

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

LÉKAŘSKÁ FAKULTA

**OPERAČNÍ LÉČBA TŘÍ
A ČTYŘÚLOMKOVÝCH
ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO
HUMERU**

MUDr. Martin Křivohlávek

Liberec 2013

PODĚKOVÁNÍ:

Je mou milou povinností poděkovat mému prvnímu učiteli, emeritnímu primáři MUDr. Stanislavu Tallerovi, za jeho rady, připomínky a předané zkušenosti.

Dále děkuji přednostovi Traumatologicko-ortopedického centra KN Liberec a.s., prim. MUDr. Richardu Lukášovi Ph.D. za podporu, prostor a zázemí, které mi poskytl při mé práci.

Děkuji svým školitelům, Doc. MUDr. Pavlu Maňákovi CSc. a MUDr. Pavlu Dráčovi Ph.D., za jejich pomoc a rady v průběhu celého studia.

Zvláštní poděkování patří mé manželce Kateřině a dětem za jejich pochopení a trpělivost, se kterou mi vždy byly a jsou velkou oporou.

MOTTO:

V současné době stále neexistuje jasná evidence o tom, která z metod léčby zlomenin proximálního humeru je nejvhodnější.

HANDOLL H.: Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. Cochrane database of systematic reviews 2012

OBSAH:

- 1. PŘEDMLUVA**
- 2. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**
- 3. ÚVOD – ZLOMENINY PROXIMÁLNÍHO HUMERU**
 - 3.1. EPIDEMIOLOGIE**
 - 3.2. ANATOMICKÉ POZNÁMKY**
 - 3.3. DIAGNOSTIKA**
 - 3.4. KLASIFIKACE ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU**
 - 3.5. LÉČBA ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU**
 - 3.5.1. CÍLE LÉČBY ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU**
 - 3.5.2. KONZERVATIVNÍ LÉČBA**
 - 3.5.3. OPERAČNÍ LÉČBA**
 - 3.5.3.1. ZÁKLADNÍ PRINCIPY OPERAČNÍ LÉČBY**
 - 3.5.3.2. MINIINVAZIVNÍ OSTEOSYNTÉZA**
 - 3.5.3.3. DLAHOVÁ OSTEOSYNTÉZA –KONVENČNÍ DLAHY**
 - 3.5.3.4. NITRODŘEŇOVÁ OSTEOSYNTÉZA – HŘEBOVÁNÍ**
 - 3.5.3.5. DLAHOVÁ OSTEOSYNTÉZA – ÚHLOVĚ STABILNÍ DLAHY**
 - 3.5.3.6. NÁHRADY RAMENNÍHO KLOUBU**
 - 3.5.4. REHABILITACE PO ZLOMENINÁCH PROXIMÁLNÍHO HUMERU**
 - 3.5.5. KOMPLIKACE ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU**
 - 3.5.5.1. AVASKULÁRNÍ NEKRÓZA**
 - 3.5.5.2. PAKLOUBY**
 - 3.5.5.3. ZHOJENÍ V MALPOZICI**
 - 3.5.5.4. CÉVNÍ PORANĚNÍ**
 - 3.5.5.5. PORANĚNÍ NERVŮ**
 - 3.6. HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ LÉČBY**
- 4. CÍLE STUDIE**
- 5. MATERIÁL A METODA – KADAVEROZNÍ ČÁST STUDIE**
- 6. VÝSLEDKY – KADAVEROZNÍ ČÁST STUDIE**
- 7. MATERIÁL A METODA – KLINICKÁ ČÁST STUDIE**

- 8. VÝSLEDKY – KLINICKÁ ČÁST STUDIE**
- 9. DISKUZE**
- 10. ZÁVĚR**
- 11. SOUHRN**
- 12. LITERATURA**
- 13. SEZNAM PUBLIKOVANÝCH PRACÍ A PŘEDNÁŠEK**

