
**KLINIKA DĚTSKÉ CHIRURGIE, ORTOPEDIE A TRAUMATOLOGIE
LÉKAŘSKÁ FAKULTA MASARYKOVY UNIVERZITY**

DISERTAČNÍ PRÁCE

**ZLOMENINY PROXIMÁLNÍHO FEMURU
U DĚTÍ A ADOLESCENTŮ
– KLINICKÁ A EXPERIMENTÁLNÍ STUDIE**

**Řešitel:
Školitel:
Doba studia:**

**MUDr. Marcel Guřan
Prof. MUDr. Petr Gál, Ph.D., MBA
2002–2008**

OBSAH

OBSAH.....	2
PODĚKOVÁNÍ.....	4
1.1. ÚVOD	5
1.1. Dětská traumatologie.....	5
1.2. Vlastnosti dětské kosti	7
1.3. Hojení dětského skeletu	8
1.4. Miniinvazivní osteosyntéza	9
1.5. Zlomeniny krčku stehenní kosti	10
1.6. Etiologie.....	11
1.7. Incidence.....	11
1.8. Anatomické poznámky.....	12
1.9. Dělení a klasifikace	15
1.10. Coxa vara adolescentium	17
1.11. Klinické příznaky	20
1.12. Diagnostika	20
1.13. Léčba zlomenin proximálního femuru u dětí.....	20
1.14. Komplikace a prognóza	23
1.15. Cíle dizertační práce.....	26
2. ZLOMENINY PROXIMÁLNÍHO FEMURU U DĚTÍ ADOLESCENTŮ	27
2.1. Úvod	27
2.2. Metodika	28

2.3. Výsledky	29
2.4. Diskuze	34
2.5. Závěr.....	36
3. VLIV INTRAKAPSULÁRNÍHO TLAKU NA ROZVOJ ASEPTICKÉ NEKRÓZY HLAVICE STEHENNÍ KOSTI U MINIATURNÍCH PRASAT	37
3.1. Úvod	37
3.2. Materiál a metodika	38
3.2.1. Anestézie u experimentálních zvířat	39
3.2.2. Chirurgický výkon	40
3.3. Výsledky.....	46
3.4. Diskuze	48
3.5. Závěr.....	51
4. ZÁVĚRY DIZERTAČNÍ PRÁCE	52
5. LITERATURA	53
6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	58
7. SEZNAM VYOBRAZENÍ.....	59

PODĚKOVÁNÍ

Moje poděkování patří všem spolupracovníkům, kteří mě podpořili a pomohli mi v průběhu doktorského studia. Za všechny bych chtěl jmenovat mého školitele, Prof. MUDr. Petra Gála, Ph.D., MBA za odborné vedení a přátelský přístup.

Marcel Guřan, Zlín 2009

1. Úvod

1.1. Dětská traumatologie

V České republice až do poloviny minulého století neexistovaly samostatné kliniky ani dětská traumatologická centra. První informace ze zahraničí k nám pronikly na konci čtyřicátých let 20. století. Americký lékař Blount si všiml některých zvláštností dětské kostry a popsal je v prvním uceleném díle. Pod vlivem Blountových hlavních myšlenek (spontánní remodelace některých dislokací, radikálně konzervativní metoda léčby zlomenin dětského skeletu) začaly vznikat první souhrnné monografie o dětských poraněních i u nás. V roce 1948 vyšla první učebnice s názvem „Dětské zlomeniny“, která přinesla z počátku širokou diskusi až rozpaky, ale postupem času se stala základním výchozím literárním pramenem. Mezi další významné monografie je nutné uvést Havránkovy „Dětské zlomeniny“ z roku 1991. Ve své době označovali autoři této monografie popsané postupy za radikální konzervatismus, který má své základy v monografiích Ranga nebo Rockwooda. Brněnská škola dětské traumatologie byla v předrevoluční době reprezentována jmény jako Mazal, Vojta, Stehlík nebo Chvátal. Není možné nezpomenout spolupráci s ortopedickými chirurgy té doby jako byl Frejky nebo Fait. Na rozdíl od amerického vzoru pražských lékařů stále více pronikal do přístupu brněnských dětských traumatologů vliv literatury německé. Základním rozdílem je větší radikalita, která je reprezentována metodami miniinvazivní osteosyntézy. Hlavními literárními zdroji byly práce von Laera a zvláště Weberova monografie (*Weber 1980*). V souladu s celosvětovým trendem v oblasti dětských zlomenin reprezentovala brněnská dětská traumatologie aktivní – radikální přístup, která byla ve své době dalším krokem v cestě od „Blountovské“ konzervativní chirurgie k dnešním indikacím k technikám miniinvazivní osteosyntézy. Logickým vyvrcholením byla monografie *Miniinvazivní osteosyntéza zlomenin horní končetiny u dětí* od současného přednosty Kliniky dětské chirurgie, ortopedie a traumatologie Petra Gála. Kniha shromažďuje výsledky patnáctileté práce jednotlivých lékařů kliniky v oblasti diagnostiky a terapie epifyzárních poranění u dětí (*Gál 2002*). Nejnovější českou učebnicí je potom „Dětská traumatologie“ kolektivu autorů Šnajdauf, Cvachovec, Trč. Zde se už setkáváme s popisem úrazové chirurgie dětí jako celku, je kladen velký důraz na intenzivní poudrazovou

péči, která je velmi důležitou součástí komplexní terapie dětského poranění (*Šnajdauf et al. 2002*). Tématika dětských úrazů je aktuálně na jednom z prvních míst odborných i populárních diskusí. Úmrtnost dětí na úraz je v České republice dvakrát vyšší než v zemích, které dosahují nejnižší dětské úmrtnosti (např. Švédsko, Nizozemí). Ze statistik vyplývá, že u nás každý rok zemře kolem 250 dětí na vnější příčinu (úrazový mechanismus). Ročně je hospitalizováno ze stejného důvodu přes 10 000 dětí a ambulantně je vyšetřeno více jak 250 000 případů. Všechny tyto skutečnosti jsou alarmující zejména proto, že všechny úrazy jsou primárně preventabilní a lze jim předejít účinnými opatřeními primární prevence. Někdy hovoříme až o úrazové epidemii v České republice, neboť ve věku do 14 let je 20 % všech zemřelých dětí spojeno s úrazovým mechanismem. Evropské programy a filozofie světové zdravotnické organizace (WHO) jednoznačně stanovily jako jednu z priorit snížení dětské úrazovosti a mortality, s čímž je zdravotnictví v České republice plně v souladu a od roku 2007 funguje Meziřezortní pracovní skupina pro prevenci dětských úrazů při MZ ČR.

Základním úkolem nejen pracovní skupiny, ale potažmo všech stupňů úrazové péče je primární, sekundární a terciární prevence dětských úrazů. Zatímco primárně se snaží jednotlivými preventivními programy samotnému úrazu zabránit, v rámci sekundární a terciární prevence je snaha o optimalizaci dětské traumatologické péče včetně zpětného zařazení trvale poškozených dětí do běžného života. Je třeba si uvědomit, že dětský organismus je daleko více přizpůsobivý a regenerace schopný, úrazové poškození je možné adekvátní péčí minimalizovat a je jistě ekonomicky zajímavé co nejrychleji a co nejadekvátněji uvést mladého člověka zpět do sociálního systému. Výše uvedené skutečnosti směřují všechny k jednotnému názoru, že špičková péče o poraněné děti musí být v našich podmínkách centralizována. Ze statistik víme, že na tři poraněné dospělé pacienty připadá jedno poraněné dítě. Síť dětských traumatologických center v České republice může být tedy třikrát řidší než síť traumacenter dospělých a pořád bude zachována zcela adekvátní a dostupná péče. Výhodnost ošetření těžce zraněného dítěte v dětském traumatologickém centru spočívá v tom, že lékaři ošetřující převážně dospělé nemohou mít dostatek zkušeností se specifiky dětského organismu, zejména u raněných dětí v nižších věkových kategoriích. Jedním ze základních takových specifíků je přítomnost růstových plotének ve skeletu malého i dospívajícího dítěte, které zajišťují růst kostí do délky (*Obr. 1*). Tato chrupavčitá část jinak pevné kostěné struktury představuje locus minoris resistentiae dětských kostí a je velmi často místem, kde dojde k porušení jejich integrity (epifyzeolýza, epifyzární fraktura – *Obr. 2*). Současně s tím, jak se obor dětské

traumatologie osamostatňuje, dochází i ke změně strategie léčebných postupů u dětských zlomenin. Modifikují se metody využívané u poranění v dospělém věku a objevují se nové způsoby a principy léčby používané výhradně pro dětské zlomeniny. Na rozdíl od dříve používaných jednoduchých konzervativních způsobů léčby se na konci 20. století více rozšiřuje použití metod operačních. Pro ošetření dětských kostí se v tomto období vyčleňuje spektrum operačních výkonů, které odborníci shrnuli do společné skupiny Miniinvazivní osteosyntézy (MIO). V 90. letech 20. století se technika perkutánní fixace postupně zdokonalila (*Obr. 3*), začínají se používat moderní implantáty. Ve Francii vyvinuli chirurgové nové implantáty z titanových slitin, popsali techniku perkutánní repozice zlomeniny hlavičky radia na horní končetině a postupně vyvinuli novou techniku elastického stabilního nitrodřeňového hřebování – ESIN (*Obr. 4*). Tato metoda se týká především diafyzárních zlomenin na dolní končetině a v přístupu ke zlomeninám v dětském věku znamenala další výrazný pokrok.

1.2. Vlastnosti dětské kosti

Jak již bylo zmíněno, zlomeniny v dětském věku se odlišují od zlomenin v dospělosti. Nejslabším místem skeletu dítěte je růstová ploténka. Při působení velké síly na přilehlé oblasti dochází spíše k jejímu poranění, než k luxacím v přilehlých kloubech a zlomeninám metafýz, jak se děje v dospělosti. Na růst kosti mají vliv jak faktory genetické, tak faktory zevního prostředí, které mohou být obecné (hormonální, nutriční) – ovlivňující všechny růstové chrupavky organismu, nebo mohou být místní (mechanické, cévní, zánětlivé, traumatické) – ovlivňující jednotlivé růstové chrupavky a mohou ovlivnit velikost a tvar konkrétní poraněné kosti. Dětská kost je mnohem pevnější, pružnější a více odolná přímému násilí, příčinou je vyšší poměr organické

Obr. 2 – Epifyzeolýza SH II distálního radia (chlapec, 4 roky v době úrazu)



Obr. 1 – Růstová zóna proximálního femuru





*Obr. 3 – Miniinvazivní osteosyntéza
K dráty u proximálního humeru (chlapec 13 let)*

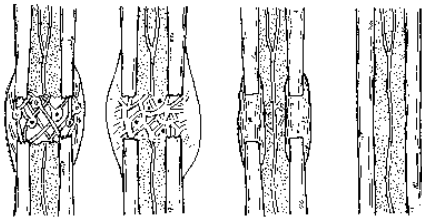


*Obr. 4 – Elastická stabilní nitrodřeňová
osteosyntéza stehenní kosti
(dívka, 14 let v době úrazu)*

kostní hmoty a rychlejší metabolismus díky neustálému růstu. Kromě epifyzeolýz a epifyzárních fraktur tak pozorujeme některé další zcela typické zlomeniny pro dětský věk, které se u dospělých pacientů nevyskytují. Patří mezi ně známá zlomenina vrbového proutku, zlomenina subperiostální či torus zlomenina. Pro dětský věk jsou rovněž zcela typické některé lokalizace (suprakondylická zlomenina pažní kosti, zlomenina klíční kosti, ve kterých je dětský skelet ve svém vývoji tenký a méně odolný, což se v dospělosti zcela vyrovná.

1.3. Hojení dětského skeletu

Dětská kost se prakticky vždy hojí svalkem (*Obr. 5*), což je fyziologický proces sekundárního kostního hojení začínající resorpcí poúrazového hematomu prorůstáním granulační tkáně. Předpokladem správného hojení je zachovalé a dostatečné cévní zásobení obou kostěných fragmentů, což bývá základem prognostickým faktorem při hojení zlomené kosti. Pokud je kost ponechána dostatečně v klidu, dochází velmi rychle ke stabilizaci původního hematomu fibrinovým svalkem, který je záhy díky přicestování vazivových buněk z periostu nebo endostu nahrazen svalkem vazivovým. Uvedené fibroblasty produkují kolagenová vlákna, která tvoří základní síť tohoto, již pevnějšího spojení. Vazivový svalek již dokáže zlomeninu stabilizovat a zabránit výraznější dislokaci fragmentů. Následnou metaplázií fibroblastů v chondroblasty



Obr. 5 – Schéma hojení kosti svalkem
(Zdroj: library of Context Institute's award – winning journal)

a osteoblasty začíná postupná přestavba vazivového svalku ve svalek kostěný. Dobré načasování odstranění fixace je zde velmi důležité, neboť dokončení ideálního hojení kosti předpokládá adekvátní zatížení, neboť jen tak dojde k dostatečné reorganizaci kostní tkáně do normálního

poměru kompaktní a spongiózní kosti, dojde k obnovení dřevnaté dutiny, čímž je hojení kosti dokončeno.

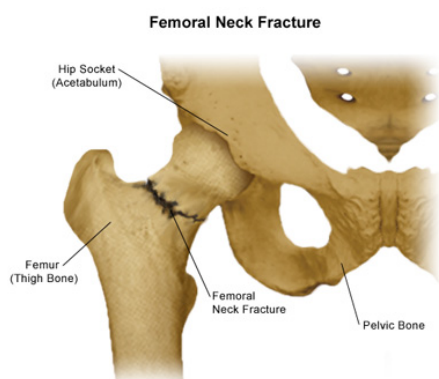
1.4. Miniinvazivní osteosyntéza

Vzhledem k tomu, že epifyzární poranění v dětském věku může vždy vážně ohrožovat strukturu růstové ploténky je potřeba v této oblasti přistupovat k osteosyntéze vždy velmi šetrně. Výrazným pokrokem a přínosem v léčbě takovýchto poranění bylo zavedení technik miniinvazivní osteosyntézy. Prvním průkopníkem byl Swanson, který provedl perkutánní fixaci suprakondylické zlomeniny humeru. Základními kroky jsou manuální zavřená repozice jednotlivých fragmentů zlomeniny (výjimečně s použitím speciálního instrumentária) a spolehlivá retence pozice úlomků. Používaným osteosyntetickým materiálem je v naprosté většině Kirschnerův drát odpovídající tloušťky, použít lze rovněž Fragment Fixation Screws nebo různě velké kortikální nebo spongiózní tahové šrouby. Základní výhodou techniky miniinvazivní osteosyntézy je malé poranění měkkých tkání, šetření zejména kloubních struktur, minimální krevní ztráty a velmi příznivý kosmetický efekt. Výrazně nižší jsou také eventuelní neurocirkulační iatrogenní poruchy (Gál, 2001). Miniinvazivní osteosyntéza svými principy vráží klín mezi konzervativní terapii tolik preferovanou v anglosaské literatuře a radikálnější přístupy evropských kontinentálních pramenů (Německo, Švýcarsko, Rakousko). Svým zavedením vytvořilo plnohodnotnou náhradu dříve téměř absolutně indikované léčby operační a mnoho pacientů tak ušetří rozsáhlých operačních přístupů a nevalného výsledku a kosmetického efektu. Metoda miniinvazivní osteosyntézy byla zaváděna do běžného užívání na začátku 90. let minulého století, a to zejména na pracovištích dětské chirurgie a traumatologie ve Fakultní nemocnici Brno. Retrospektivní zhodnocení výsledků léčby ukazuje na pozitivní výsledky tímto způsobem vedených terapeutických výkonů.

Základní postuláty indikace miniinvazivní osteosyntézy jsou (Gál, 2001):

1. Konzervativní léčba je vždy prioritně indikována, pokud je možná a má reálnou šanci na úspěch.
2. Pro primární indikaci MIO je důležitý odhad stability úlomků při konzervativní léčbě a stanovení stupně rizika možné redislokace fragmentů při použitém postupu.
3. Rizika plynoucí z redislokace zlomeniny a nutnosti rerepozice musí být vyšší než riziko perkutánní fixace.
4. Metoda MIO může v některých indikacích plně nahradit otevřenou léčbu se všemi výhodami.
5. Ideální indikací jsou zlomeniny, kde primárně selhala konzervativní léčba a velmi časně došlo k redislokaci fragmentů.
6. Léčíme vždy celého pacienta (končetinu) a nikoli jen zlomeninu, a proto je nutné uvažovat o všech aspektech léčby.
7. MIO je metodou, která je kompromisem ve vleklých sporech mezi zastánci striktně konzervativních a radikálnějších postupů.
8. Metoda je velmi šetrná s minimální krevní ztrátou a extrakce materiálu je většinou velmi snadná.
9. Kvalitní technické provedení a správná volba implantátu je základním kamenem úspěchu.
10. Při průchodu transplantaátu růstovou ploténkou je nutné optimálně zvolit jeho parametry a implantát zavádět pouze jednou.

1.5. Zlomeniny krčku stehenní kosti



Obr. 6 – Zlomenina krčku stehenní kosti
(Zdroj: Beaumont Hospitals, websites)

Zlomenina krčku stehenní kosti (Obr. 6) patří mezi nejčastější zlomeniny u dospělých, 65–70 % z nich se vyskytuje u starších lidí (Pokorný 2002). Problematika léčby poranění v těchto věkových skupinách je velmi detailně propracována a existuje široká škála implantátů, které rekonstruují nebo kompletně nahrazují tuto část femuru. Hlavním problémem u starších pacientů je jejich špatné

snášení imobilizace na lůžku. Jsou ohroženi hypostatickou pneumónií, kardiorespiračním selháním a dekubity, situaci zhoršují doprovázející onemocnění (ateroskleróza, diabetes mellitus, psychická dekompenzace). Z toho vyplývá, že akutní operační léčení je v tomto případě vitální indikací, protože jen tak je možná časná mobilizace rizikových pacientů. Důkazem je, že při konzervativní léčbě s extenzí a dlouhou imobilizací mělo léčení 25–30 % úmrtnost (Pokorný 2002). Při současném algoritmu léčby s okamžitou vertikací pacienta dosahujeme výrazně lepších výsledků a úmrtnost poklesla na cca 15 %.

„Starý člověk je nejméně špatný ve chvíli přijetí do nemocnice. Pak už se jeho stav jen zhoršuje a komplikuje.“ (Pokorný 2002)

Zlomeniny proximálního femuru u mladších věkových kategorií a u dětí se vyskytuje zcela výjimečně. Vznikají nejčastěji při působení velké energie, nacházíme je při dopravních nehodách a pádech z výšky. Jsou součástí mnohočetných poranění a polytraumat.

1.6. Etiologie

Nejčastější příčinou zlomeniny proximálního femuru u dětí a adolescentů je dopravní nehoda a pád z výšky. Jedná se o přímé působení axiálního násilí v dlouhé ose stehenní kosti. (pády, nárazy a údery na bok do oblasti velkého trochanteru), velmi často však postačí mechanismus páčení do krajní abdukce nebo addukce stehenní kosti. Toto ostře kontrastuje s mechanismem úrazu u starých lidí, kde postačí často jen nevýznamné násilí ke vzniku zlomeniny krčku, většinou v terénu osteoporózy.

