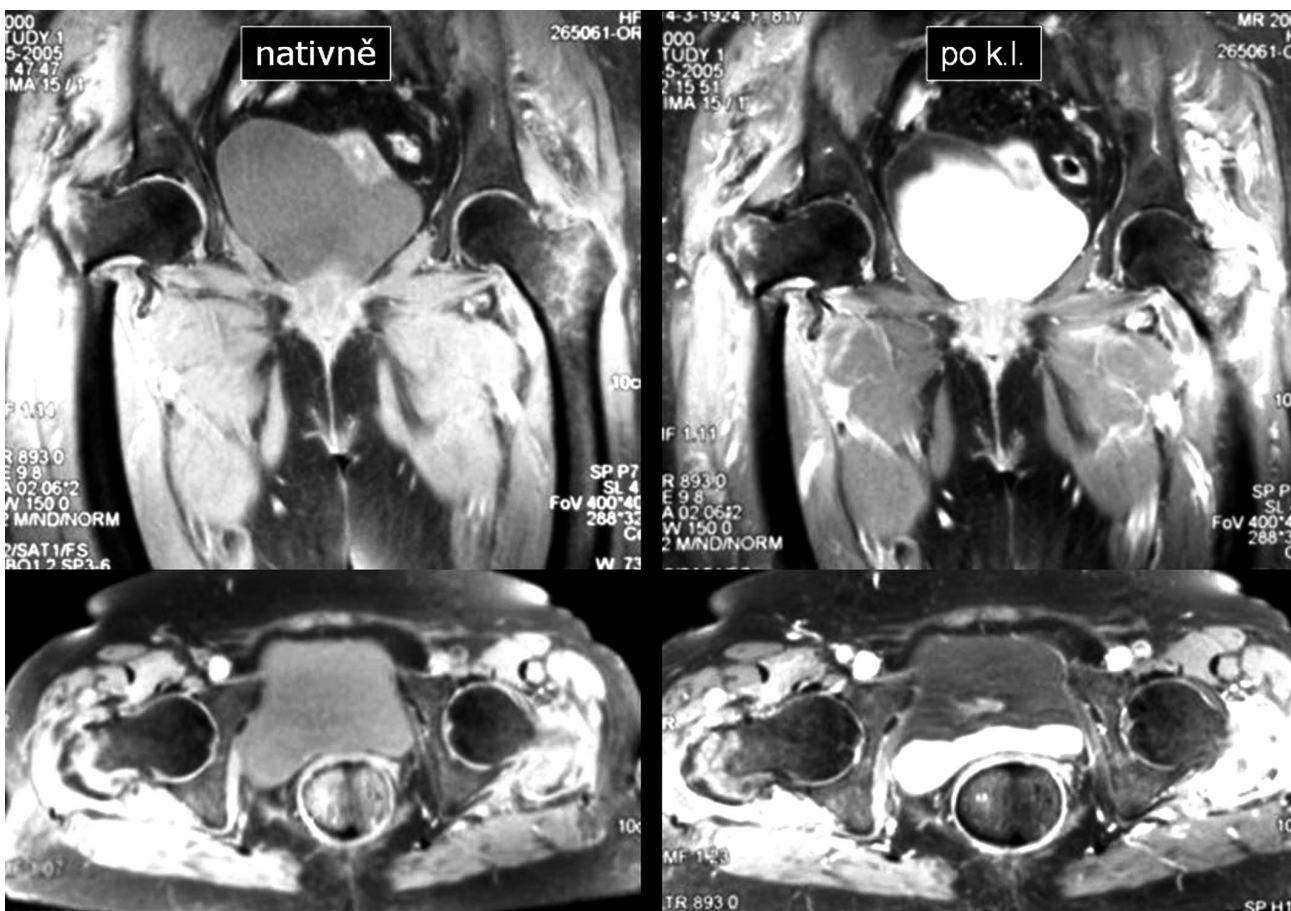
Množství červené a tukové kostní dřevě je závislé na věku osoby a lokalizaci ve skeletu.