1. PŘEDMLUVA

Zlomeniny proximálního humeru patří mezi tři nejčastější zlomeniny dospělých. Jde o typické úrazy pacientů staršího věku s různě vyjádřeným stupněm osteoporózy. Zlomeniny vznikají často jako následek běžných pádů. Léčba těchto poranění je náročná nejen z hlediska medicínského, ale i socioekonomického, protože řada nemocných je v průběhu léčby v různé míře omezena ve svých běžných denních aktivitách. U části zraněných zůstávají po úraze trvalá omezení. Přestože je léčbě zlomenin horního konce pažní kosti věnována značná pozornost, není tato problematika v současné době zcela vyřešena. Shoda panuje v názorech na konzervativní léčbu u nedislokovaných nebo minimálně dislokovaných zlomenin. V kontrastu s tím, panuje poměrně velká nejednotnost v názorech na to, kde je hranice mezi konzervativní a operační léčbou a který typ operační léčby je nejvhodnější.

Vzhledem k obtížné fixaci jednotlivých úlomků byla operační léčba po dlouhou dobu rezervována pro málo frekventní úrazy mladých pacientů s dobrou kvalitou kosti. Alternativní operační technikou u starších pacientů byla jen hemiartroplastika. Vzhledem k implantaci anatomicky tvarované hlavice je hemiartroplastika méně bolestivou alternativou léčby, která eliminuje poúrazové změny způsobené artrózou nebo avaskulární nekrózou, ale funkční výsledky rozsahu pohybů a svalové síly byly a jsou doposud stále nepřesvědčivé a ve většině případů nedostatečné především u mladších pacientů s většími nároky na funkci ramenního kloubu.

V posledních deseti letech zaznamenala operační léčba zlomenin proximálního humeru nebývalý rozvoj. Pokrok zejména v dlahové osteosyntéze s nástupem moderních implantátů s úhlovou stabilitou šroubů znamenal výrazný pokrok v léčbě osteoporotických zlomenin a zlomenin s velmi krátkým metafyzárním fragmentem. To jsou typické případy zlomenin proximálního humeru. První anatomicky tvarovaná dlahu se zamykatelnými šrouby byla právě dlahu pro proximální humerus. Další vývoj úhlově stabilních dlah a speciálních nitrodřeňových hřebů výrazně rozšířil naše možnosti fixace těchto doposud velmi problematických zlomenin.

V porovnání s konvenční dlahovou osteosyntézou představovaly nové implantáty technologii, která zlepšila funkční výsledky, umožnila operovat větší množství pacientů, ale na druhou stranu s sebou přináší nové komplikace. Kritické práce z posledních let hodnotící počty komplikací nové generace implantátů jsou alarmující a nutí k zamyšlení nad dalším směrem operační léčby. Koho, kdy a jak vlastně operovat?

Hlavním důvodem proč se doposud nedaří najít optimální a univerzální typ operační léčby je velké množství faktorů, které jsou zásadně schopny ovlivnit konečný výsledek léčby. Předně je to heterogenita zlomenin proximálního humeru. Najdeme zde dvouúlomkové zlomeniny s minimální dislokací, ale na druhou stranu luxační čtyřúlomkové zlomeniny. Jejich prognóza je diametrálně odlišná. Velký vliv má i spolupráce pacienta, jeho nároky a

očekávání, schopnost aktivně se podílet na rehabilitaci. Použitý implantát nebo operační technika je v celkovém součtu jen jedním z mnoha faktorů, které léčbu mohou nějak ovlivnit.

Pokud je obecným cílem léčby nebolestivé obnovení funkce ramenního kloubu, tak hlavními nároky na operační léčbu je zachování integrity hlavice a dokonalá fixace svalových úponů. Zhojení v malpozici, případně rozpad hlavice humeru v rámci avaskulární nekrózy jsou pak zodpovědné za bolestivost těchto poranění. Pro obnovení pohybu a svalové síly ramenního kloubu je nutné refixovat jednotlivé části rotátorové manžety zpět do původního postavení, případně ošetřit její přítomné defekty. Hledáme tedy techniku, jak jednotlivé fragmenty co nejdokonaleji, ale přitom šetrně reponovat a dostatečně pevně fixovat tak, aby bylo možné začít s časnou rehabilitací.