1.7. Incidence

Celková incidence zlomenin ve věkové skupině do 16 let věku je udávána kolem 42 % u chlapců a 27 % dívek (Rockwood and Willkins 2006). Téměř polovina chlapců a čtvrtina dívek mají velmi vysokou pravděpodobnost, že v průběhu svého dětství prodělají zlomeninu axiálního skeletu (Landin 1983). Nejčastěji dochází ke zlomeninám v oblasti předloktí (radius), dále pak v oblasti humeru, tibie a klíční kosti. Zlomeniny v oblasti stehenní kosti tvoří celkem 7,6 % ze všech zlomení, z toho 2,3 % připadají na krček



Obr. 7 – Titulní strana
Úrazového registru České republiky

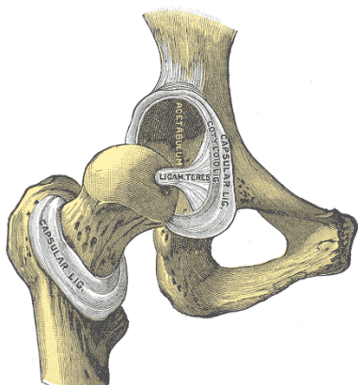
ta). Tento počet je v realitě doplněn ještě malým číslem izolovaných zlomenin krčku stehenní kosti, nicméně kopíruje dlouhodobý průměrný výskyt 0,1/100 000 obyvatel. Celková incidence zlomenin proximálních femuru ve věkové skupině 1–16 let je udávána méně jak 1 % ze všech dětských zlomenin (Rockwood and Willkins 2006). Studie srovnávající a monitorující počet zlomenin proximálního femuru rovněž dokazují nízký výskyt tohoto typu poranění u dětí. Rozsáhlá studie z minulého století monitorovala 2 706 zlomenin proximálního femuru v letech 1909–1981, poměr mezi zlomeninami u dětí a dospělých byl 1:36 (Hoekstra 1983).

1.8. Anatomické poznámky

Krček stehenní kosti tvoří významnou část proximální epifýzy stehenní kosti, proximálně sousedí s caput femoris a distálně jej ohraničuje crista intertrochanterica. Jeho osa uzavírá s diafýzou stehenní kosti tupý – kolodiafyzární úhel, který se s věkem postupně mění z cca 150 ° do 130 ° v dospělosti (Obr. 8). Současně svírá krček stehenní kosti úhel cca 15 ° s frontální rovinou stehenní kosti (Pokorný 2002). Během normálního růstu dětské kostry dochází k fyziologickému retroverznímu procesu, který postupně redukuje vrozenou antevertzi 40–50 °. Při maturaci skeletu tak zůstává fyziologická antevertze proximální části femuru cca 10–15 °. Epizody maximální zmenšování úhlu antevertze během růstu jsou dvě, první mezi 5. a 8. rokem věku, druhá kolem puberty. Bylo zjištěno, že rychlost změny antevertzního úhlu závisí na výchozím postavení krčku femuru vůči diafýze (Matovinović et al 1998). Oba úhly jsou důležité pro správné zakloubení a funkčnost kyčelního koubu.

a diafýzu (Rivara et al. 1982). Z celkového počtu zlomenin se 14,5–27,6 % dotýká růstové ploténky (Mann et al 1997).

V roce 2008 byl dle Národního registru dětských úrazů (Obr. 7) výskyt 8 zlomenin v oblasti proximálního femuru. NRDÚ v tomto roce shromažďoval pouze data o pacientech s ISS větším než 15 (polytraumata nebo závažná monotruma-

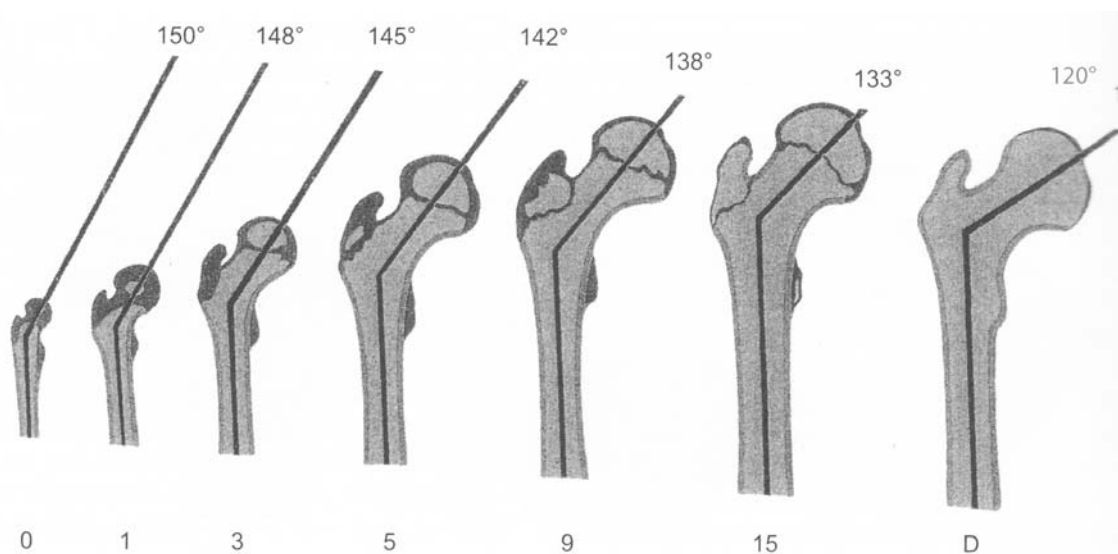


Obr. 9 – Kyčelní kloub
(Převzato z H. Gray, *On-line Anatomy of the Human Body twentieth edition*)

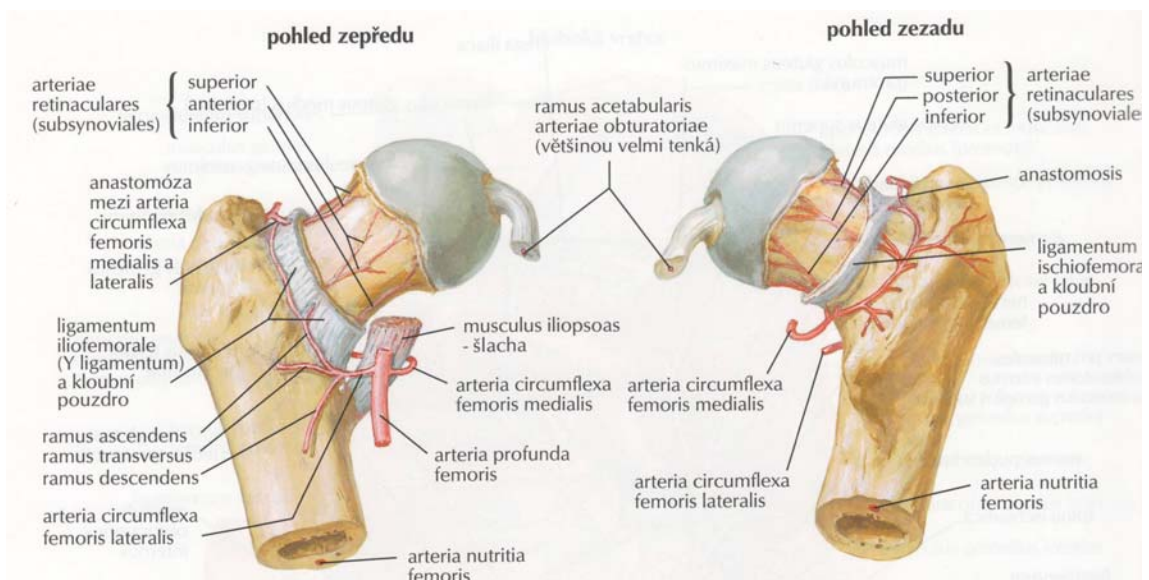
Krček femuru společně s hlavicí stehenní kosti tvoří distální část kyčelního kloubu (Obr. 9). Kloubní pouzdro je zpevněno ventrálně ileofemorálním ligamentem (Biegelovo Y ligamentum) a pubofemorálním ligamentem. Mezi nimi je umístěn tíhový váček (*bursa iliopectinea*). Dorzálně je kloubní pouzdro zpevněno vazem ischifomerálním, jehož kaudální okraj je označován jako zóna orbicularis (Obr. 10).

Krček femuru není odstupovým ani úponovým místem žádného z kosterních svalů, nejbližší úpony se nachází v oblasti *trochanter major* a *fossa trochanetrica*. V případě zlomeniny je pro dislokaci úlomků důležitý tonus *musculus gluteus maximus* a *medius* a dále adduktorová skupina včetně *musculus pectineus*. Případný odlomený malý trochanter se dislokuje tahem *musculus iliopsoas*.

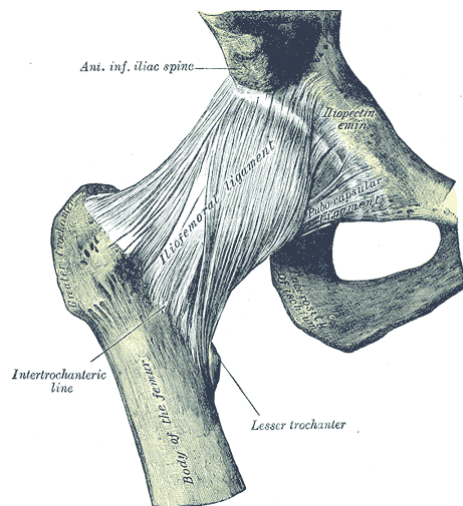
Nejzásadnějším pro prognózu zlomeniny v oblasti krčku stehenní kosti je jeho cévní zásobení (Obr. 11). Výživa celého krčku a prakticky i hlavice femuru je zajištěna ze dvou arterií – *arteria circumflexa lateralis et medialis*. První z nich odstupuje z *artera profunda femoris*, druhá přímo z kmene *arteria femoralis*. Do oblasti *crista trochanterica* stoupá z laterální cirkumflexní arterie *ramus ascendens* (*ramus transversus* a *descendens* je určen pro subtrochanterickou oblast stehenní kosti). *Ramus descendens* laterální cirkumflexní arterie a mediální cirkumflexní arterie se dále směrem mediálně k hlavici rozvětňuje na



Obr. 8 – Změny kolodiafyzárního úhlu v průběhu růstu (převzato dle P. Dungal, *Ortopedie, Grada 2005*)



Obr. 11 – Anatomie cévního zásobení proximálního femuru
(Převzato z F.H. Netter, Anatomický atlas člověka, Grada 2005)



Obr. 10 – Anatomie vazivového aparátu kyčelního kloubu
(Převzato z H. Gray, On-line Anatomy of the Human Body twentieth edition)

samotné arteriae retinaculares (subsynoviales), které jsou terminálními větvíčkami přivádějící krev do hlavice femuru. Přes *ligamentum capitis femoris* prostupuje ještě drobná tepénka – *ramus acetabularis arteriae obturatoriae* (větev *arteria iliaca interna*). Při zlomenině krčku stehenní kosti může dojít k poranění obou cirkumflexních arterií a zásadnímu ohrožení prokrvení proximálního femuru. Zejména při současné ruptuře vazů hlavice femuru se rozvíjí aseptická nekróza hlavice stehenní kosti.

Postnatální vývoj cévního zásobení proximálního femuru (Dělení dle Trueta) (Dungl 2005)

1. novorozenecká – zahrnuje období od narození do 4 měsíců života. Končí formací osifikačního jádra hlavice.
2. infantilní – trvá 5 měsíců do 4 let a končí uzávěrem foveolárních cév
3. intermediální – mezi 5.–7. rokem života. Tato fáze je charakteristická převahou zásobení z laterálních epifyzárních cév a končí opětovou penetrací foveolárních arterií.

-
4. preadolescentní – znovuobjevení anastomóz mezi foveolárními cévami a laterálními a mediálními epifyzárními artériemi. Tato fáze trvá od 7. do 10. roku věku.
 5. adolescentní – vzrůstá počet metafyzárních cév a dále se zvětšuje podíl zásobení hlavice z cév v *ligamentum teres*. Tato fáze končí maturací růstové chrupavky

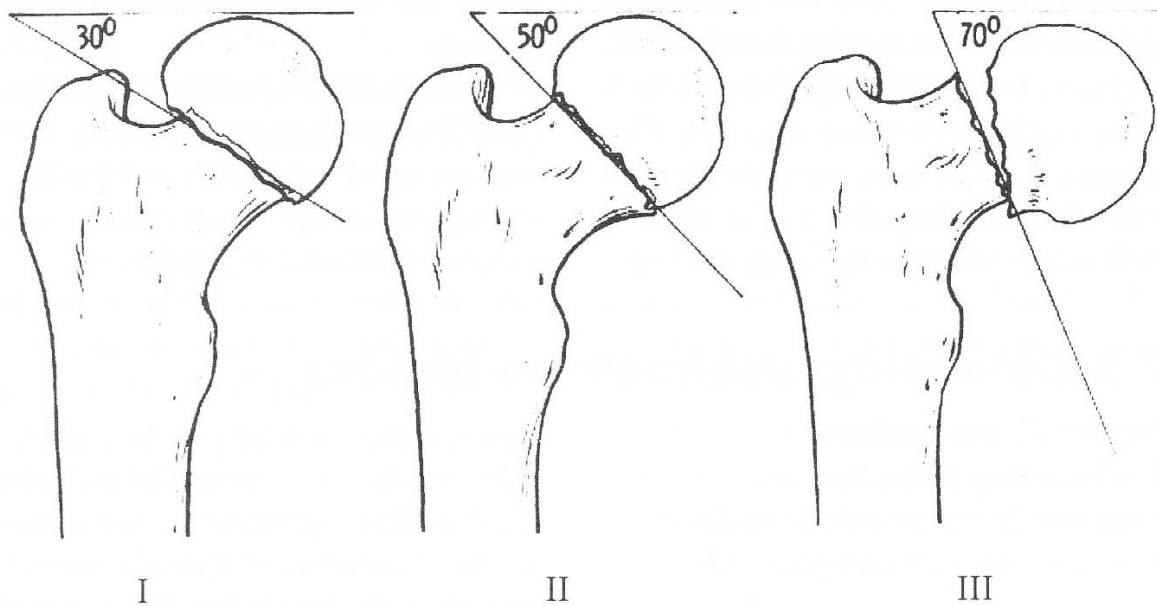
Pro prognózu zlomenin v oblasti krčku stehenní kosti u dětí je zásadní zachování cévního zásobení. Při dislokaci úlomků může dojít k přechodné obturaci retinakulárních větévek, které zásobují proximální část femuru (útlak, natažení cévy), popřípadě může dojít k přetlaku v kloubním pouzdru, který může samotným tlakem zhoršit prokrvení této oblasti. Nejvíce ohrožená je *arteria circumflexa femoris lateralis*, která jde úzkou štěrbinou v oblasti *fossa trochanterica*. Důležité při léčbě tohoto typu zlomenin je tedy rychlá repozice a dekomprese kyčelního kloubu.

1.9. Dělení a klasifikace

Dle lokalizace se rozlišují zlomeniny na subkapitální, mediocervikální a bazicervikální. Důležitým faktorem je vztah ke kloubnímu pouzdru, proto je dále dělíme na zlomeniny intrakapsulární a extrakapsulární. U dospělých se užívá nejčastěji dělení dle Pauwelse, kde hraje důležitou roli směr průběhu linie lomu ve vztahu k horizontální rovině (*Obr. 12*). Vitalitu hlavice je možno lépe odhadnout dle klasifikace Gardenovy, která sleduje rovněž úhlový posun v axiální projekci. Z klinického hlediska je kromě lokalizace lomu významný i směr dislokace fragmentů. Méně mechanicky příznivé jsou zlomeniny addukčního typu (90 % všech zlomenin krčku femuru) (*Pokorný 2002*), příznivější zlomeniny abdukčního typu.

Zlomeniny proximálního konce stehenní kosti u dětí se klasifikuje dle Delbeta – Colony (*Obr. 13*) do čtyř typů (*Šnajdauf et al. 2002*):

- I. Epifyzeolýza s luxací (IA) nebo bez ní (IB)
- II. Transcervikální zlomenina
- III. Laterální nebo bazicervikální zlomenina
- IV. Pertrochanterická až subtrochanterická zlomenina



Obr. 12 – Typy zlomenin krčku femuru u dospělých dle Pauwelse (Převzato z V. Pokorný, Traumatologie, Triton 2002)

Delbet – Collon I typ se vyskytuje velmi zřídka, představuje pouze 8 % ze všech zlomenin proximálního femuru u dětí (Hughes et Beaty 1994). Naprostou většinu fyzárních separací lze zahrnout pod zvláštní jednotku – netraumatická epifyzeolýza hlavičky humeru, která je diagnostikována jako *coxa vara adolescentium* (Obr. 14). Příznivější prognózu mají tyto zlomeniny ve věku do 2 let.

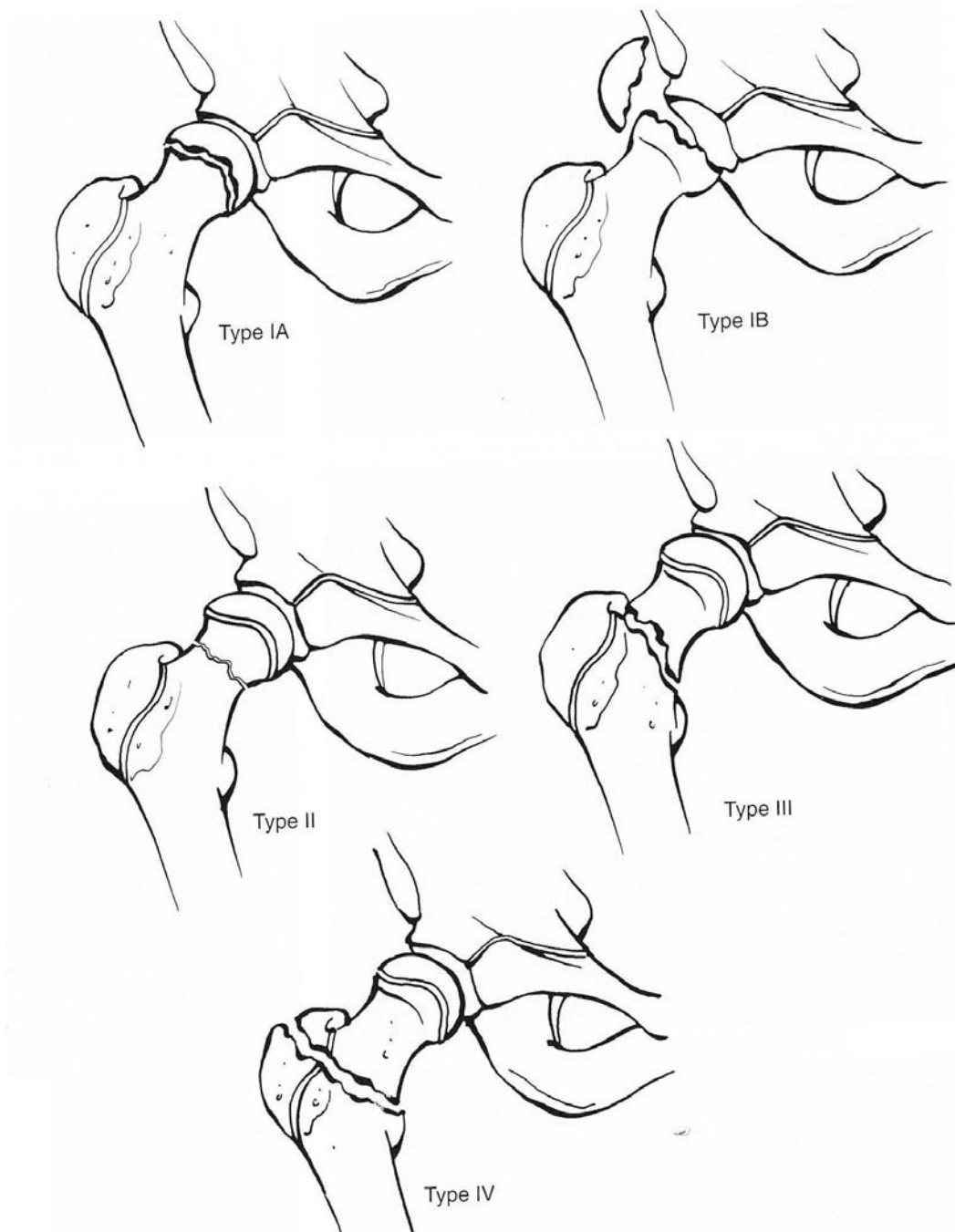
Delbet – Collon II (Obr. 15) představují 46 % všech zlomenin proximálního femuru (Hughes and Beaty 1994). 77 % z nich jsou dislokované, které mají vyšší riziko vzniku aseptické nekrózy hlavičky femuru (Canale and Bourland 1977)

Bazicervikální zlomenina (Delbet – Collon III) představuje 34 % z celkového počtu. Lokalizována je v průběhu přední intertrochanterické linie nebo lehce mediálně od ní. Co do rizika vzniku aseptické nekrózy se při dislokované formě vyrovná typu Delbet Collon II, průměrná incidence je 20–30 %. Riziko předčasné zástavy růstu je 25 %, poúrazová varozita kyčle 14% (Hughes et Beaty 1994).