Při narození se červená kostní dřevě nachází téměř v celém skeletu, kromě článků prstů rukou a nohou. Chrupavčité epifyzy a apofýzy během osifikace kostní dřevě také neobsahují. V průběhu růstu a vývoje jedince dochází k postupné konverzi červené kostní dřevě v tukovou. U dětí představuje tuková kostní dřevě 15 % veškerého objemu kostní dřevě, u 80letých tvoří až 60 % jejího objemu. Tuková konverze kostní dřevě postupuje na skeletu končetiny od periferie proximálně a také v rámci jednotlivých kostí probíhá od jejich distálního k proximálnímu konci.

Ve věku 20–25 roků se červená dřevě nachází pouze v částech obratlů, sternu, žebrech, klíčcích, lopatkách a v proximálních metafýzách femurů a humerů (5, 13).

Spongiózu femorální hlavičky vyplňuje v dospělosti především žlutá kostní dřevě. V krčku femuru naopak převládá dřevě červená (Trueta – citace v č. 1), i zde však dochází k její postupné tukové konverzi.

Jestliže je přeměna v tukovou kostní dřevě pokročilejší, je výrazněji redukována vaskularizace ve femorální hlavičce. Riziko vzniku AVN je tedy vyšší. Do této rizikovější skupiny patří například pacienti, kteří jsou léčeni steroidy, nemocní v dlouhodobém hemodialyzačním programu či po transplantacích (5).



Obr. 3. MR vyšetření u extrakapsulární fraktury proximálního konce pravého femuru se zachovaným cévním zásobením – enhancement E 1, vlevo inveterovaná pertrochanterická fraktura: vlevo nativní MR vyšetření – nahoře v koronární rovině, dole v transverzální rovině; vpravo postkontrastní MR vyšetření se zachovaným enhancementem – nahoře koronární řez, dole transverzální řez

V kostní dřeni se nacházejí tři typy buněk, jsou to buňky hemopoetické, osteocyty a buňky tukové. Hemopoetické buňky jsou nejcitlivější na ischemii, žijí 6–12 hodin od ischemické příhody, osteocyty přežívají 12–48 hodin. Nejrezistentnější na ischemii jsou buňky tukové, které mohou přežít více než 5 dní (5).

Při akutní poruše cévního zásobení může vzniknout dřevná ischemie. V případě přechodné ischemie nastává obvykle návrat k normálu během několika týdnů či měsíců. Pokud je poškození ireverzibilní, následuje vývoj infarktu. Dřevný infarkt lokalizovaný v subchondrální kosti se nazývá avaskulární nekróza (13). Označení „kostní infarkt“ je v užším slova smyslu používáno pro (meta)diafyzární lokalizaci ischemie.

Pro pochopení mechanismu vzniku AVN hlavičky femuru je nezbytné se zmínit o uspořádání cévního zásobení v této oblasti. Cévy přicházejí k proximálnímu konci femuru ze tří zdrojů:

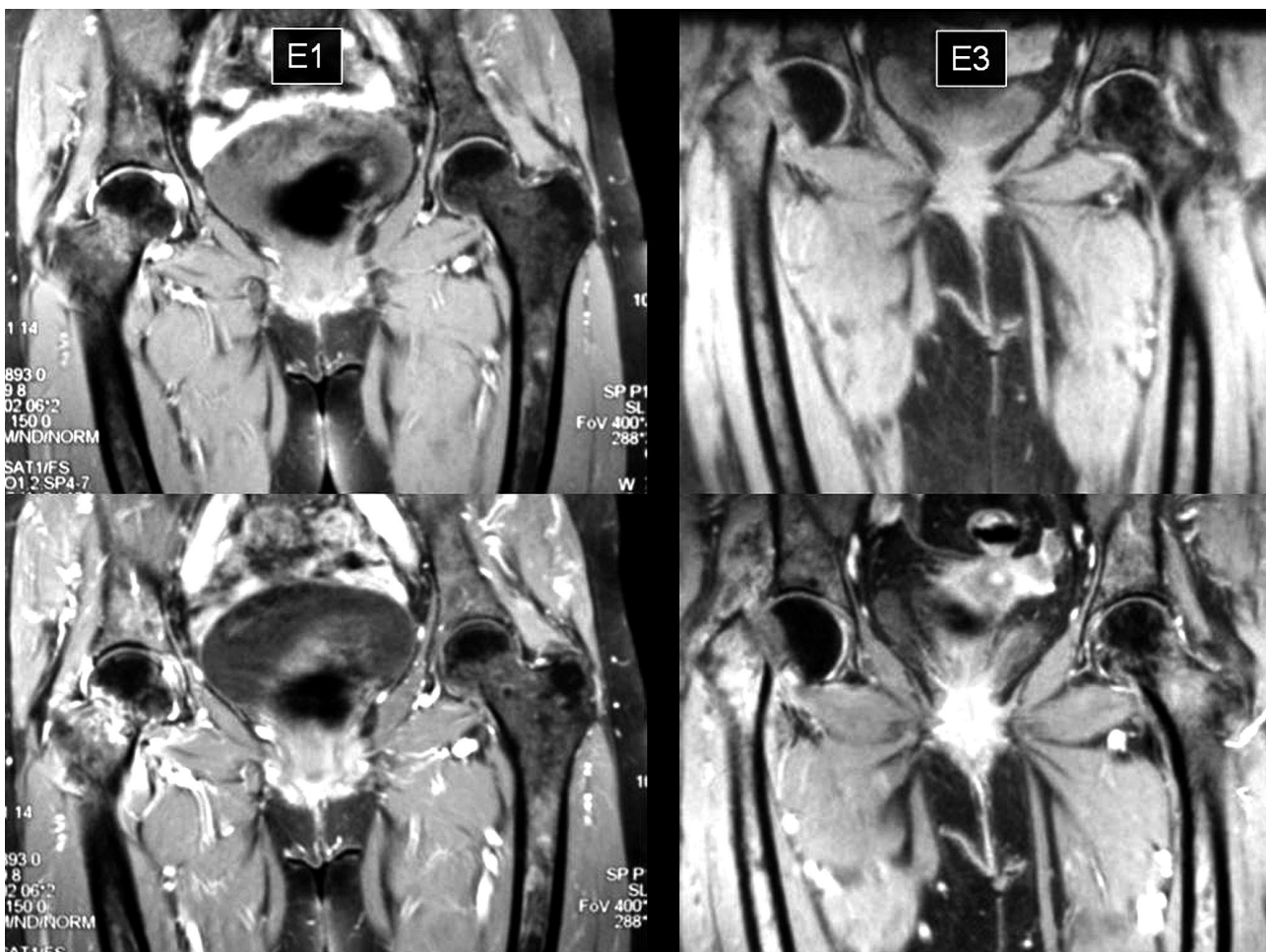
- 1) perikapsulární okruh při bazi krčku,
- 2) větvička r. acetabularis a. obturatoriae v lig. capitis femoris,
- 3) ramus ascendens a. nutriciae femoris.

Nejvýznamnějším zdrojem cévního zásobení pro hlavičku femuru je r. profundus a. circumflexae femoris

medialis (ACFM) – zásobuje cca 2/3 objemu hlavičky. Dalším významným zdrojem je r. transversus a. circumflexae femoris lateralis (ACFL) (1, 4, 6, 13).