Delbet Collon IV (Obr. 16) je typ zlomeniny představující 12 % ze všech zlomenin proximálního femuru, linie lomu probíhá v úrovni *linea intertrochanterica*. Vyznačuje se nejnižším výskytem komplikací. Vznik poúrazové aseptické nekrózy je raritní.

1.10. Coxa vara adolescentium (Coxa vara dospívajících, Juvenilní epifyzeolýza hlavice femuru, Slipped femoral capital epiphysis, Hüftkopflösung des Jugendlichen)

Jde o závažné onemocnění kyčle, při kterém je výrazně oslabená pevnost proximální růstové chrupavky femuru a vlivem sil, které působí na kost při běžných činnostech dospívajícího jedince (často ve spojení s obezitou), dojde k její netraumatické separaci typu SH I. Hlavice zůstává lokalizována v acetabulu a zbytek femuru se stáčí do varózity a zevní



Obr. 13 – Klasifikace dle Delbeta – Collony (Převzato z Rockwood and Wilkins, *Fractures in children*, LWW, 2006)



Obr. 14 – Coxa vara adollescentium l. sin



Obr. 15 – Zlomenina Delbet – Collon II
po osteosyntéze kanalizovanými šrouby

rotace. Udávaná četnost se liší geograficky, v našich podmínkách je vysledována incidence 8 na 100 000 dětí. Častěji jsou postiženi chlapci (2:1) a případy výskytu vykazují určitý stupeň sezónality (letní měsíce). Experimenty na zvířatech prokázaly hormonální vliv na sníženou pevnost chrupavky růstové zóny, jsou pozorovány hormonální stigmatizace pacientů a popisovány souběžné endokrinopatie. Rovněž tělesná konstituce je typická pro výskyt adolescentní epifyzeolýzy hlavice femuru (adipozogenitální nebo eunochoidní somatyp – *Dungl 2005*). Klinický obraz je kromě již zmíněného vzhledu a habitu spojený většinou s akutním skluzem na chronickém podkladě onemocnění, který se projevuje akutní bolestí a omezením pohybu v kyčelním kloubu (omezení abdukce a vnitřní rotace). Chronický stav mívá klinický podklad s intermitentní bolestí a napadáním na postiženou končetinu zvyšující se při fyzické zátěži. Vyšetření doplňujeme RTG vyšetřením ve speciálních projekcích a hodnocení patří do rukou zkušeného radiodiagnostika (záchyt v „preslip“ fázi umožňuje časnou léčbu onemocnění s lepšími výsledky). Léčba akutního nebo chronického skluzu je vždy operační a rozděluje se na prostou epifyzeodéza (K dráty, spongiózní šrouby v různých kombinacích) a na metafyzární korekční osteotomie vedené co nejbližší k místu primární léze. Operaci při akutním skluzu předchází repozice (při dislokaci větší než 30 °), při chronickém skluzu je repozice nemožná a v případě větší dislokace je nutné provést korekční osteotomii. V našich podmínkách je používán nejčastěji kanalizovaný spongiózní šroub s krátkým závitem a anti-rotací Kirschnerův drát.

Nejčastější komplikací při léčbě juvenilní epifyzeolýzy hlavice femuru je aseptická nekróza hlavice femuru, vzniklá většinou při repozicích nebo při zavedení kovového materiálu. Další z komplikací je chondrolýza, jejíž etiologie je patrně zakotvena v omezené tvorbě kloubního mazu, a tím i výživy kloubní chrupavky a potencována penetrací kloubu při

zavádění kovového materiálu. Kloub postupně končí jako fibrózní ankylóza s adhezemi mezi pouzdrem a hlavicí a jedinou léčbou je totální endoprotéza kyčle.

Z výše uvedeného vyplývá, že se jedná o onemocnění velmi závažné s možnými následky pro celý život dítěte a dokonalá léčba je nutným předpokladem úspěchu. Stejně jako na našem pracovišti patří diagnostika a léčba výhradně do rukou ortopeda se zkušenostmi s dětským pacientem.



Obr. 16 – Zlomenina Delbet – Collon IV proximálního femuru

1.11. Klinické příznaky

Typickým příznakem zlomeniny proximálního femuru je úlevová poloha dolní končetiny se semiflexí, abdukcí a zevní rotací v kyčelním kloubu. Palpačně je kyčel bolestivá a opticky je možné konstatovat zkrácení stehna a celé dolní končetiny. Někdy může dojít k přechodné paralýze (pseudoparalýze) na postižené dolní končetině. V případě únavové zlomeniny nebo nekompletního poranění může jít pouze u lehčí příznaky jako je nemožnost plné zátěže a bolestivost v krajních polohách kyčelního kloubu zejména při vnitřní rotaci.

1.12. Diagnostika

K přesné diagnóze je třeba zhotovit exaktní snímek v předozadní projekci, nejlépe s přehledem o kontralaterální kyčli (Obr. 17). Dolní končetina by měla být v maximální extenzi a vnitřní rotaci. Doplnit je možné bočný snímek nebo „frog – leg“ zevní projekci. Při nejistotě je nejvhodnějším doplněním MRI, které je schopné detekovat i jemnou linii lomu.



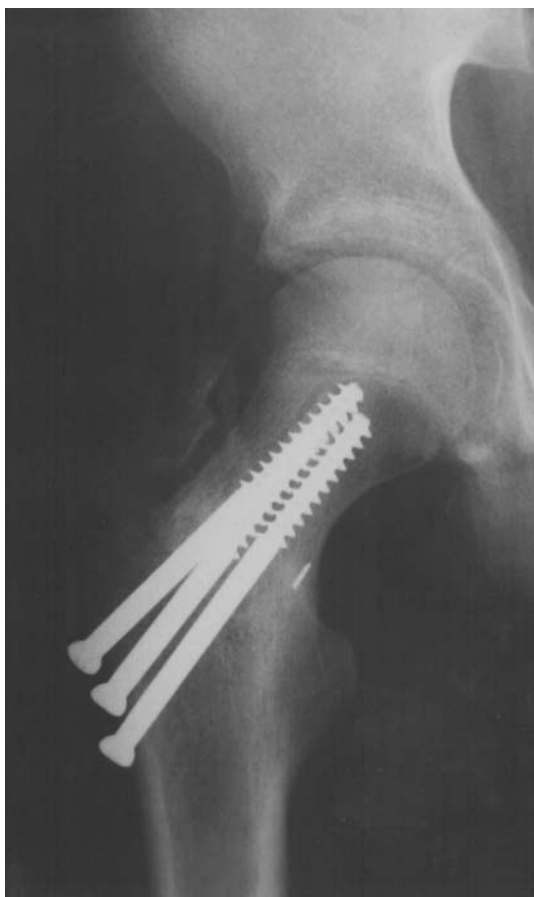
Obr. 17 – RTG snímek zobrazující oba kyčelní klouby v AP projekci.

1.13. Léčba zlomenin proximálního femuru u dětí

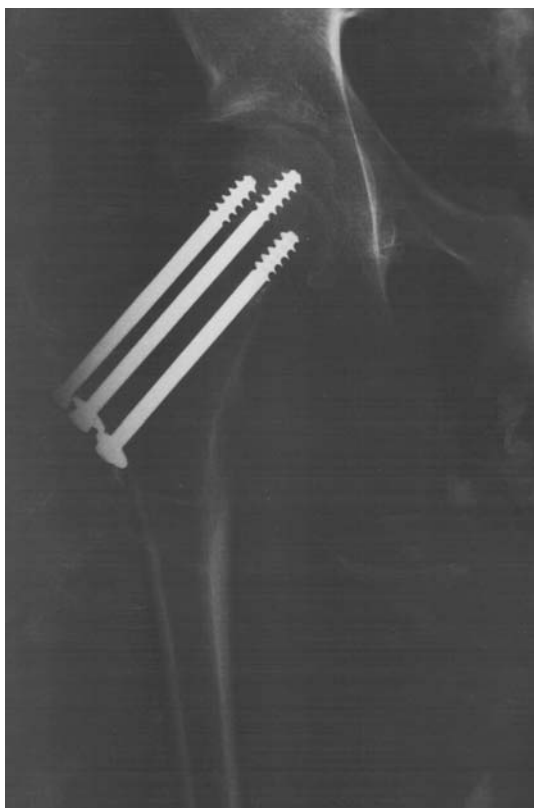
U zlomenin typu Delbet – Collon I je důležitý věk pacienta. U pacientů do 2 let je možné léčit v sádrové spici v neutrální poloze kloubu i minimálně dislokované zlomeniny. Stejně tak Dislokované zlomeniny, které jsou primárně reponované do stabilní pozice, je možné ponechat vyhojit konzervativně. Důležité jsou časté RTG kontroly pro nebezpečí rozvoje avaskulární nekrózy. U dislokovaných zlomenin je jedinou



Obr. 18 – Svazek K drátů v krčku femuru po zlomenině Delbet Collon I



Obr. 19 – Osteosyntéza krčku femuru kanalizovanými šrouby



Obr. 20 – Osteosyntéza krčku femuru kanalizovanými šrouby

tolerovanou osteosyntézou Kirschnerův drát, který můžeme umístit transfyziálně (Obr. 18).

V případě typu II a III bylo prokázáno, že při prosté repozici bez interní fixace zlomeniny byl častější výskyt varózních deformit kyčle a nedostatečného hojení (Flynn *et al.* 2002). Proto je interní fixace doporučována i při nedislokované zlomenině. Některé práce tolerují konzervativní léčbu typu II nebo III u nedislokované zlomeniny dítěte do 5 let věku (Davison and Weinstein 1992). Nejpoužívanějším implantátem pro vnitřní fixaci jsou kanalizované šrouby v počtu 2–3 podle velikosti krčku (Obr. 19, Obr. 20). Variantou může být svazek K drátů, což však autor a mnoho jiných považuje za nedostatečné (Rockwood and Willkins 2006). Při poloze lomné linie více laterálně u zlomeniny typu III je možné s výhodou použít kompresní šroub dětského typu na způsob DHS mimo růstovou ploténku. Podmínkou je věk dítěte více jak 5 let. Sádrová spika po operaci je podmínkou s výjimkou dobře spolupracujících dětí (Flynn *et al.* 2002). Kovový materiál je extrahován 6–12 měsíc po operaci.

Typ IV je nepříznivější ve smyslu rozvoje pooperačních komplikací. Dobrý efekt u nedislokovaných zlomenin má trakce a imobilizace ve spici. Metodou volby je dynamický kompresní šroub dětského typu. Variantou může být PFN, který neprochází růstovou



Obr. 21 – Použití AO dlahy k osteosyntéze zlomeniny proximálního femuru Delbet IV



Obr. 22 – Použití Prevotových prutů k osteosyntéze zlomeniny proximálního femuru Delbet IV

zónou, výjimečně AO dlahu (Obr. 21). Definitivně opsolentní metodou je Enderovo hřebování, některé školy doporučují v určitých indikacích zavést Prevotovy pruty retrogradně (Obr. 22) (Slongo et al. 2002). Otevřeným a komplexním zlomeninám a tříštivým zlomeninám je vyhrazen jako ve všech ostatních lokalitách zevní fixátor.

U všech pacientů do 10 let věku má být naložena po interní fixaci sádrová spika na 6–12 týdnů. U dětí od 12 let není používána sádrová fixace a je upřednostňována časná chůze s oporou berlí podobně jako u dospělých. Ve věku mezi 10 a 12 lety závisí zvolený přístup na stabilitě interní fixace a na spolupráci pacienta a rodiny. Řízená rehabilitace nebývá obvykle nezbytná s výjimkou přetrvávajícího kulhaní způsobeného hypotrofií abduktorů.

Přehledný algoritmus léčby uvádí Tabulka 1.

Léčba zlomenin proximálního femuru u dospělých pacientů se řídí zcela jinou filozofií, jejímž základním předpokladem je co nejčasnější mobilizace pacienta. Zvolený typ léčby tak musí pacientovi prakticky okamžitě zajistit dostatečnou stabilitu v kyčelním kloubu. Jak bylo již výše uvedeno, jedná se až v 70 % o biologické staré osoby, metodou volby je tedy alloplastika buď formou cerviko – kapitální protézy nebo častěji totální endoprotézy.

Typ (Delbet – Collon)	Nedislokovaná	Dislokovaná	
		Stabilní po repozici	Nestabilní po repozici
I	Spika v neutrální poloze	Do 2 let spika, u starších K dráty	K dráty přes růstovou ploténku
II	Do 5 let spika, u starších tahové šrouby	Tahové šrouby	
III	Do 5 let spika, u starších tahové šrouby	Tahové šrouby (variantou i DHS nebo P pruty)	
IV	Trakce, spika	Tahové šrouby (variantou i DHS, AO dlaha, P pruty, výjimečně PFN pod růstovou zónu)	

Tabulka 1 – Přehledný algoritmus léčby

1.14. Komplikace a prognóza

Základní a nejčastější druhy komplikací po zlomenině proximálního femuru jsou:

- avaskulární nekróza hlavice stehenní kosti (ostenekróza)
- *coxa vara*
- předčasný uzávěr růstové ploténky
- poruchy hojení
- ostatní (infekce, chondrolýza – obě vzácné)

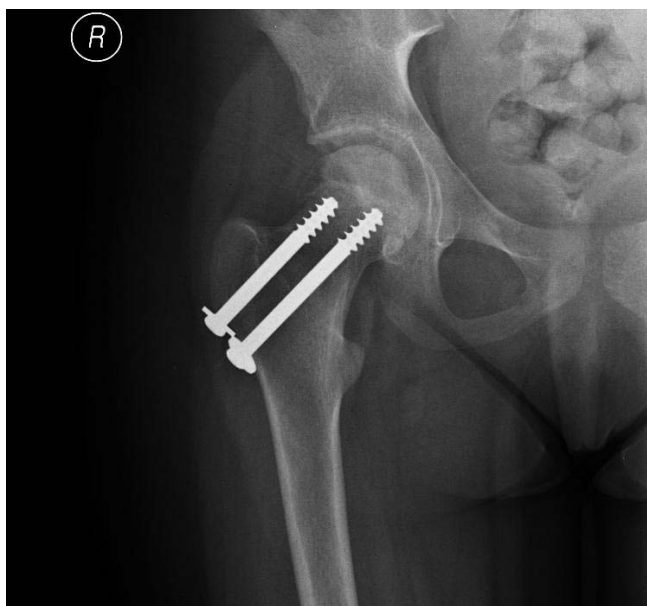
Avaskulární nekróza hlavice stehenní kosti je nejzávažnější a nejčastější komplikací. Prevalence je asi 30 % (Cheng and Tang 1999, Hughes et Beaty 1994). Rizikovým faktorem je zejména dislokace úlomků, které svým posunem poničí cévní zásobení. Cheng (Cheng and Tang 1999) a Flynn (Flynn et al. 2002) oba publikovali práci se signifikantním snížením výskytu AN při včasné repozici a interní fixaci do 24 hodin. Někteří autoři také popisují možný vliv intrakapsulární hypertenze způsobené hematodem. Ve svých pracích popisují signifikantní snížení výskytu AN při včasné kapsulotomii (Hughes et Beaty 1994, Ng and Cole 1996). Tento fakt některé práce naopak zpochybňují (Pape et al. 1999, Maruenda et al. 1997). AN je klasifikována dle Ratliffa (Tabulka 2). Typ I je nejzávažnější a nejčastější typ postižení, rezultuje pravděpodobně z kompletního přerušení laterální části cévního zásobení. Typ II (Obr. 23) je pravděpodobně způsoben přerušením pouze jedné z laterálních epifyzárních cév a typ III přerušením pouze horních metafyzárních větví cévního zásobení.

Typ dle Ratliffa	RTG nález
I	Kompletní nekróza hlavice femuru po přerušení laterální části cévního zásobení
II	Parciální nekróza hlavice femuru po přerušení jedné z laterálních epifyzeálních cév
III	Oblast nekrózy se nachází mezi linií lomu a růstovou zónou po přerušení pouze horních metafyzárních větví cévního zásobení

Tabulka 2 – Ratliffova klasifikace rozsahu avaskulární nekrózy hlavice femuru (Ratliff 1962)

Obr. 23 – RTG obraz avaskulární nekrózy hlavice stehenní kosti Ratliff II

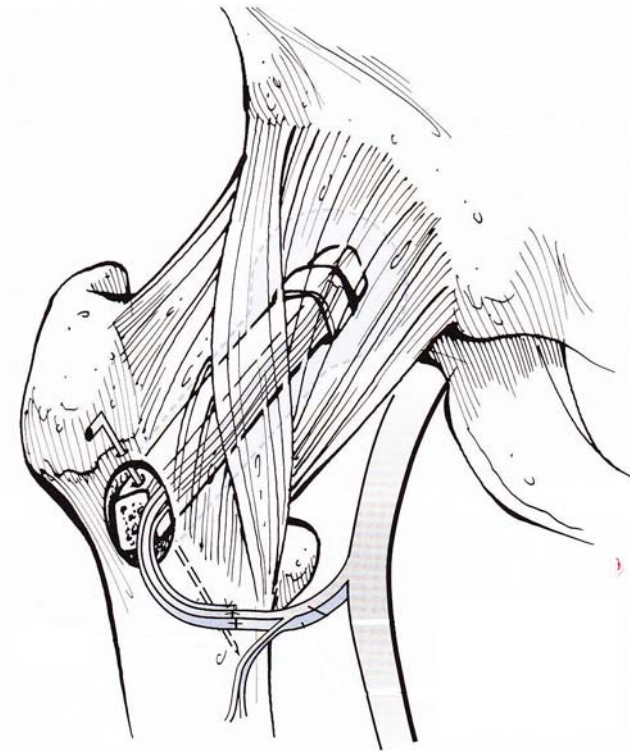
Klinickými příznaky je pomalu nastupující, bolestivost na plánovaném RTG snímku je možné vidět sníženou denzitu kosti v oblasti hlavice a rozšiřující se kloubní štěrbinu, následuje fragmentace a nakonec zhroucení celé hlavice. Při podezření na AN je doplněno scintigrafické vyšetření (vyšetření Techneciem) nebo MRI. Většinou se AN manifestuje do jednoho roku od úrazu, ale byly popsány i případy rozvoje do dvou let (Hughes et Beaty 1994, Rattlif 1970).