Cévy zásobující proximální konec femuru a kyčelní kloub tvoří anastomotické okruhy, které jsou individuálně variabilní (1). Z bazálního perikapsulárního okruhu, který tvoří ACFM, ACFL a větve svalových artérií, odstupují krčkové arterie. Ty pronikají intraartikulárně a většina z nich vstupuje do Weitbrechtových retinakul jako aa. retinaculares, které přecházejí subsynoviálně a po povrchu kosti (krčku) až k okrajům kloubní chrupavky hlavičky. Zde cévy vytvářejí další anastomotický okruh – circulus vasculosus subsynovialis Hunteri. Z tohoto okruhu odstupují epifyzární arterie, které perforují hlavičku femuru při okraji kloubní chrupavky, vstupují intraoseálně a směřují do centra hlavičky, kde vytvářejí anastomotickou síť. Cévy v lig. capitis femoris pronikají do fovea capitis femoris a zásobují nevelkou přilehlou část hlavičky femuru. R. ascendens a. nutriciae femoris může v dospělosti vytvářet anastomózy s metafyzárními větvemi retinakulárních cév (1).

Z výše popsaného vulnerabilního uspořádání cévního zásobení vyplývá vysoké riziko poškození cév u intrakapsulárních fraktur proximálního konce femuru (1, 4,



Obr. 4. MR vyšetření v koronární rovině u intrakapsulární fraktury krčku femuru: vlevo zachované cévní zásobení (zaklíněná fraktura krčku pravého femuru) – enhancement E1 (nahore nativní, dole postkontrastní vyšetření); vpravo zcela porušené cévní zásobení (dislokovaná fraktura krčku pravého femuru) – enhancement E3 (nahore nativní, dole postkontrastní vyšetření)

6, 13). Rozsah poškození je pak závislý na tom, v kterém místě je cévní zásobení porušeno a na množství a variabilitě anastomóz mezi jednotlivými cévními okruhy a tepnami.

U pacientů s frakturou krčku femuru může dojít k poranění jak extraoseálního, tak intraoseálního cévního zásobení. Poranění extraoseálních cév závisí na rozsahu dislokace fraktury v době úrazu. K porušení velkých intraoseálních cév dochází, když linie lomu zasahuje přes celou kraniolaterální část hlavičky nebo krčku (2). Cévní poškození může vzniknout také sekundárně – iatrogeně během repozice a vnitřní fixace (OS), zvláště u malrotace odlomené hlavičky (2).

Trochanterický region je umístěn extrakapsulárně a přijímá cévní zásobení z větví ACFM, ACFL a ze svaluových artérií v okolí obou trochanterů. Pertrochanterické fraktury zpravidla nevedou k AVN femorální hlavičky (1, 4, 6, 13).

#### MATERIÁL A METODIKA

Nitrokloubní fraktury krčku femuru (**skupina A**) jsme klasifikovali z prostého rentgenového snímku podle Gar-

dena (G I – neúplná abdukční nebo zaklíněná fraktura, G II – kompletní fraktura bez dislokace, G III – kompletní fraktura ve varózním postavení s částečnou dislokací, G IV – kompletní fraktura s úplnou dislokací) (4, 6) (obr. 1).

Vyšetření magnetickou rezonancí (MR) jsme prováděli na přístroji firmy Siemens Magnetom Avanto 1,5 Tesla. Použili jsme turbo spin echo sekvenci (TSE) v T1 váženém obraze (v.o.) v kombinaci se sekvencí k potlačení signálu tuku – spektrum Fat Sat (FS). Vyšetření bylo provedeno nativně a po intravenózní (i.v.) aplikaci 20 ml paramagnetické kontrastní látky (Magnevist). Nativní část vyšetření jsme zhotovili v koronární a transverzální rovině (obě sekvence zhotoveny za 6–7 minut). Postkontrastní skeny následovaly ihned po aplikaci kontrastní látky (k.l.), nejprve v koronární a transverzální rovině (obě sekvence zhotoveny za 6–7 minut) a následně opět v koronární rovině (sekvence zhotovena za 4–5 minut). Sledovali jsme sycení kontrastní látkou (enhancement) (obr. 3, 4).

V okolí linie lomu byl nativně vždy přítomen hyperintenzivní pruh způsobený krvácením do kostní dřeně, u intrakapsulárních fraktur zčásti také intrakapsulárním

hematomem. Signální změny a enhancement jsme posuzovali nad úrovní tohoto hematomu – na nativním a postkontrastním vyšetření jsme srovnávali intenzity signálu ve stejných částech hlavice. Prováděli jsme také orientační kvantitativní hodnocení (v „kruhových oblastech zájmu“ – obdobně jako měření denzity na CT). Sledovali jsme postkontrastní nárůst enhancementu, který je odrazem stupně zachované perfuze (obr. 5).

Pro komparaci jsme pomocí MR vyšetření sledovali prokrvení hlavice i u mimokloubních fraktur horního konce femuru ( bazicervikální až vysoké subtrochanterické zlomeniny ) – skupina B a v obou skupinách A + B jsme hodnotili také perfuzi kontralaterální hlavice femuru .

Na MR jsme určovali rozsah postkontrastního enhancementu jako E 1 – úplný (obr. 3, 4), E 2 – částečný (enhancement jen v některých okřscích hlavice) nebo E 3 – žádný (obr. 4) (7, 8, 9). Celková doba vyšetření byla maximálně 30 minut (i s přípravou pacienta). MR vyšetření bylo provedeno v průběhu 2–48 hodin od úrazu u 26 pacientů, u dvou pacientů byl časový odstup od úrazu delší (3 a 6 dní).

## VÝSLEDKY

Tab. 1

Typ fraktury	Celkové počty pacientů	MR – typ enhancementu		
		E 1	E 2	E 3
Mimokloubní (B skupina)	10	10		
Nitroklobní (A skupina)	G I	3	2	1
	G II	1		1
	G III	6	2	4
	G IV	8	3	5
Výsledky	28	12	5	11

### Legenda

Enhancement:

E 1 = úplný

E 2 = částečný

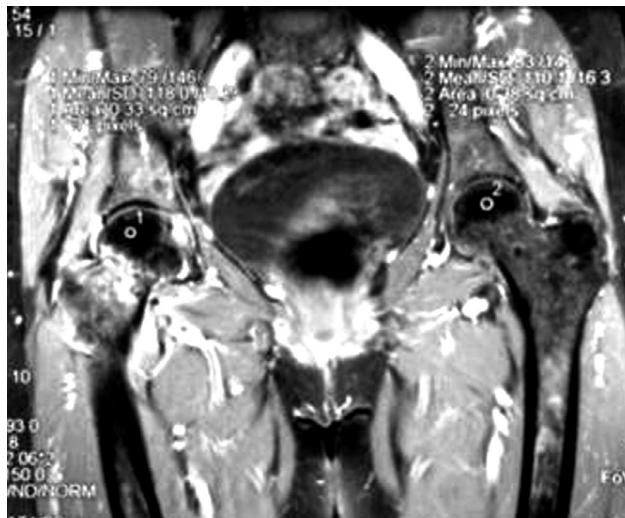
E 3 = žádný

**Ve skupině A** s nitroklobní frakturou krčku femuru jsme vyšetřili 18 pacientů ( hodnocení podle Gardnera: G I – 3 pacienti, G II – 1 pacient, G III – 6 pacientů, G IV – 8 pacientů). U 2 pacientů s nedislokovanou frakturou G I byl patrný kompletní enhancement femorální hlavice (E 1). Další 2 pacienti s nedislokovanou frakturou G I a G II neměli žádný postkontrastní enhancement hlavice (E 3).

U pacientů s dislokovanou frakturou typu G III měli 2 nemocní enhancement pouze částečný (E 2), u zbylých 4 enhancement zcela chyběl (E 3).

Tři pacienti ze skupiny s dislokovanou frakturou G IV měli částečně zachovaný postkontrastní enhancement (E 2), u 5 nebyl enhancement patrný (E 3).