Většinou se AN manifestuje do jednoho roku od úrazu, ale byly popsány i případy rozvoje do dvou let (Hughes et Beaty 1994, Rattlif 1970).

Výsledky léčby AN nejsou v 60 % případů příznivé (Pape et al. 1999, Davison and Weinstein 1992, Canale and Bourland 1977), následky jsou závažnější u starších dětí, léčba spočívá většinou v odlehčení postiženého kloubu a pacienti často rychle směřují k totální náhradě. Dochází k rozvoji degenerativní artritidy, omezení růstu stehenní kosti, nepřestávající bolest, *coxa vara* a další. Ve fázi experimentů jsou některé pokusy o revaskularizaci této části skeletu vaskularizovaným fibulárním štěpem (Obr. 24).

Coxa vara jsou popisována jako komplikace u cca 20–30 % případů (Hughes et Beaty 1994). I zde je výrazně nižší výskyt u primární repozice a interní fixace zlomeniny (Canale and Bourland 1977). Příčinou může být AN, předčasný uzávěr části růstové ploténky nebo špatné hojení zlomeniny. Velký trochanter se posunuje vzhůru do úrovně hlavice, relativně zkracuje délku femuru a výsledkem může být výrazná varizace



Obr. 24 – Schéma přenosu vaskularizovaného štěpu fibuly do krčku stehenní kosti (Převzato z Rockwood and Wilkins, *Fractures in children*, LWW, 2006)

a zkrácení končetiny se všemi následky. Pokud je dítě starší 8 let, kolodiafyzární úhel je menší než 110° a varozita přetrvává více jak 2 roky, je indikovaná subtrochanterická valgizující osteotomie (Hughes et Beaty 1994).

K předčasnému uzávěru růstové ploténky dochází asi ve 28 % případů, hlavním rizikovým faktorem je

průchod kovového implantátu růstovou zónou. Nejčastější výskyt je u poranění typu II a III dle Delbeta (Rattlif 1970) a může být spojen s AN. Proximální růstová ploténka odpovídá pouze za 13 % růstu, projeví se tedy klinicky jen u poranění velmi malých dětí. Častěji je klinickou manifestací *coxa vara*.

K poruše hojení zlomeniny v této oblasti dochází asi v 7 % případů (Hughes et Beaty 1994). Hlavním rizikovým faktorem je nesprávná repozice. V takovém případě můžeme i 6 měsíců po úraze stále vidět přehlednou linii lomu a je nutná rychlá reoperace, někdy doplněná o valgizační osteotomii a velmi často o vyplnění defektu v místě lomné linie spongioplastikou.

1.15. Cíle disertační práce

- Předkládaná disertační práce se zabývá hodnocením výsledků terapie zlomenin proximálního femuru u dětí a a dolescentů u vlastního souboru pacientů
- v druhé části jsou prezentovány výsledky experimentu, který byl prováděn v laboratorních podmínkách na modelu miniaturního prasete. Bylo sledováno, jestli může samotný hematoma v prostoru kyčelního kloubu způsobit avaskulární nekrózu hlvice stehenní kosti útlakem cévního zásobení.

2. ZLOMENINY PROXIMÁLNÍHO FEMURU U DĚTÍ ADOLESCENTŮ

2.1. Úvod

Zlomeniny stehenní kosti tvoří asi 2,3 % všech zlomenin u dětí ve věku 1–16 let. Samotné zlomeniny proximálního femuru jsou v této věkové skupině velmi vzácné a v našich geografických podmínkách se dlouhodobě ustálila incidence na cca 0,1/100 000 obyvatel. Ročně je v součtu ošetřeno v celé republice asi 10–15 těchto poranění, což zpomaluje erudici ošetřujících lékařů a chybí dostatečná zkušenost při ošetřování těchto zlomenin. Se-stavení souboru trvá několik let, proto bylo v předkládané práci využito spolupráce Oddělení traumatologie Baťovi nemocnice ve Zlíně a Centra dětské traumatologie Kliniky dětské chirurgie, ortopedie a traumatologie Fakultní nemocnice v Brně, celková spádová oblast cca 2 miliony obyvatel.

Specifikum této problematiky není pouze nízká incidence komplikující erudici dětských traumatologů, ale zejména nebezpečí rozvoje závažných trvalých následků. Toto spojení dvou nepříznivých faktorů řadí zlomeniny proximálního femuru k velmi nebezpečným úrazům dětského skeletu.

Jak již bylo uvedeno v teoretickém úvodu disertační práce, je zcela odlišný přístup k diagnostice a zejména k terapii dětských zlomenin v této oblasti narozdíl od dospělých pacientů. Zatímco dospělý pacient musí být ihned po operaci mobilizován, u dítěte můžeme využít delší periodu klidu na lůžku. Rovněž je třeba mít na paměti, že se u dětí vyskytují v oblasti epifýz růstové ploténky, které je potřeba během operace pokud možno ušetřit. Z toho plyne odlišné spektrum výkonů a typů osteosyntézy a jiný algoritmus perioperační a pooperační péče.

V předkládané klinické studii jsou prezentovány výsledky léčby zlomenin proximálního femuru za posledních 12 let (1997–2008) na obou výše jmenovaných pracovištích. Díky tomuto společnému sledování vznikl unikátní soubor 48 pacientů. Sledovány byly výsledky léčby a rozvoj pooperačních komplikací. Data byla zpracována klinicky i statisticky, výsledkem studie je zhodnocení zvoleného terapeutického algoritmu a na velkém souboru pacientů je srovnána naše incidence nejzávažnějších komplikací se světovou literaturou. Konečným výstupem je doporučení uvedeného postupu jako standardu

léčby tohoto typu poranění, který bude nápomocen při možných diagnosticko – terapeutických rozpacích způsobených nízkou incidencí.

2.2. Metodika

Zdrojem dat byly záznamy o pacientech v nemocničním informačním systému FN Brno a KNTB Zlín včetně RTG dokumentace v systému PACS. Vyhledaný soubor pacientů s diagnózou zlomenina proximálního femuru jsme rozdělili dle pohlaví, definovali věkové spektrum sledovaných pacientů a stanovili typ zlomeniny dle Delbeta – Collony. Dalším krokem bylo ke každému pacientovi přiřadit způsob léčby, její výsledek a souhrn vzniklých komplikací.

Od 1. 1. 1997 do 31. 12. 2008 bylo na obou pracovištích léčeno s diagnózou zlomenina proximálního femuru 48 pacientů. Z toho je 35 chlapců (73 %) a 13 děvčata (23 %) ve věkové skupině od 2 do 16 roků. Věkový průměr byl v době úrazu 10,9 u chlapců a 12,5 u dívek.

Primárním záznamem byl mechanismus úrazu, zvolená metoda a časový odstup od úrazu po primární léčbu. V dalším sledování nás zajímal klinický výsledek léčby (hybnost v kyčelním kloubu, subjektivní hodnocení pacienta), výsledky RTG vyšetření a eventuelní přítomnost komplikací. Celé spektrum sledovaných parametrů shrnuje tabulka 3.

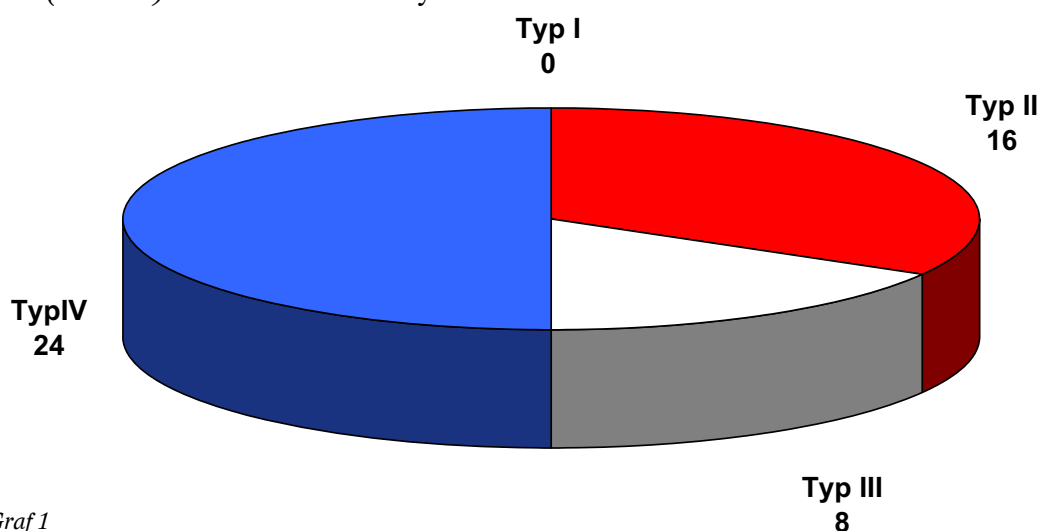
Parametr	Vyšetřovací metoda	Metoda hodnocení
Mechanismus úrazu	Anamnéza	
Dostupnost léčby	Záznam v dokumentaci	Čas od úrazu do první operace
Terapeutický postup	Záznam v dokumentaci	
Klinický výsledek léčby - hybnost v kyčelním kloubu - bolestivost - délka končetiny	Klinické vyšetření hybnosti Subjektivní hodnocení Přímé měření	Sledování rozsahu hybnosti Přítomnost bolesti Srovnání s nepostiženou konč.
Hojení zlomeniny	RTG vyšetření	prohojení lomné linie, hodnocení dislokace fragmentů
Komplikace - avaskulární nekróza - coxa vara - uzávěr růstové zóny - poruchy hojení	Klinické vyšetření, RTG, MRI Klinické vyšetření, RTG Klinické vyšetření, RTG, MRI RTG	Rattlifova klasifikace Kostní můstek, měření délky k prohojení lomné linie, hodnocení dislokace fragmentů, defekt v linii lomu

Tabulka 3 – Sledované parametry léčby

Kromě výše uvedených charakteristik jsme hledali statistickou významnost závislosti výskytu AN na délce časového odstupu úrazu od první operace, na typu poranění dle Delbet – Collony a na věku pacienta. Absolutní a relativní četnosti komplikací byly hodnoceny rozbořením frekvenčních tabulek. Srovnání četností v rámci jednotlivých kategorií pacientů bylo provedeno Fisherovým exaktním testem.

2.3. Výsledky

Z celkového počtu 48 zlomenin bylo 24 (50 %) typ IV, 8 (17 %) typ III a 16 zlomenin typu II (33 %) dle Delbeta – Collony (Graf 1). V 8 (17 %) případech se jednalo o zlomeninu patologickou, vždy v terénu juvenilní kostní cisty. Ve všech případech se jednalo o typ IV a III (Obr. 25) dle Delbet – Collony.



Graf 1



Obr. 25 – Patologická zlomenina Delbet III v místě juvenilní kostní cisty

Nejčastější a prakticky jedinou metodou léčby u poranění typu II a III bylo zavedení kanalizovaných šroubů perkutánně do oblasti krčku stehenní kosti těsně pod růstovou zónu (Obr. 26). U typu IV bylo použito více metod ošetření, kromě tahových šroubů byly zaznamenány Enderovy hřeby



Obr. 26 – Prohojení zlomeniny Delbet II po osteosyntéze kanalizovanými šrouby

(rok 1997), Prevotovy pruty, AO dlaha a PFN. Detailní přehled použitých metod podává tabulka 4. Ve skupině pacientů byly zaznamenány dvě selhání osteosyntézy (1× AO dlaha, 1× Prevotovy pruty). Sádrová spika po osteosyntéze byla nakládána jen u dětí do 5 let nebo u nespolupracujících jedinců.

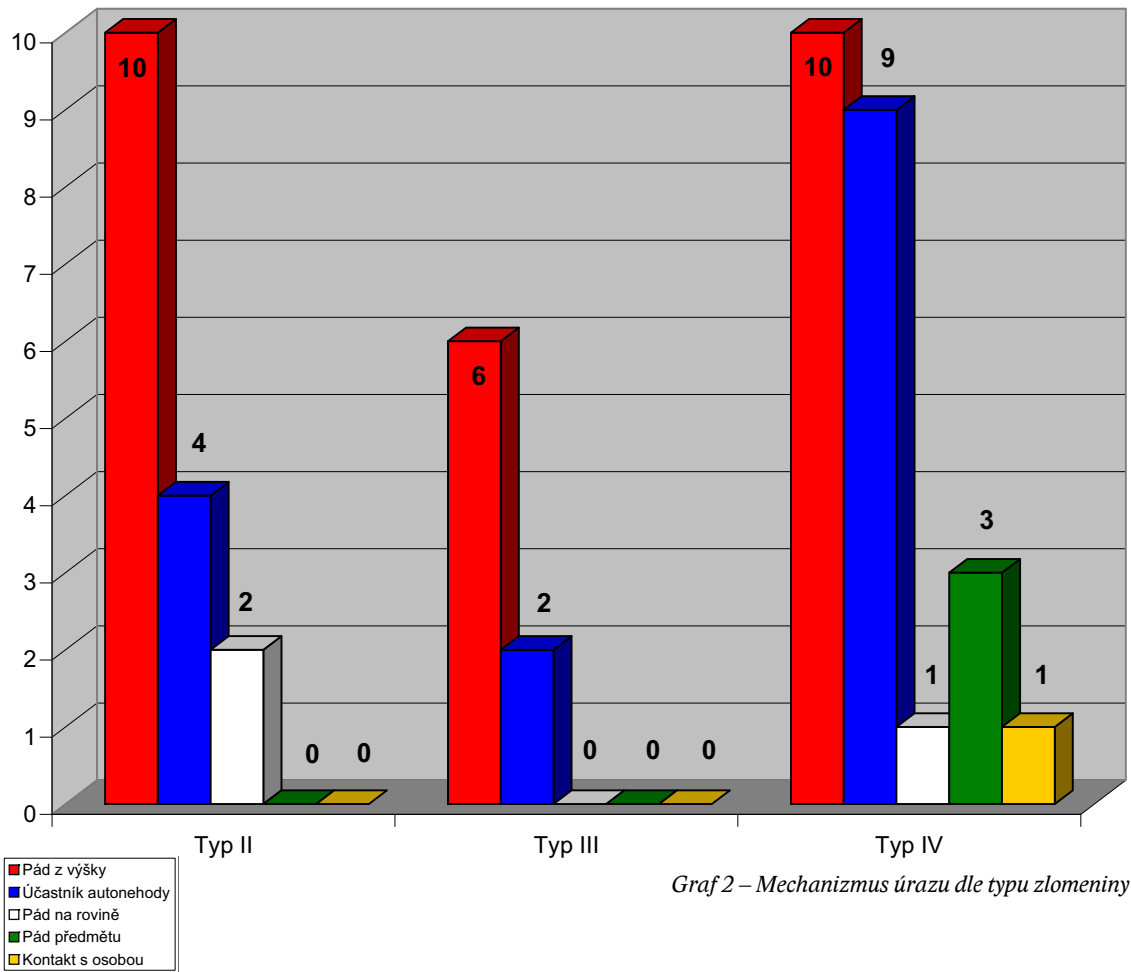
Mechanismem úrazu byl nejčastěji pád z výšky a autonehoda, detailně popsáno v tabulce 5 a grafu 2.

	Typ II	Typ III	Typ IV
Kanalizovaný šroub	16 (33,3 %)	8 (16,7 %)	6 (12,5 %)
Enderovy hřeby	0	0	1 (2 %)
Prevotovy pruty	0	0	9 (19 %)
AO dlaha	0	0	3 (6,5 %)
PFN	0	0	1 (2 %)
Konzervativně (spika)	0	0	4 (8 %)

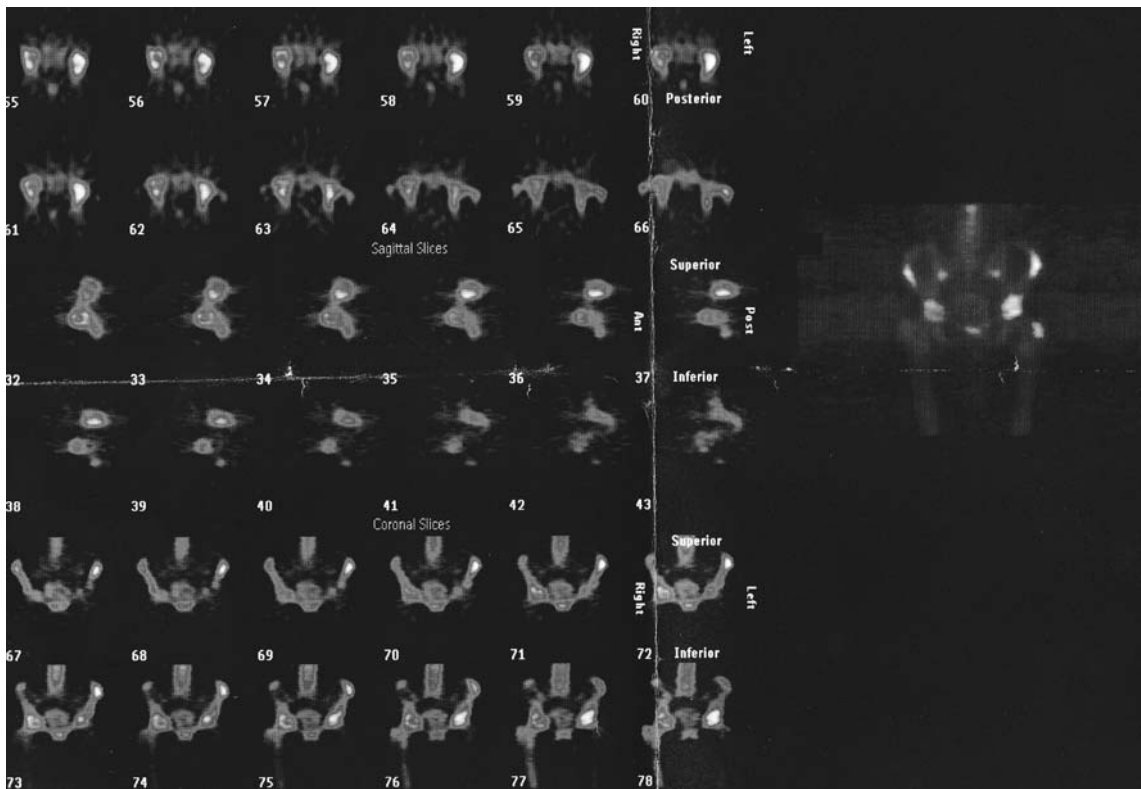
Tabulka 4 – Operační techniky u jednotlivých typů zlomenin