V jednom případě byla při vyšetření MR jako vedlejší nález zároveň prokázána netraumatická AVN staršího data v kontralaterální femorální hlavici (obr. 3). U další nemocné fraktura krčku sice odpovídala na prostém rentgenovém snímku nedislokovanému typu G I, na následně provedeném MR vyšetření jsme však již



Obr. 5. MR vyšetření u zaklíněné fraktury krčku pravého femuru se zachovaným cévním zásobením; kvantitativní měření nárůstu postkontrastního enhancementu v „kruhových oblastech zájmu“

zjistili výraznou dislokaci odpovídající typu G IV (došlo k ní zřejmě sekundárně při manipulaci s pacientkou).

**Ve skupině B** s mimokloubní frakturou proximálního konce femuru jsme zaznamenali úplný enhancement po aplikaci k.l. (E 1) u všech 10 pacientů. U 1 nemocné s pertrochanterickou frakturou pomohlo MR vyšetření navíc odhalit také druhostrannou inveterovanou nedislokovanou pertrochanterickou frakturu se 14denní úrazovou anamnézou. V případech mimokloubních fraktur jsme také pravidelně pozorovali rozsáhlejší hematomy v okolních měkkých tkáních a prokrvení v dřevěné dutině přilehlých partií femuru.

Enhancement po aplikaci k.l. v případě zachovaného cévního zásobení stoupal většinou o 20 až 80 jednotek. Na tomto poměrně velkém rozptylu se podílí zejména individuálně rozdílná bohatost cévního zásobení v epifyze femorální hlavice. Proto je při hodnocení nálezů vždy bezpodmínečně nutná komparace s kontralaterální femorální hlavicí. Za korelát zcela porušeného cévního zásobení považujeme chybění postkontrastního enhancementu hlavice, popř. jeho minimální vzestup (maximálně však do 10 jednotek). Jako částečné porušení cévního zásobení klasifikujeme případy, kdy v některém okřsku odlomené hlavice enhancement chybí nebo je (při porovnání s kontralaterální hlavicí) zřetelně snížen. Důležité je zhodnocení stupně zachované perfuze zejména v hlavní zátěžové zóně (oblast zásobena laterálními epifyzárními tepnami), která je predilekční lokalizací AVN.

## DISKUSE

MR vyšetření je neinvazivní metoda, která je vysoce senzitivní pro identifikaci změn v kostní dřeni. Pro jejich hodnocení jsou nejcitlivější vyšetření v T1 v.o. Pro

pochopení signálních změn ve fyziologické i patologicky změněné kostní dřeni je nezbytné znát její složení.

Významnou složkou červené a hlavně žluté kostní dřene je tuk. Na MR vyšetření je tuk v T1 v.o. světlý (hyperintenzivní). V T2 v.o. vidíme tuk spíše jako světle šedý (intermediální signál).

Tuková (žlutá) kostní dřeň je v T1 v.o. izointenzivní (stejný signál) s podkožním tukem, signální intenzita červené kostní dřene se pohybuje mezi signálními intenzitami podkožního tuku a kosterního svalstva (je tedy „tmavší“ než dřeň žlutá). V T2 v.o. mají žlutá i červená kostní dřeň téměř stejné signální intenzity (jsou hyperintenzivní v porovnání se svaly, mají však nižší intenzitu signálu než voda) (13).

Při hodnocení signálních změn (zejména postkontrastního enhancementu) vzniklých v kostní dřeni v souvislosti s akutní porázovou ischemií hlavice je vyšetření v „klasickém“ T1 v.o. nepřínosné. Signální změny totiž splývají (zanikají) v terénu fyziologicky vysoké intenzity signálu, který dává tuková složka v kostní dřeni. Je tedy nutné signál tuku vhodným způsobem eliminovat. Proto jsme při vyšetření fraktury krčku femuru použili sekvenci TSE v T1 v.o. v kombinaci se sekvencí k potlačení signálu tuku – FS. V této sekvenci má tuk tmavý vzhled (je výrazně hypointenzivní), takže na tomto „černém pozadí“ jsou dobře diferencovatelné patologické signální změny kostní dřene a také charakter sycevní kontrastní látkou.

MR vyšetření k posouzení perfuze hlavice je ideální provést bezprostředně po úrazu. V literatuře je doporučován maximální odstup od úrazu do 48 hodin (7, 9). My tento časový interval také považujeme za vhodný, později se totiž na event. poruše cévního zásobení femorální hlavice mohou uplatnit extravaskulární faktory (komprese cév narůstajícím edémem kostní dřene a hematodem), aniž by céva byla primárně přerušena traumatem. Nejpozději do 48 hodin je z tohoto důvodu také vhodné provést případnou osteosyntézu.

Na našem pracovišti jsme zhotovili MR vyšetření u 26 pacientů do 48 hodin po úrazu, 1 nemocný byl vyšetřen až 3 dny a další s inveterovanou frakturou dokonce 6 dní po úrazu. U nemocné vyšetřené 3 dny po úrazu s frakturou typu G IV bylo prokrvení hlavice kompletně porušeno. U pacienta s frakturou typu G I, u kterého bylo provedeno vyšetření 6 dní po úrazu, bylo zcela zachované cévní zásobení odlomené femorální hlavice.

U jedné pacientky z našeho souboru (s nitrokloubní frakturou), byla původně nedislokovaná fraktura krčku typu G I při MR vyšetření již evidentně dislokována. K posunu došlo zjevně při manipulaci s nemocnou.

Stejně jako jiní autoři – Kamano, Lang (8, 12) předpokládáme, že u pacientů s **úplným enhancementem hlavice (typ E 1)** na postkontrastním MR vyšetření nedojde později ke vzniku AVN. V případě **chybějícího postkontrastního enhancementu (typ E 3)** existuje vysoké riziko vzniku AVN. U pacientů s **částečným postkontrastním enhancementem (typ E 2)** je prognóza nejistá, nelze vyloučit, že se AVN vyvine (8,12).

V případech, kdy bylo porušeno cévní zásobení, měla odlomená hlavice sníženou intenzitu signálu většinou již na nativním MR vyšetření (v porovnání s kontralaterální femorální hlavicí). Tento náález si vysvětlujeme redukováním prokrvením. Po intravenózní aplikaci kontrastní látky se rozdílná intenzita hlavic ještě více ozřejmila.

U pacientů s pokročilejší tukovou přeměnou kostní dřene proximálního konce femuru (např. starší pacienti) je obvykle cévní síť v hlavicích femurů chudší. U těchto nemocných byly tedy hůře diferencovatelné rozdíly perfuze v odlomené hlavicí (nativně i postkontrastně) v porovnání s nepostiženou kontralaterální hlavicí. Právě u této skupiny pacientů bylo kvantitativní měření a porovnání intenzit (měření v „kruhových oblastech zájmu“) na nativním a postkontrastním vyšetření největším přínosem.

## TERAPIE NITROKLOUBNÍ FRAKTURY HORNÍHO KONCE FEMURU

U nitrokloubní fraktury horního konce femuru jsou voleny tři základní terapeutické postupy v závislosti na věku a kondici pacienta (vždy je však nezbytná šetrná manipulace s pacientem, aby se předešlo dislokaci fraktury a tím i sekundárnímu porušení původně zachovaného cévního zásobení femorální hlavice!):