	Typ II	Typ III	Typ IV	Celkem
Pád z výšky	10	6	10	26 (54 %)
Účastník autonehody	4	2	9	15 (31 %)
Pád na rovině	2	0	1	3 (6,5 %)
Pád předmětu	0	0	3	3 (6,5 %)
Kontakt s osobou	0	0	1	1 (2 %)

Tabulka 5 – Mechanismus úrazu u jednotlivých typů zlomenin



Graf 2 – Mechanismus úrazu dle typu zlomeniny



Obr. 27 – Výsledky scintigrafie skeletu

	Typ II	Typ III	Typ IV	Celkem
Avaskulární nekróza	5	2	0	7 (15 %)
Coxa vara	4	2	0	6 (13 %)
Uzávěr růstové zóny	0	0	0	0 (0 %)
Selhání osteosyntézy	0	0	2	2 (4 %)
Porucha hojení	0	0	0	0 (0 %)
Přetrvávající bolestivost	2	1	0	3 (6,5 %)
Infekce	0	0	0	0 (0 %)
Omezení hybnosti	1	1	0	2 (4 %)

Tabulka 6 – Výskyt komplikací u jednotlivých typů zlomenin

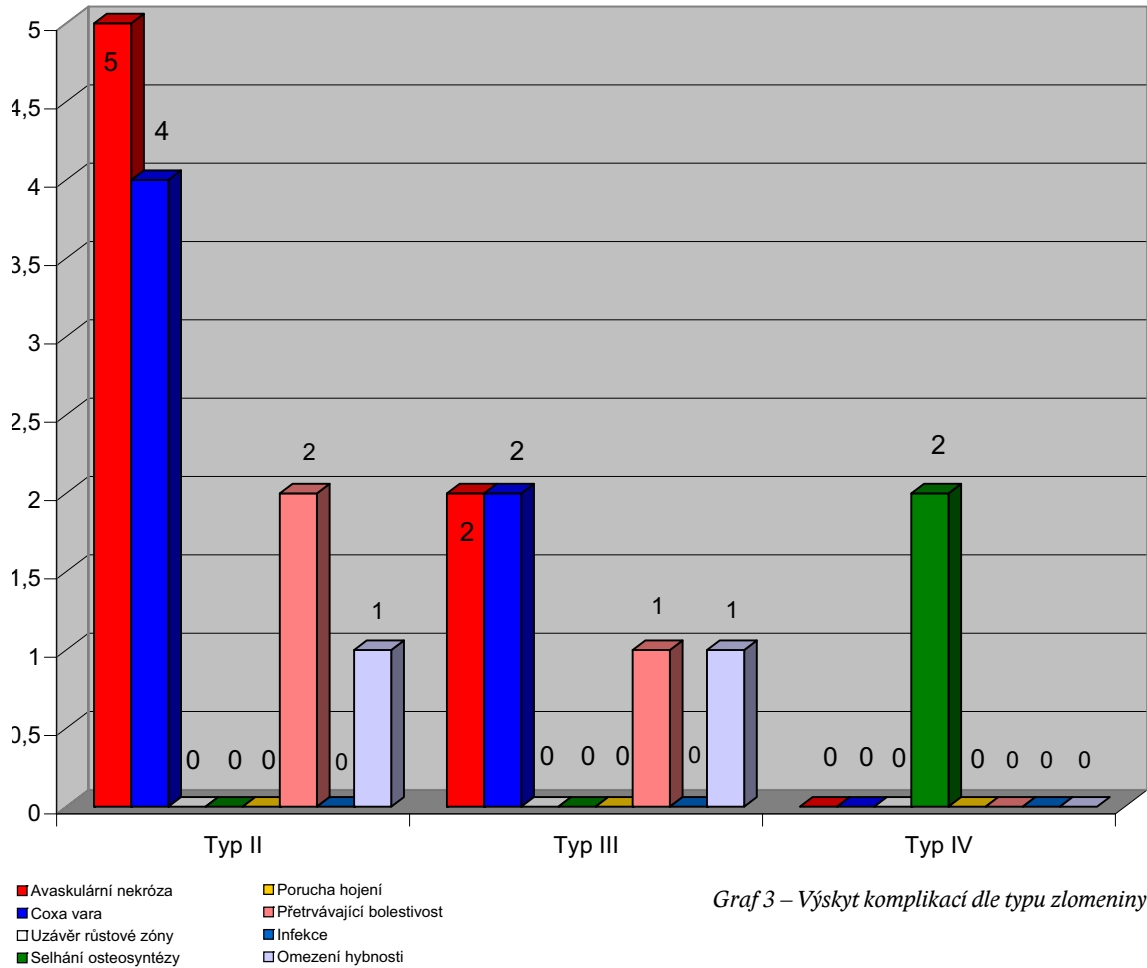
Průměrná doba mezi úrazem a operací byla 7,6 hodiny (modus = 8, medián = 7), pouze v pěti případech byl delší časový odstup do první operace (14–24 hodin).

U typu Delbet IV byl zahajován poloviční došlap o berlích po 4–6 týdnech, u Delbet III po 10–12 týdnech a u typu II po 12–14 týdnech. Drobné rozdíly mezi pacienty závisely zejména na RTG nálezu. Poslední klinické vyšetření pacienty proběhlo nejméně 2 roky od úrazu, aktuálně jsou sledovány klinické obtíže u pěti pacientů (3× bolestivost, 2× omezená vnitřní rotace postižené končetiny v kyčelním kloubu, u žádného z pacientů nebyla nalezena diskrepance v délce obou femurů větší jak 2 cm. Všichni tři pacienti s přetrvávajícími bolestmi jsou současně sledováni pro avaskulární nekrózu typu II nebo III.

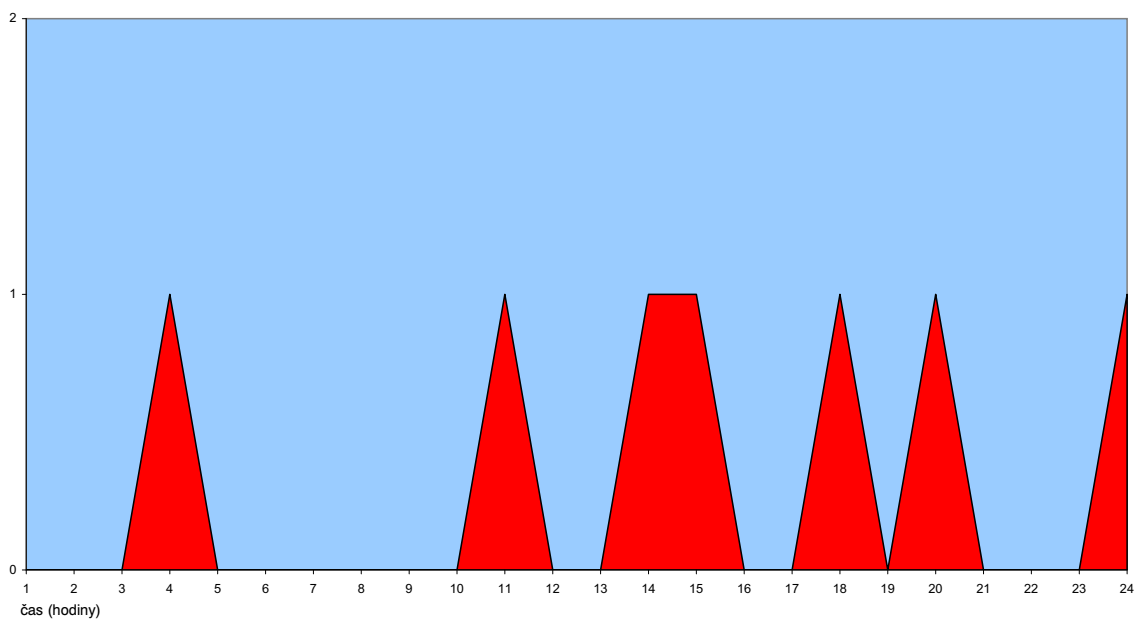
Rentgenová vyšetření byla prováděna v pravidelných odstupech vždy po 2 měsících, nejméně 1 rok po úrazu. V případě podezření na rozvoj avaskulární nekrózy bylo prováděno vyšetření MRI (4 případy) nebo scintigrafie Techneciem (1 případ) (*Obr. 27*).

Celkový výskyt komplikací je uveden v tabulce 6 (Graf 3) a je zřejmé, že relativně nejbezpečnější je typ IV zlomeniny proximálního femuru dle Delbet – Collony. Avaskulární nekróza hlavice femuru se vyskytla v celém souboru v sedmi případech (15 %), z toho 4 případy Ratliff II a 3 případy Ratliff III. V současné době jsou ve sledování na ortopedické ambulanci KDCHOT FN Brno, zatím u žádného z těchto pacientů nedošlo k dalším komplikacím,

3 pacienti udávají trvalou přetrvávající bolestivost. *Coxa vara* byla diagnostikována u 6 pacientů (13 %) z toho u čtyřech na podkladě předchozí AN lehčího typu, u jednoho pacienta byla nutná korekční osteotomie. Celkově se vyskytly komplikace u 13 pacientů (27 %).



Graf 3 – Výskyt komplikací dle typu zlomeniny

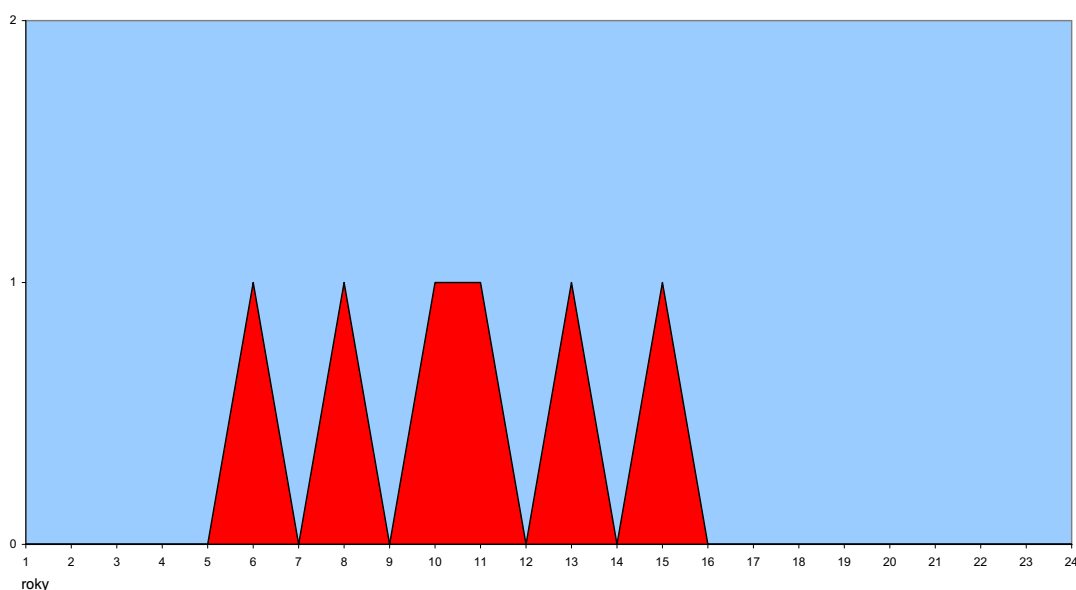


Graf 4 – Výskyt AN v závislosti na délce časového odstupu od úrazu do první operace

	Typ II	Typ III	Typ IV
operace do 8 hodin	0	0	0
operace do 14 hodin	1	0	0
operace po více jak 14 hodinách	4	2	0
Celkem	6 (37,5 %)	2 (12,5 %)	0 (%)

Tabulka 7 – Výskyt avaskulární nekrózy v závislosti na časovém odstupu operace od úrazu

Byla nalezena statistická významnost délky časového intervalu od úrazu do první operace a četností výskytu AN, která se vyvinula prokazatelně častěji u pacientů operovaných po více jak 14 hodinách (Graf 4, Tabulka 7) od úrazu ($\alpha = 0,05$). Statistická významnost byla rovněž nalezena v závislosti typu poranění dle Delbet – Collony na výskytu AN ($\alpha = 0,01$). Žádná z nich se nevyskytla u typu IV, nejvíce jich rezultovalo ze zlomeniny typu II (5 případů). V našem souboru se nepodařila prokázat statisticky významná závislost na věku pacienta (Graf 5). Lze snad jen říci, že v nejnižších věkových skupinách do 5 let se AN nevyskytla ani jednou.



Graf 5 – Výskyt AN v závislosti na věku pacienta

2.4. Diskuze

V našem souboru jsme léčili celkem 48 pacientů, což je průměrná četnost ošetření 4 pacienti za rok na obou pracovištích. Toto číslo je ve shodě s udávanou incidencí, variabilita mezi jednotlivými roky není příliš velká. Mechanismem úrazu je nejčastěji autonehoda nebo pád z výšky, což rovněž koreluje s obecným faktem.

Na obou pracovištích je upřednostňována metoda miniinvazivního zavedení kanalizovaných šroubů z drobné incize kůže pod velkým trochanterem. Tato metoda je velmi šetrná a dostatečně stabilní a pro typ II a III dle Delbeta – Collony je standardní metodou léčby ve většině podobných prací (*Lipczyk et al. 2007, Matejka et al. 2005*). Pro typ IV je prezentováno několik různých metod, i v zahraniční literatuře je postup při ošetření tohoto typu poranění velmi variabilní (*El-Sayed et al. 2007, Gordon et al. 2004*).

Je zajímavé, že z velké části je popisována v anglosaské literatuře nutnost pooperační fixace v sádrové spici (*Shrader et al. 2007, Mayr et al. 1998, Rockwood and Willkins 2006*), zatímco v našich podmínkách je upřednostňován postup pokud možno bez následné fixace (*Matejka et al. 2005, Havranek et al. 1998*).

Náš výskyt avaskulární nekrózy je nižší, než je obecně udávaná prevalence. Většinou se jednalo o pacienty, kteří byli operováni s delším časovým odstupem, v čemž se většina prací zcela shoduje. V našich případech šlo většinou o odložení operačního výkonu pro celkovou dekompenzaci v rámci polytraumatismu, několikrát se jednalo o odloženou operaci kvůli překladi pacienta z jiného pracoviště. V jednom případě přišel pacient k vyšetření až následující den po vlastním úrazu. Vzhledem k velkému riziku rozvoje nekrózy je na obou pracovištích běžným standardem operovat tyto zlomeniny ihned po přijetí, na Traumatologickém oddělení v KNTB Zlín je běžnou praxí, že k těmto zlomeninám je přivoláván lékař – specialista v kteroukoli denní či noční dobu. Tento postup se jeví jako výhodný a v celém velkém souboru pacientů je tato skutečnost potvrzena velmi nízkým výskytem AN. Nejvyšší výskyt AN při zlomeninách typu II a III je rovněž v souladu s podobnými studiemi (*Moon and Mehlman 2006, Graves and Sands 2008*).

Úspěšnou operační techniku reprezentuje i nulový výskyt poranění a předčasného uzávěru růstové ploténky proximálního femuru. K tomuto faktu však přispívá i skutečnost, že uvedená růstová ploténka zajišťuje růst do délky pouze ze 13 % a stěžejní pro růst femuru a celé DK je tak distální růstová zóna.

K selhání osteosyntézy došlo v našem souboru ve 4 %, jedenkrát došlo k lýze hlavice femuru při Delbet IV zlomenině po fixaci AO dlahou (vyřešeno bylo zavedením tahového šroubu z dlahy do hlavice po repozici) a jedenkrát došlo k redislokaci po osteosyntéze Prevotovými pruty, která byla následně konvertována na tahový šroub.

Zajímavé je, že v našem souboru se za celou dobu sledování nevyskytla zlomenina Delbet – Collon I, v tomto období byli všichni pacienti s akutním skluzem hlavice femuru diagnostikováni a léčeni pod jednotkou *coxa vara adolscetium*. Zahraniční studie popisují výskyt také jako velmi vzácný (*Rockwood and Willkins 2006, Lorczyński and Kozdryk 2007, Mayr et al. 1998*).

Zcela diskutabilní zůstává nutnost dekomprese kyčelního kloubu, dle našich výsledků lze souhlasit s tvrzením, že včasná operace a vnitřní osteosyntéza je zcela dostačující pro dobrou prognózu hojení tohoto typu zlomeniny a kapsulotomie není nutná (*Shrader et al. 2007*). Základním a rozhodujícím rizikovým faktorem zůstává dislokace fragmentů. Zda – li je možné, aby samotný hematom mohl kompresí ischemizovat oblast hlavice stehenní kosti je součástí experimentů a klinických studií se zcela protichůdnými výsledky (*Hughes et Beaty 1994, Ng and Cole 1996, Pape et al. 1999, Maruenda et al. 1997*).

2.5. Závěr

Dvanáctileté sledování průběhu a výsledků léčby zlomeniny proximálního femuru na Klinice dětské chirurgie, ortopedie a traumatologie FN Brno a na Oddělení traumatologie KNTB ve Zlíně potvrdilo nízkou incidenci této diagnózy. Z celkového počtu 48 pacientů se 73 % z nich zhojilo bez komplikací. Procento výskytu avaskulární nekrózy je celkově nízké – 16 %, výskyt coxa vara rovněž (13 %) a incidence dalších komplikací je spíše sporadická. Dle těchto výsledků lze jasně doporučit námi používaný aktivní a rychlý přístup k definitivnímu ošetření v první době, byla prokázána statisticky vyšší incidence avaskulární nekrózy při dlouhém časovém odstupu od úrazu k operaci. Rovněž nepovažujeme za zásadní provádět kapsulotomii, pokud hned v první době provedeme správnou fixaci fragmentů.

3. VLIV INTRAKAPSULÁRNÍHO TLAKU NA ROZVOJ ASEPTICKÉ NEKRÓZY HLAVICE STEHENNÍ KOSTI U MINIATURNÍCH PRASAT

3.1. Úvod

V experimentální části mé disertační práce jsou předkládány výsledky experimentu na modelu miniaturního prasete. Úkolem pokusu bylo prokázat, zda-li může samotný hematoma v kyčelním kloubu mechanismem komprese způsobit obturaci vyživujících cév hlavice stehenní kosti a ohrozit tak hlavici avaskulární nekrózou.

Existuje mnoho klinických studií, které sledují rozdíl mezi manifestací AN při provedené kapsulotomii kyčelního kloubu a bez ní v rámci léčby zlomenin proximálního femuru. Výsledky nejsou jednoznačné a najdeme výsledky, které potvrzují vliv intrakapsulární hypertenze na vznik poúrazové nekrózy femorální hlavice (*Hughes et Beauty 1994, Ng and Cole 1996*) stejně jako studie, které žádnou korelaci mezi těmito dvěma skutečnostmi nenašly (*Pape et al. 1999, Maruenda et al. 1997*).

Hlavní význam zodpovězení otázky, jestli je samotný intrakapsulární hematoma nebezpečný, je v případě nedislokovaných zlomenin, kde není cévní zásobení ohroženo ostrými a posunutými fragmenty. V takové situaci by nebylo nutné provést operaci akutně, neboť by nebyla ohrožena výživa hlavice stehenní kosti a byl by prostor v klidu stabilizovat pacienta v přítomnosti doprovodných poranění. U dětí do 5 let by navíc byla možnost zcela *lege artis* takovouto nedislokovanou zlomeninu proximálního femuru doléčit konzervativně jen v sádrové spici. Bez jasné specifikace vlivu intrakapsulárního přetlaku bude vždy stavěn ošetřující lékař do nejisté situace, zdali kloubní pouzdro incidovat nebo ne.

Cévní zásobení hlavice femuru je u miniaturních prasat obdobné jako u lidí, lze tedy navodit situaci identickou v klinické humánní medicíně.

Na počátku experimentu byla stanovena nulová hypotéza, která nepředpokládá rozdíl ve výsledcích mezi skupinou A (iatrogeně navozený intrakapsulární hematoma pravého kyčelního kloubu) a B (kontrolní skupina bez hematomu).

3.2. Materiál a metodika

Jako experimentální zvíře bylo vybráno miniaturní prase (*Obr. 28*). Model miniaturního prasete je finančně dostupný a nenáročný. Využili jsme certifikovaného chovu ÚŽFG v Liběchově, který je jediný v ČR.



Obr. 28 – Miniaturní prase

Experimentální skupinu A tvořilo 10 miniaturních prasat, stáří při operaci v rozmezí 2,5–3 měsíce, přibližně stejné hmotnosti ($15,0 \pm 2,8$ kg). U všech prasat této skupiny byla peroperačně otevřenou cestou injikována vlastní žilní krev do levého kyčelního kloubu a byl tak simulován intrakapsulární hematoma. Skupina B byla tvořena rovněž deseti miniaturními prasaty o odpovídající hmotnosti $15,2 \pm 4,2$ kg stejného stáří a sloužila jako negativní kontrola. U těchto prasat byl levý kyčelní kloub ponechán bez zásahu. Všechna zvířata byla ponechána ve stejných podmínkách chovu, měly umožněny stejný pohyb.

Byla provedena statistická analýza výsledků v obou skupinách, zvolenou metodikou byl Wilcoxonův párový test.

3.2.1. Anestézie u experimentálních zvířat

U všech zvířat byl intramuskulárně aplikován Tiletamin-Zolazepam (Zoletil 100, Virbac, Francie) v dávce 2 mg/kg, Xylazin (Sedazine, Fort Dodge, USA) v dávce 2 mg/kg a Ketamin (Ketaset, Fort Dodge, USA) v dávce 2 mg/kg. Látky byly aplikovány společně jednou stříkačkou. Po nástupu sedace, tj. 10 minut po aplikaci, byl zaveden do ušní žíly intravenózní atér s Propofolem (Propofol 1 %, Fresenius, Rakousko) v dávce 1 mg/kg a byla zavedena endotracheální trubice. Prase bylo uloženo do polohy na pravém boku a napojeno na anesteziologický inhalační přístroj. Zvířatům byla podávána směs kyslíku a rajského plynu (1:1) v dávkování 25 ml/kg/min. Všechna zvířata byla napojena na monitor životních funkcí (Datex Cardocap II, USA). Byla sledována srdeční frekvence (heart rate – HR), dechová frekvence (respiratory rate – RR), střední arteriální tlak (mean arterial pressure – MAP), saturace (hemoglobin saturation by oxygen – SpO₂) a koncentrace CO₂ na konci výdechu (end-tidal CO₂ concentration – ETCO₂). HR bylo měřeno za pomoci 3-svodového EKG s elektrodami umístěnými na hrudníku zvířete. Střední arteriální tlak byl měřen pomocí jednorázového snímače krevního tlaku, který byl po kalibraci napojen na monitor. Dechová frekvence a ETCO₂ byly zjišťovány sidestreamovou metodou se senzorem umístěným na kraji endotracheální trubice. SpO₂ bylo měřeno pomocí senzoru umístěného na jazyku zvířete. Po skončení zákroku byla provedena antagonizace všech tří složek anestezie intramuskulární aplikací naloxonu [0,03 mg/kg (INTRENON inj., Léčiva a.s.)], flumazenilu 0,1 mg/kg (ANEXATE, Hoffmann-La Roche Ltd.)] a atipamezolu [1,0 mg/kg ANTISEDAN inj. ad us. vet., Pfizer Animal Health)]. K analgezii v pooperačním období byl použit carprofen (RIMADYL inj. ad us. vet., Pfizer Animal Health) v dávce 2 mg/kg/den po dobu 3 dnů. Po zotavení bylo zvířatům umožněno volně se pohybovat a zatěžovat končetiny dle možností. V průběhu sledovaného období byla zvířata krmena, ustájena a bylo s nimi zacházeno v souladu s vyžadovanými zásadami (Sýkora et al. 1983). Na konci experimentu (8 týdnů po zákroku) byla všechna zvířata protokolárně utracena. Nejprve byla navozena celková anestézie intravenózním podáním thiopentalu v dávce 20 mg/kg. Poté byl intravenózně aplikován přípravek T 61 inj. ad us. vet. (Hoechst Roussel Vet.) v dávce 1 ml pro toto. Veškeré postupy byly prováděny se souhlasem Etické komise (č. 46613/2003-1020) a byly vedeny praktikujícími veterinárními lékaři.

3.2.2. Chirurgický výkon

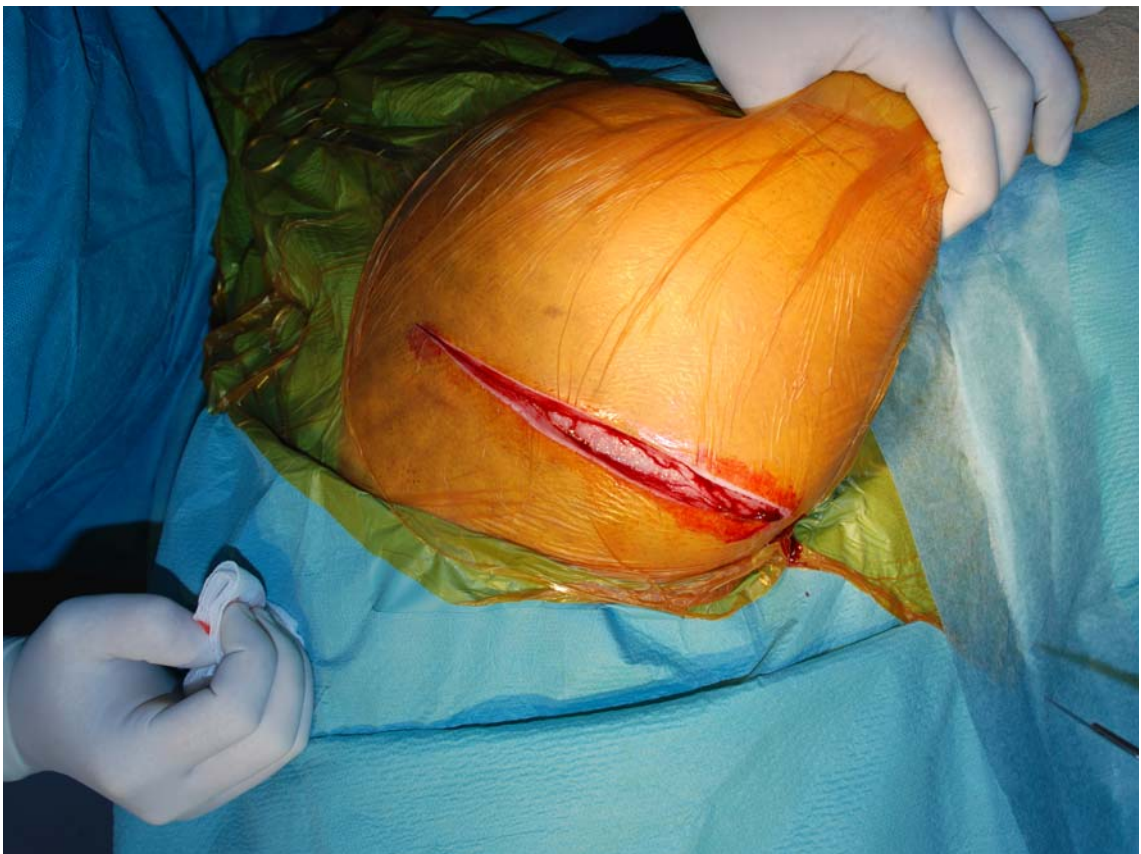
Miniaturní prase bylo po zavedení anestézie zbaveno srsti v oblasti levého stehna, byla provedena opakovaná toaleta kůže mýdlovou vodou a roztokem jodu (*Obr. 29*). Finální desinfekce operačního pole byla provedena Chlorhexidinem a prase bylo uloženo do polohy na pravém boku a operační pole řádně zarouškováno (*Obr. 30*). K pravému kyčelního kloubu bylo proniknuto podél proximální poloviny diafýzy femuru delší incizí kůže (*Obr. 31*), fascie a odklopení *musculus vastus lateralis* (*Obr. 32*). Po ozřejmení velkého trochanteru a crista intertrochanterica byl vypreparován distální okraj kloubního pouzdra (*Obr. 33*). Do sterilní Heparinem propláchnuté stříkačky byla odebrána z *vena jugularis interna* (*Obr. 34*) vlastní žilní krev v množství 5 ml a po výměně jehly byla tato dávka vstříknuta do levého kyčelního kloubu experimentálních zvířat skupiny A (*Obr. 35*). Palpačně byl kontrolován stav a napětí kloubního pouzdra (*Obr. 36*). Celá oblast kolem proximálního femuru byla dále opláchnuta roztokem Ringer – laktátu (Ringer Lactat I.V.Inf., Braun Medical AG). Svalová vrstva byla suturována pokračujícím stehem (PDS 2-0, Ethicon) (*Obr. 37*), podkožní vrstva pokračovacím stehem (PDS 2-0, Ethicon). Kůže



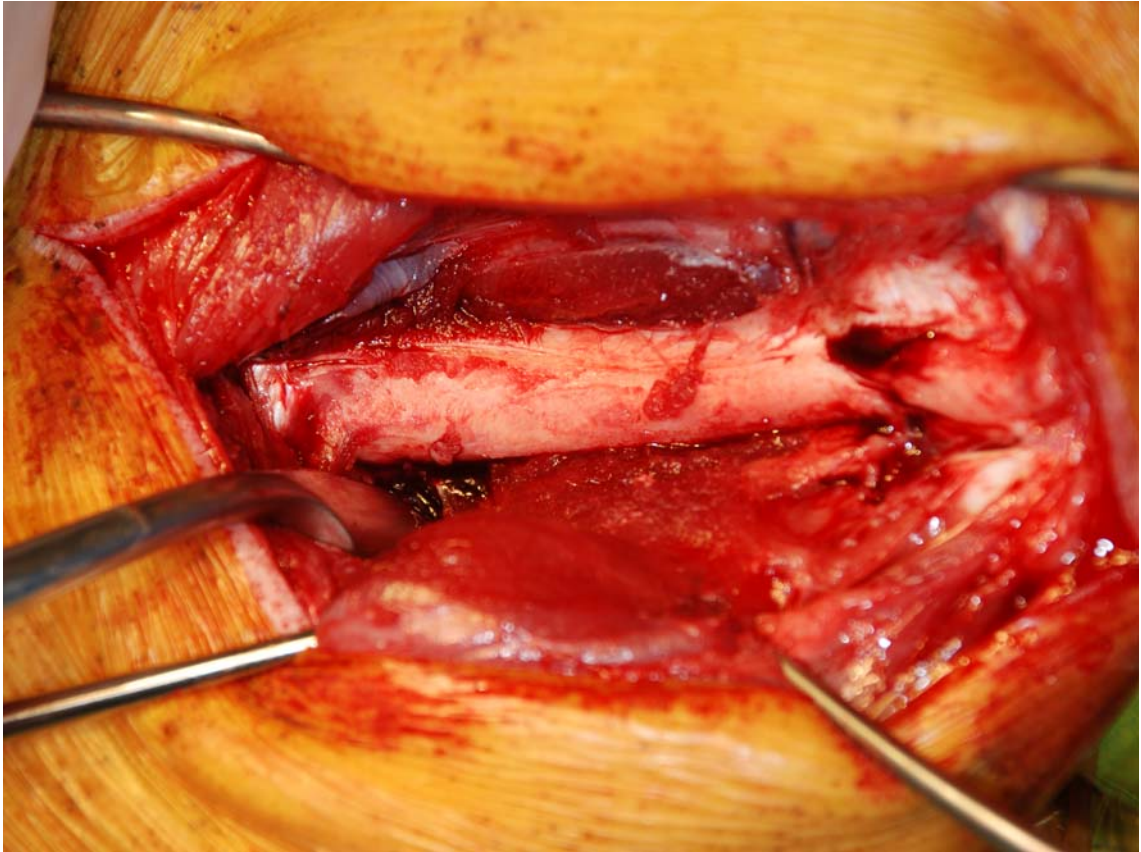
Obr. 29 – Příprava operačního pole



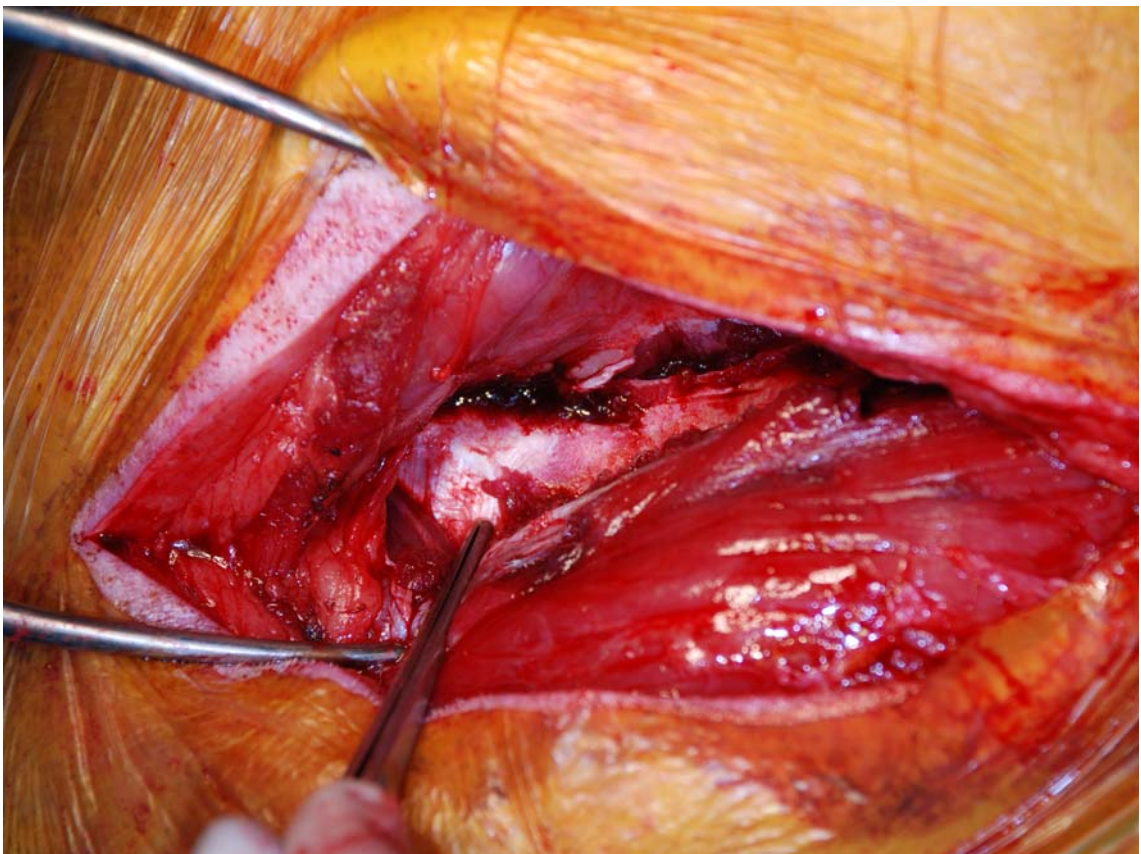
Obr. 30 – Rouškování před operací



Obr. 31 – Incize kůže



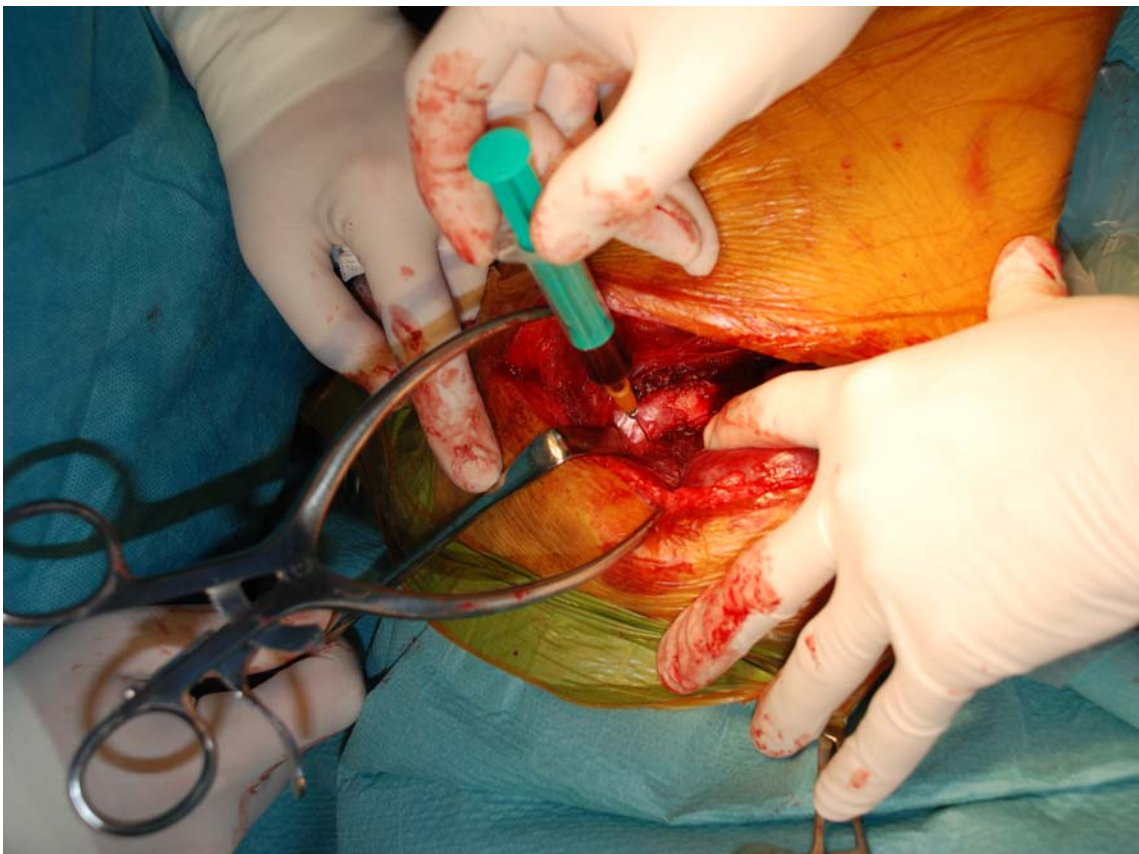
Obr. 32 – Odklopení musculus vastus lateralis