1. Konzervativní metody léčby jsou vyhrazeny pro některé pacienty s nedislokovanou nebo zaklíněnou frakturou typu G I a zejména pro pacienty z interního hlediska neúnosné k operaci.
2. Osteosyntéza (kanylované šrouby, dynamický skluzný šroub – DHS apod.)  
Aloplastiky (totální endoprotéza -TEP, cervikokapitální endoprotéza – CCP)
3. U operačních postupů je základním požadavkem opeřovat co nejdříve a co nejšetrněji, abychom zabránili iatrogennímu poškození (správná volba typu incize pouzdra, nezakládání elevatoria do prostoru mezi pouzdro a horní okraj krčku) (1,3). Metody volby jsou však odlišné v jednotlivých věkových skupinách pacientů. U mladých jedinců (asi do 40 roků) se provádí výlučně osteosyntéza (OS). U starších nemocných ve věku 70–80 roků je indikovaná TEP, nad 80 roků CCP.  
Ve věkovém rozmezí 40–65 roků by mělo stanovení léčebného postupu záviset na stavu prokrvení hlavice. Právě u této skupiny pacientů může být MR vyšetření velkým přínosem, neboť nám umožní posoudit perfuzi hlavice, a tím napomoci volbě adekvátní terapie (OS nebo aloplastika a u fraktury typu G I event. i konzervativní léčba).

## ZÁVĚR

Výše popsané MR vyšetření navrhujeme jako metodu volby u konkrétní věkové skupiny pacientů (40–65 roků) s akutní nitrokloubní frakturou krčku femuru. Posouzení prokrvení odlomené hlavice má klíčový význam ve volbě vhodné terapie.

**Literatura**

1. BARTONÍČEK, J., HEŘT, J.: Základy klinické anatomie pohybového aparátu. Praha, Maxdorf 2004.
2. CALANDRUCCIO, R. A., ANDERSON, W. E.: Post-fracture avascular necrosis of the femoral head: correlation of experimental and clinical studies. Clin. Orthop. Relat. Res., 152: 49–84, 1980.
3. ČECH, O. et al.: Stabilní osteosyntéza v traumatologii a ortopedii. Praha, Avicenum 1982.
4. DUNGL, P. et al.: Ortopedie. Praha, Grada, Avicenum 2005.
5. EDELMAN, R. R., HESSELINK, J. R., ZLATKIN, M. B.: Clinical magnetic resonance imaging. Philadelphia, Saunders 1996.
6. GREENSPAN, A.: Orthopedic Radiology. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins 2000.
7. HIRATA, T., KONISHIIEKE, T., KAWAI, A., SATO, T., INONE, H.: Dynamic magnetic resonance imaging of femoral head perfusion in femoral neck fracture. Clin. Orthop. Relat. Res., 393:294–301, 2001.
8. KAMANO, M., NARITA, S., HONDA, Y., FUKUSHIMA, K., YAMANO, Y.: Contrast enhanced magnetic resonance imaging for femoral neck fracture. Clin. Orthop. Relat. Res., 350: 179–186, 1998.
9. KONISHIIEKE, T., MAKIHATA, E., TAGO, H., SATO, T., INOUE, H.: Acute fracture of the neck of the femur. An assessment of perfusion of the head by dynamic MRI. J. Bone Jt Surg., 81-B: 596–599, 1999.
10. KOUDELA, K. et al.: Ortopedická traumatologie. Praha, Karolinum 2002.
11. KOUDELA, K. et al.: Ortopedie. Praha, Karolinum, 2004.
12. LANG, P., MAUZ, M., SCHORNER, W., SCHWETLICK, G., HENKES, H., BERTHEZENE, Y., GRAMPP, S., JERGENSEN, H.E., MUHLER, A., FELIX, R.: Acute fracture of the femoral neck: assessment of femoral head perfusion with gadopentetate dimeglumine – enhanced MR imaging. Amer. J. Roentgenol., 160: 335–341, 1993.
13. RESNICK, D., KRANSDORF, M. J.: Bone and Joint Imaging. Philadelphia, Elsevier Saunders 2005.

MUDr. Martina Kunešová,  
Radiodiagnostická klinika LF UK a FN Plzeň,  
Alej Svobody 80,  
304 60 Plzeň  
E-mail: kunesovam@fnplzen.cz

---

Tato práce je podpořena výzkumným záměrem MSM0021620819,  
„Náhrada a podpora funkce některých životně důležitých orgánů“.

Práce byla přijata 6. 6. 2006.