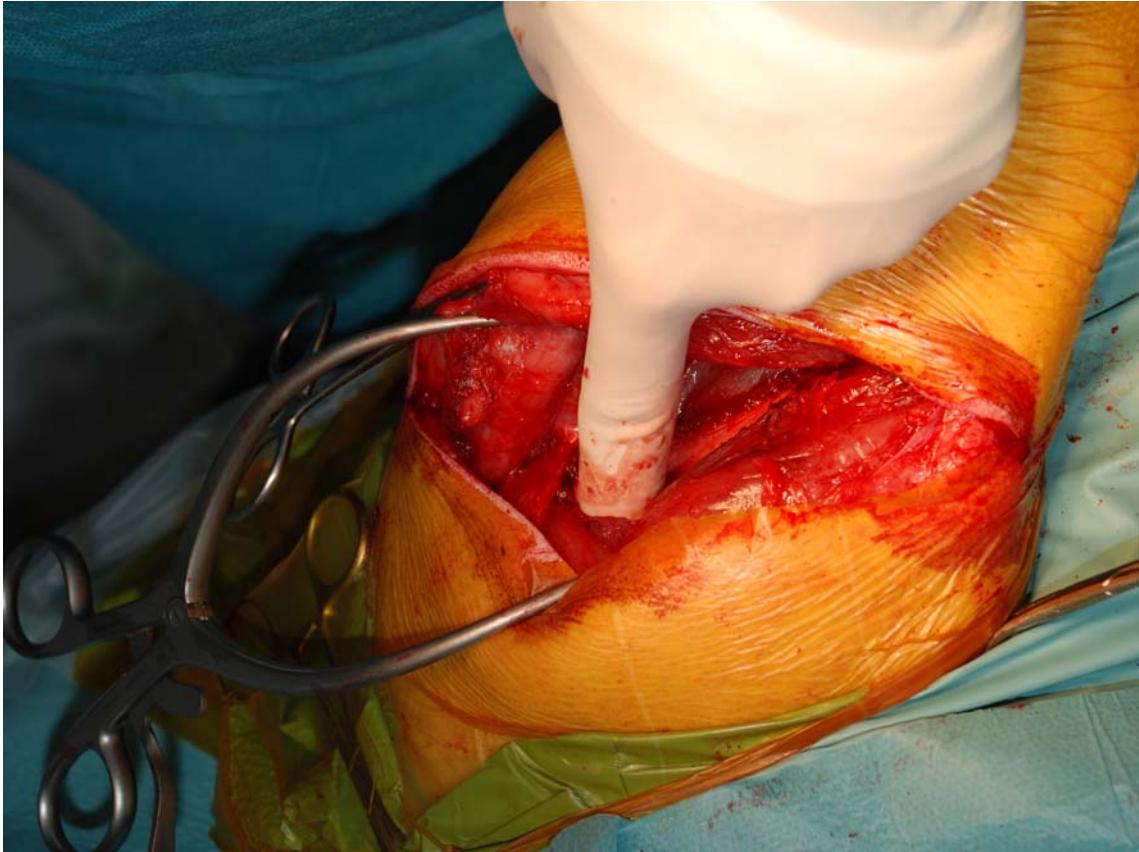
Obr. 33 – Vypreparování dolního okraje kloubního pouzdra kyčle



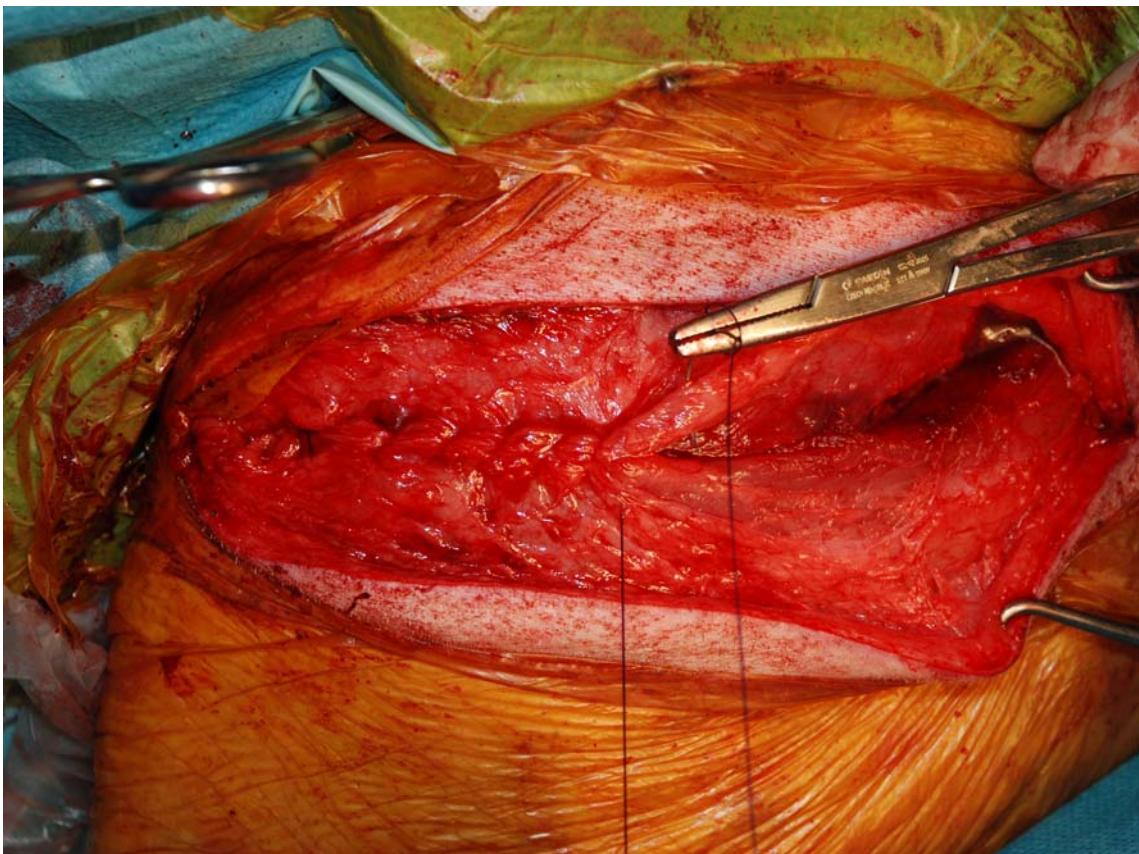
Obr. 34 – Odběr žilní krve



Obr. 35 – Aplikace krve do kloubního pouzdra pravé kyčle



Obr. 36 – Palpační kontrola intrakapsulárního tlaku



Obr. 37 – Pokračovací sutura svalu



Obr. 38 – Sutura kůže



Obr. 39 – RTG stehenní kosti u miniaturního prasete (zvíře A2)



Obr. 40 – RTG – detail hlavice stehenní kosti u miniaturního prasete (zvíře A6)

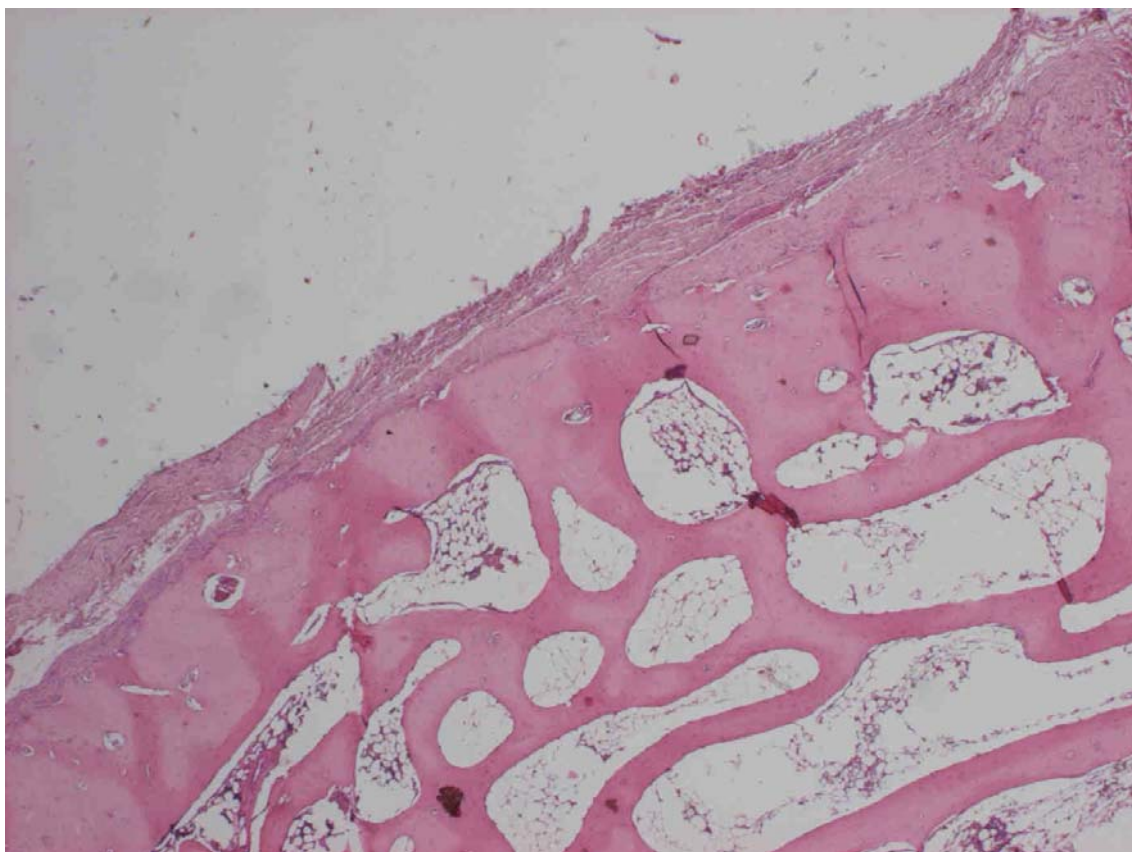
byla sešita jednotlivými stehy monofilamentním vláknem (Ethilon 3-0, Ethicon) (*Obr. 38*).

Zvířata byla ponechána volně se pohybovat v chovných boxech celkem 8 týdnů. V jejich průběhu byly sledovány klinické známky svědčící pro rozvoj avaskulární nekrózy – napadání na pravou končetinu, omezená hybnost). Po 4 týdnech a dále v den utracení bylo provedeno RTG vyšetření (*Obr. 39, Obr. 40*), kde byly sledovány eventuelní radiologické příznaky rozvoje nekrózy různého stupně.

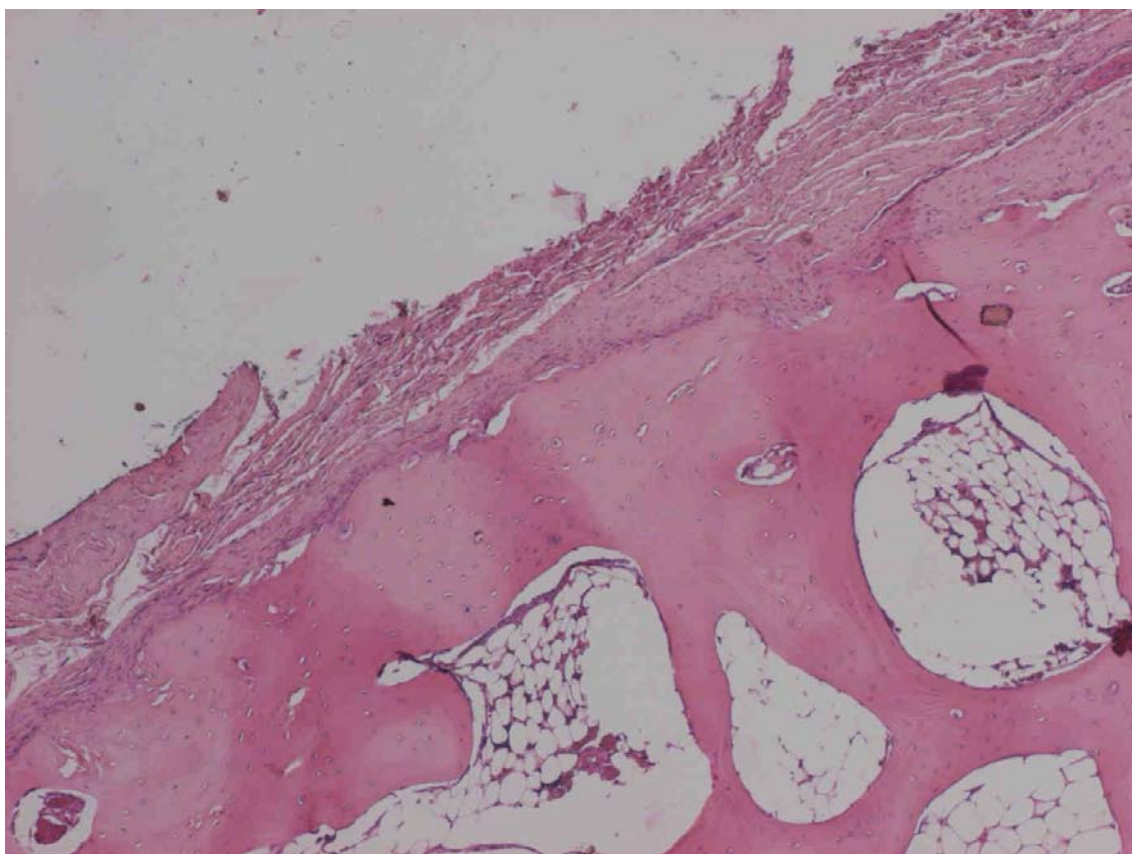
Po protokolárním utracení zvířat byly všechny hlavice z levého femuru experimentálních zvířat skupiny A a B podrobeny základnímu histologickému vyšetření. V průřezu skeletu hlavice byly hledány eventuelní známky nekrózy kostní tkáně. Dostačující bylo barvení hematoxylinem – eozinem.

3.3. Výsledky

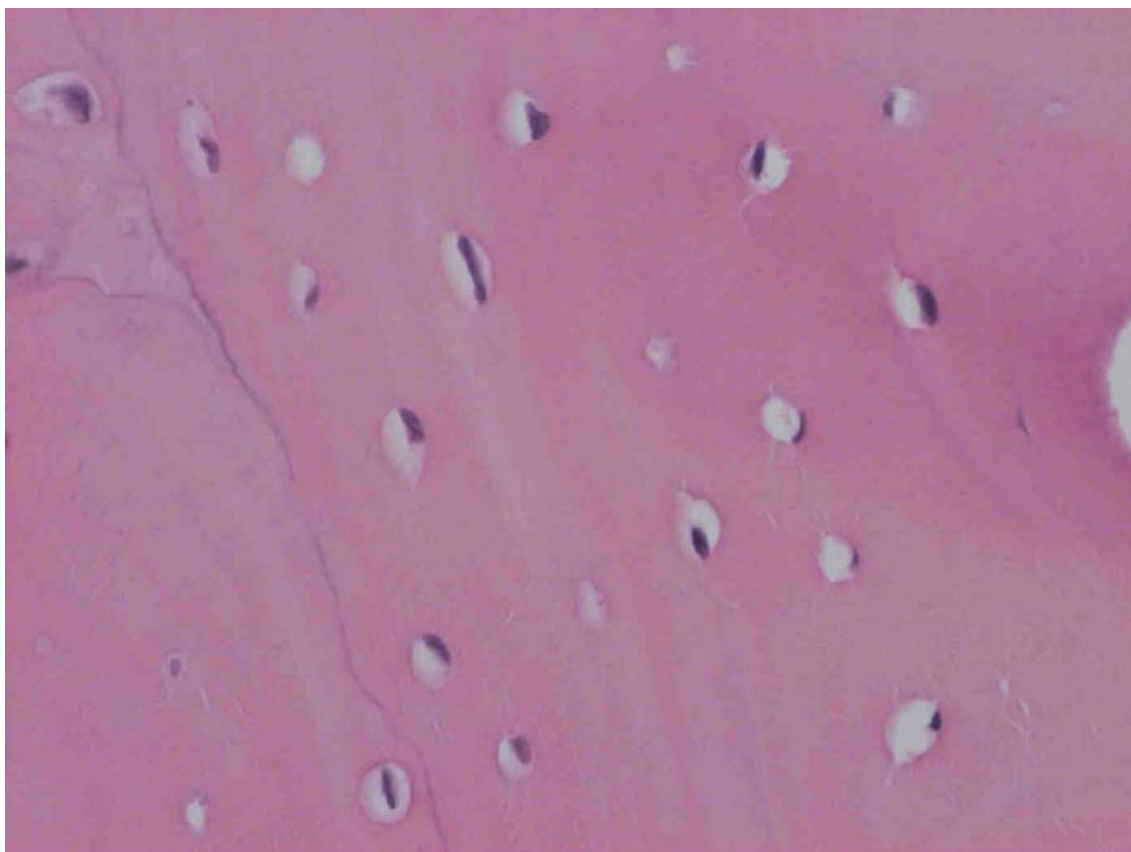
Během osmitýdenního sledování nebyly zaznamenány klinické obtíže u většiny zvířat ve skupině A a u žádného ze zvířat skupiny B. U dvou prasat ve skupině A bylo zaznamenáno



Obr. 41 – Okraj kostní tkáně hlavice femuru s periostem (zvíře A4, HE 20×)



Obr. 42 – Okraj kostní tkáně hlavice femuru s periostem (zvíře A10, HE 40×)



Obr. 43 – Detail kompaktní kostní tkáně (zvíře A5, HE 400×)

omezení pohybu po operaci, nebylo možné odlišit, zda se jednalo o pooperační bolestivost v oblasti rány nebo komplikace intrakapsulárního přetlaku v kyčelním kloubu.

Na RTG snímcích nebyly u žádného ze zvířat ze skupiny A i B nalezeny známky avaskulární nekrózy (snížená denzita kosti v oblasti hlavice a rozšiřující se kloubní štěrbina, fragmentace a nakonec zhroucení celé hlavice).

Při histologickém vyšetření nebyly v žádné části hlavice stehenní kosti ve skupině A ani B nalezeny známky nekrózy (Obr. 41, Obr. 42, Obr. 43).

Na vysoké hladině významnosti ($\alpha = 0,01$) byla potvrzena nulová hypotéza, která neočekávala rozdíl v četnosti výskytu avaskulární nekrózy hlavice femuru mezi skupinou A a B.

Kompletní výsledky jsou uvedeny v tabulce 8 a 9.

3.4. Diskuze

Avaskulární nekróza hlavice stehenní kosti je nejzávažnější a nejčastější komplikací. Prevalence je asi 30 % (Cheng and Tang 1999, Hughes et Beaty 1994). Rizikovým faktorem je zejména dislokace úlomků, které svým posunem poničí cévní zásobení. Cheng (Cheng

	Klinické vyšetření	RTG	Histologie
A1	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A2	omezená hybnost L kyčelního kloubu	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A3	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A4	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A5	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A6	napadání na L zadní končetinu	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A7	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A8	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A9	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
A10	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy

Tabulka 8 – Výsledky hodnocení – skupina A

	Klinické vyšetření	RTG	Histologie
B1	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B2	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B3	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B4	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B5	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B6	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B7	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B8	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B9	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy
B10	pohyb bez omezení	bez nálezu AN	bez nálezu nekrózy

Tabulka 9 – Výsledky hodnocení – skupina B

and Tang 1999) a Flynn (*Flynn et al. 2002*) oba publikovali práci se signifikantním snížením výskytu AN při včasné repozici a interní fixaci do 24 hodin. Někteří autoři také popisují možný vliv intrakapsulární hypertenze způsobené hematodem. Ve svých pracích popisují signifikantní snížení výskytu AN při včasné kapsulotomii (*Hughes et Beaty 1994, Ng and Cole 1996*). Tento fakt některé práce naopak zpochybňují (*Pape et al. 1999, Maruenda et al. 1997*). Klinické studie jsou založeny na srovnávání jednotlivých výsledků terapie zlomeniny proximálního femuru. V naší experimentální studii jsme měli možnost sledovat čistě vliv hematomu na cévní zásobení hlavice femuru. V klinických podmínkách je možné si podobnou situaci představit při sledování léčby nedislokovaných zlomenin v této oblasti bez nutnosti repozice. Dle doporučeného postupu, který na našich pracovištích dodržujeme s velmi dobrými klinickými výsledky léčby, by se však jednalo pouze o poranění typu Delbet – Collony I u pacientů do pěti let věku. Ve všech ostatních případech je doporučována primární osteosyntéza. Experimentální studie jsou tedy v tomto ohledu nezastupitelné.

Řada autorů podporuje myšlenku, že v případě správně provedené osteosyntézy provádíme automaticky i drenáž intrakapsulárního hematomu, který má možnost evakuovat provedenými návrty. I toto je jistě správný argument pro to, že při správně vedené operaci není nutné provádět kapsulotomii.

Klinickými příznaky je zejména počínající bolestivost pomalu nastupující. V experimentu je toto hodnocení omezené pouze na změnu používání a zatěžování postižené končetiny bez subjektivní odezvy. Ve skupině A sice byly zaznamenány dva případy omezení hybnosti, nicméně další vyšetření výskyt avaskulární nekrózy vyloučila. V humánní medicíně bychom se při klinické manifestaci obtíží nespokojili s negativním RTG vyšetřením, ale prováděli bychom MRI nebo scintigrafii skeletu. Většinou se AN manifestuje do jednoho roku od úrazu, ale byly popsány i případy rozvoje do dvou let (*Hughes et Beaty 1994, Rattliff 1970*).

Výsledky AN nejsou v 60 % případů příznivé (*Pape et al. 1999, Davison and Weinstein 1992, Canale and Bourland 1977*), následky jsou závažnější u starších dětí. Dochází k rozvoji degenerativní artritidy, omezení růstu stehenní kosti, nepřestávající bolest, coxa vara a další. Ve fázi experimentů jsou některé pokusy o revaskularizaci této části skeletu vaskularizovaným fibulárním štěpem.

Předkládaná studie je jen malou součástí dlouhého výzkumu, který je neustále nutné provádět, aby bylo možné stále lépe ošetřovat zlomeniny v oblasti proximálního femuru. Velmi zajímavé by bylo provádět studii při řízeném intrakapsulárním tlaku, kdy by bylo možné porovnávat incidenci AN v závislosti na hodnotě tohoto tlaku.

3.5. Závěr

Předkládaná experimentální studie potvrdila, že samotná přítomnost intrakapsulárního hematomu v kyčelním kloubu nevede k rozvoji avaskulární nekrózy hlavice stehenní kosti u miniaturního prasete. Potvrdila tak nulovou hypotézu a na jejím podkladě lze říci, že není nutné provádět kaspulotomii kvůli dekompresi při ošetření těchto zlomenin.

4. ZÁVĚRY DIZERTAČNÍ PRÁCE

DIZERTAČNÍ PRÁCE SE VĚNUJE ZÁVAŽNÉ PROBLEMATICE SKELETÁLNÍHO PORANĚNÍ V OBLASTI PROXIMÁLNÍ EPIFÝZY STEHENNÍ KOSTI. DVANÁCTILETÉ SLEDOVÁNÍ PRŮBĚHU A VÝSLEDKŮ LÉČBY ZLOMENINY PROXIMÁLNÍHO FEMURU NA KLINICE DĚTSKÉ CHIRURGIE, ORTOPEDIE A TRAUMATOLOGIE FN BRNO A NA ODDĚLENÍ TRAUMATOLOGIE KNTB VE ZLÍNĚ POTVRDILLO NÍZKÝ VÝSKYT TÉTO DIAGNÓZY. V TOMTO SOUBORU PACIENTŮ SE Z CELKOVÉHO POČTU 48 PACIENTŮ ZHOJILO 73 % BEZ KOMPLIKACÍ. TO SVĚDČÍ O DOBRĚ VEDENÉM ALGORITMU DIAGNOSTIKY A TERAPIE, VELKÝ VÝZNAM SE PŘIKLÁDÁ MANAGEMENTU OŠETŘENÍ ZLOMENINY, KDY JE CO NEJDŘÍVE PŘISTOUPENO K OPERAČNÍMU ŘEŠENÍ. POZITIVNÍ JE ROVNĚŽ NÍZKÉ PROCENTO VÝSKYTU AVASKULÁRNÍ NEKRÓZY (16 %) A VÝSKYTU COXA VARA (13 %). INCIDENCE DALŠÍCH KOMPLIKACÍ JE SPÍŠE SPORADICKÁ. ROVNĚŽ NEPOVAŽUJEME ZA ZÁSADNÍ PROVÁDĚT KAPSULOTOMII, POKUD HNED V PRVNÍ DOBĚ PROVEDEME SPRÁVNOU FIXACI FRAGMENTŮ, COŽ BYLO EXPERIMENTÁLNĚ PODPŘENO VLASTNÍM POKUSEM NA MINIATURNÍM PRASETI.

5. LITERATURA

Abbas AA, Yoon TR, Lee JH, Hur CI. Posttraumatic avascular necrosis of the femoral head in teenagers treated by a modified transtrochanteric rotational osteotomy: a report of three cases. *J Orthop Trauma* 2008; 22(1): 63–69

Canale ST, Bourland WL. Fracture of the neck and intertrochanteric region of the femur in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1977; 59, 431–443

Chency JCY, Tang N. Decompression and stable internal fixation of femoral neck fractures in children can affect the outcome. *J Pediatr Orthop* 1999; 19: 338–343

Cheng JC, Tang N. Decompression and stable internal fixation of femoral neck fractures in children can affect the outcome. *J Pediatr Orthop* 1999; 19(3): 338–343

Chládek P, Trc T. Fractures of the femoral neck in children: complications and their treatment. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2002; 69(1): 31–34

Dabison BL, Weinstein SL. Hip fractures in children: a long – term follow-up study. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 355–358

Duhaime M, Lascombes P. Prognosis of fractures of the femur neck in children. *Chir Pediatr* 1984; 25(3): 152–160

Dungl P. *Ortopedie*, 1. vydání, Praha, Grada 2005

El-Sayed M, Abulsaad M, El-Hadidi M, El-Adl W, El-Batouty M. Reconstruction plate fixation of subtrochanteric femoral fractures in children. *Acta Orthop Belg* 2007; 73(4): 484–490

-
- FlynnJM, Wong KL, Yeh GL et al.: Displaced fractures of the hip in children: management by early operation and immobilization in a hip spica část. *J Bone Joint Surg (Br)* 2002; 84, 108–112
- Forster NA, Ramseier LE, Exner GU. Undisplaced femoral neck fractures in children have a high risk of secondary displacement. *J Pediatr Orthop B* 2006; 15(2): 131–133
- Gordon JE, Khanna N, Luhmann SJ, Dobbs MB, Ortman MR, Schoenecker PL. Intramedullary nailing of femoral fractures in children through the lateral aspect of the greater trochanter using a modified rigid humeral intramedullary nail: preliminary results of a new technique in 15 children. *J Orthop Trauma* 2004; 18(7): 416–22; 423–424
- Graves RM, Sands KC. Avascular necrosis of the femoral head following intramedullary nailing of the femur in a skeletally mature young adult: a case report. *Am J Orthop* 2008; 37(10):523
- Havránek P, Staudacherová I, Hájková H. Proximal femoral fractures in children. *Acta Univ Carol [Med]* 1989; 35(7-8): 223–242
- Hoekstra HJ, Binnendijk B. Incidence and sex distribution of proximal femoral fractures in children and adolescents. *Neth J Surg* 1983; 35(2): 69–72
- Hughes LO, Beaty JH. Current concepts review: fractures of the head end neck of the femur in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1994; 76, 283–292
- Jani L, Hefti F. Femur head necrosis in childhood. *Orthopade.* 1990; 19(4): 191–199
- Kanlic E, Cruz M. Current concepts in pediatric femur fracture treatment. *Orthopedics.* 2007; 30(12): 1015–1019

-
- Kujat R, Suren EG, Rogge D, Tscherne H. Femoral neck fractures during the growth period. Treatment principles, results, prognosis. *Chirurg* 1984; 55(1): 43–48
- Landin LA, Fracture patterns in children. *Acta Orthop Scand* 1983; 54 (Suppl 202): 1
- Leung PC, Lam SF. Long-term follow-up of children with femoral neck fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1986; 68(4): 537–540
- Lipczyk Z, Niedzielski K, Kraska T. Fracture of the femoral neck in children. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2007; 72(1): 19–24
- Liu JL, Shih HN, Shih CH. Acute femoral neck fracture in children-preliminary report. *Changgeng Yi Xue Za Zhi* 1989; 12(1): 28–36
- Lorczyński A, Kozdryk J. Long term results of femoral neck fractures in children *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2007; 72(4): 259–263
- Mann DC, Rajnamira S.: Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 650 long – bone fractures in children aged 0–16 years. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 713
- Maeda S, Kita A, Fujii G, Funayama K, Yamada N, Kokubun S. Avascular necrosis associated with fractures of the femoral neck in children: histological evaluation of core biopsies of the femoral head. *Injury* 2005; 36(1): 230–231
- Matejka J, Pavelka T, Kostál J, Cervenková H. Long-term results following fracture of the femoral neck in children. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2005; 72(2): 98–104
- Maruenda JI, Barrios C, Gomar-Sancho F. Intracapsular hip pressure after femoral neck fracture. *Clin Orthop Rel Res* 1997; 340: 172–180

Mayr J, Hirner V, Styhler W, Posch E, Jelen M, Linhart WE, Kohlmaier W, Neubauer T, Schwarz N. Femoral neck fractures in childhood. *Unfallchirurg* 1998; 101(6): 426–32

Matovinović D, Nemec B, Gulan G, Sestan B, Ravlić-Gulan J. Comparison in regression of femoral neck anteversion in children with normal, intoeing and outtoeing gait-prospective study. *Coll Antropol* 1998; 22(2): 525–532

Mirdad T. Fractures of the neck of femur in children: an experience at the Aseer Central Hospital, Abha, Saudi Arabia. *Injury* 2002; 33(9): 823–827

Moon ES, Mehlman CT. Risk factors for avascular necrosis after femoral neck fractures in children: 25 Cincinnati cases and meta-analysis of 360 cases. *J Orthop Trauma* 2006; 20(5): 323–329

Ng GP, Cole WG: Effect of early hip decompression on the frequency of avascular necrosis in children with fractures of the neck of the femur. *Injury* 1996; 27: 419–421

Pape H Krettek C, Friedrich A et al.: Long-term outcome in children with fractures of the proximal femur after high emergency trauma. *J Trauma* 1999; 46: 58–64

Pillai A, Little K, Chappell A. Osteonecrosis of the femoral head following medullary nailing of the femur in an adult. *Acta Orthop Belg* 2007; 73(2): 258–262

Pistor G, Hofmann von Kap-herr S, Bätz W. Femoral neck fractures in childhood. *Unfallchirurgie* 1984; 10(6): 293–302.

Pokorný V. Traumatologie. Praha: Triton, 2002

Šnajdauf J, Cvachovec K, Trč T. Dětská traumatologie, 1. vydání, Praha, Galén, 2002

Quick TJ, Eastwood DM. Pediatric fractures and dislocations of the hip and pelvis. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 432: 87–96

-
- Ratliff AHC. Complications after fractures of the femoral neck in children and their treatment. *J Bone Joint Surg (Br)* 1970; 52: 175
- Rettig H, Schauss A. Femoral neck fractures in the growing skeleton. *Unfallchirurgie* 1984; 10(1): 36–39
- Rivara FP, Bergman AB, LoGerfo JP et al.: Epidemiology of childhood injuries II. Sex differences in injury rates. *Am J Dis Child* 1982; 136, 136: 502
- Rockwood CA, Wilkins KE, King RE. *Fractures in children*. Sixth edition Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2006
- Shah AK, Eissler J, Radomisli T. Algorithms for the treatment of femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2002; 399: 28–34
- Schnater JM, Sleeboom C, Raaymakers EL, Ekkelkamp S, Aronson DC. Femoral shaft fracture in children younger than 4 years: shorter hospital stays with the help of at home traction apparatus. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 1998; 142(23): 1324–1327
- Sharma JC, Biyani A, Kalla R, Gupta SP, Arora A, Bhaskar SK. Management of childhood femoral neck fractures. *Injury* 1992; 23(7): 453–457
- Shrader MW, Jacofsky DJ, Stans AA, Shaughnessy WJ, Haidukewych GJ. Femoral neck fractures in pediatric patients: 30 years experience at a level 1 trauma center. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 454: 169–173
- Togrul E, Bayram H, Gulsen M, Kalaci A, Ozbarlas S. Fractures of the femoral neck in children: long-term follow-up in 62 hip fractures. *Injury* 2006; 37(1): 90
- Wiedmann H, Parsch K. Femoral neck fracture in children. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1990; 128(4): 418–421

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AN	Avaskulární nekróza
DHS	Dynamic hip screw
DK	Dolní končetina
EKG	Elektrokardiogram
ESIN	Elastické nitrodřeňové hřebování (Elastic stable intramedullary nailing)
ETCO ₂	End-tidal CO ₂ concentration
FN	Fakultní nemocnice
HE	Hematoxylin – eozin
HR	Heart rate
ISS	Injury Severiny score
KDCHOT	Klinika dětské chirurgie, ortopedie a traumatologie
KNTB	Krajská nemocnice Tomáše Bati
MAP	Mean arterial pressure
MIO	Miniinvazivní osteosyntéza
MRI	Magnetická rezonance (Magnetic resonance imaging)
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
NRDÚ	Národního registru dětských úrazů
PDS	Polydioxanon
PACS	Picture archiving and communication systém
PFN	Produmal femoral nail
RTG	Rentgenogram
SH	Salter – Hartus
RR	Respiratory rate
USA	Spojené státy americké (United States of America)
ÚŽFG	Ústav živočišné genetiky a fyziologie
WHO	Světová zdravotnická organizace (World health organisation)

7. SEZNAM VYOBRAZENÍ

- Obr. 1 – Růstová zóna proximálního femuru*
- Obr. 2 – Epifyzeolýza SH II distálního radia (chlapec, 4 roky v době úrazu)*
- Obr. 3 – Miniinvasivní osteosyntéza K dráty u proximálního humeru (chlapec 13 let)*
- Obr. 4 – Elastická stabilní nitrodřeňová osteosyntéza stehenní kosti (dívka, 14 let v době úrazu)*
- Obr. 5 – Schéma hojení kosti svalkem (Zdroj: library of Context Institute's award - winning journal)*
- Obr. 6 – Zlomenina krčku stehenní kosti (Zdroj: Beaumont Hospitals, websites)*
- Obr. 7 – Titulní strana Úrazového registru České republiky*
- Obr. 8 – Změny kolodiafyzárního úhlu v průběhu růstu (převzato dle P. Dungal, Ortopedie, Grada 2005)*
- Obr. 9 – Kyčelní kloub (Převzato z H. Gray, On-line Anatomy of the Human Body twentieth edition)*
- Obr. 10 – Anatomie vazivového aparátu kyčelního kloubu (Převzato z H. Gray, On-line Anatomy of the Human Body twentieth edition)*
- Obr. 11 – Anatomie cévního zásobení proximálního femuru (Převzato z F.H. Netter, Anatomický atlas člověka, Grada 2005)*
- Obr. 12 – Typy zlomenin krčku femuru u dospělých dle Pauwelse (Převzato z V. Pokorný, Traumatologie, Triton 2002)*
- Obr. 13 – Klasifikace dle Delbeta - Collony (Převzato z Rockwood and Wilkins, Fractures in children, LWW, 2006)*
- Obr. 14 – Coxa vara adolscientium l. sin*
- Obr. 15 – Zlomenina Delbet - Collon II po osteosyntéze kanalizovanými šrouby*
- Obr. 16 – Zlomenina Delbet - Collon IV proximálního femuru*
- Obr. 17 – RTG snímek zobrazující oba kyčelní klouby v AP projekci*
- Obr. 18 – Svazek K drátů v krčku femuru po zlomenině Delbet Collon I*
- Obr. 19 – Osteosyntéza krčku femuru kanalizovanými šrouby*
- Obr. 20 – Osteosyntéza krčku femuru kanalizovanými šrouby*

-
- Obr. 21 – Použití AO dlahy k osteosyntéze zlomeniny proximálního femuru Delbet IV*
- Obr. 22 – Použití Prevotových prutů k osteosyntéze zlomeniny proximálního femuru Delbet IV*
- Obr. 23 – RTG obraz avaskulární nekrózy hlavice stehenní kosti Ratliff II*
- Obr. 24 – Schéma přenosu vaskularizovaného štěpu fibuly do krčku stehenní kosti (Převzato z Rockwood and Wilkins, Fractures in children, LWW, 2006)*
- Obr. 25 – Patologická zlomenina Delbet III v místě juvenilní kostní cysty*
- Obr. 26 – Prohojení zlomeniny Delbet II po osteosyntéze kanalizovanými šrouby*
- Obr. 27 – Výsledky scintigrafie skeletu*
- Obr. 28 – Miniaturní prase*
- Obr. 29 – Příprava operačního pole*
- Obr. 30 – Rouškování před operací*
- Obr. 31 – Incize kůže*
- Obr. 32 – Odklopení musculus vastus lateralis*
- Obr. 33 – Vypreparování dolního okraje kloubního pouzdra kyčle*
- Obr. 34 – Odběr žilní krve*
- Obr. 35 – Aplikace krve do kloubního pouzdra pravé kyčle*
- Obr. 36 – Palpační kontrola intrakapsulárního tlaku*
- Obr. 37 – Pokračovací sutura svalu*
- Obr. 38 – Sutura kůže*
- Obr. 39 – RTG stehenní kosti u miniaturního prasete (zvíře A2)*
- Obr. 40 – RTG - detail hlavice stehenní kosti u miniaturního prasete (zvíře A6)*
- Obr. 41 – Okraj kostní tkáně hlavice femuru s periostem (zvíře A4, HE 20x)*
- Obr. 42 – Okraj kostní tkáně hlavice femuru s periostem (zvíře A10, HE 40x)*
- Obr. 43 – Detail kompaktní kostní tkáně (zvíře A5, HE 400x)*
-