Dobré zkušenosti s miniinvazivní dlahovou osteosyntézou zlomenin distálního femuru a zlomenin distální tibie vedly k hledání cesty jak tuto techniku aplikovat i v případě zlomenin proximálního humeru. Menší invazivita s ochranou měkkých tkání a cévního zásobení by měla zmenšit rizika avaskulární nekrózy, infekčních komplikací, paklobů a selhání osteosyntézy. Tedy těch nejzávažnějších komplikací. Na druhou stranu miniinvazivní dlahová osteosyntéza je technikou, která je náročnější na způsob repozice a použití především nepřímých reпозиčních technik.

Cílem práce je vypracování techniky miniinvazivní osteosyntézy úhlově stabilní dlahou včetně pozice operačního stolu, operačního přístupu s ohledem na jednotlivé anatomické struktury, techniku repozice a fixace. Pochopení principu fixace a analýza komplikací s porovnáním výsledků léčby s literaturou, ale i konvenčním operačním přístupem by mělo stanovit optimální indikaci minimálně invazivní dlahové osteosyntézy zlomenin proximálního humeru.

2. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

2D	dvojdimenzionální (rekonstrukce výsledného obrazu při CT vyšetření)
3D	trojdimenzionální (rekonstrukce výsledného obrazu při CT vyšetření)
a.	<i>arteria</i>
AAOS	American Academy of Orthopaedic Surgeons
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesenfragen (někdy též uváděno jako AO / ASIF – Association for the Study of Internal Fixation) – organizace založená v roce 1958 ve Švýcarsku za účelem zlepšení péče o poranění muskuloskeletálního systému
AP	antero-posterior – předozadní – projekce při RTG vyšetření
ASES	American Shoulder and Elbow Score
AVN	avaskulární nekróza
CMS	Constan Murleyovo skóre
rCMS	relativní Constant Murleyovo skóre
CPM	contionuous passive motion – kontinuální pasivní pohyb
CT	Computered Tomography – výpočetní tomografie
CT AG	angiografické vyšetření provedené výpočetní tomografií
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
EMG	elektromyografie
IM	intramedulární, nitrodřeňový
K – drát	Kirschnerův drát
KN	Krajská nemocnice
LCP	Locking Compression Plate – kompresní dlaha s možností úhlově stabilní fixace

<i>m.</i>	<i>musculus</i>
max.	maximální
min.	minimální
MIPO	Minimally Invasive Percutaneous Osteosynthesis – technika aplikace implantátu z minimálního operačního přístupu šetřící měkké tkáně
MIPPO	Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis - technika implantace dlahy z minimálního operačního přístupu
MRI	magnetická rezonance
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
<i>n.</i>	<i>nervus</i>
OS	osteosyntéza
PEEK	polyetheretherketon
RHC	rehabilitace, rehabilitační
RTG	rentgen, rentgenové vyšetření
SD	směrodatná odchylka
SK1	skupina 1 - sledovaná skupina pacientů ošetřených limitovaným přístupem
SK2	skupina 2 - sledovaná skupina pacientů ošetřených deltoideopektorálním přístupem
SK3	skupina 3 - kontrolní skupina pacientů ošetřených limitovaným přístupem (dvou, tří a čtyřúhelníkové zlomeniny)
SK4	skupina 4 - kontrolní skupina pacientů ošetřených limitovaným přístupem (pouze tří a čtyřúhelníkové zlomeniny)
SK5	skupina 5 - kontrolní skupina pacientů ošetřených deltoideopektorálním přístupem
UCLA	Score University of Carolina and Los Angeles
<i>v.</i>	<i>vena</i>

3. ÚVOD – ZLOMENINY PROXIMÁLNÍHO HUMERU

3.1. EPIDEMIOLOGIE

Zlomeniny proximálního humeru patří mezi třetí nejčastější zlomeniny v dospělé populaci, po zlomeninách distálního rádia a proximálního femuru. Tvoří přibližně 4 % všech zlomenin⁽⁸⁹⁾ a pokud hodnotíme výskyt těchto poranění u pacientů ve věku nad 65 let, pak tvoří zlomeniny proximálního humeru dokonce až 10 % všech zlomenin⁽¹¹⁾. Řada studií z posledních let poukazuje na narůstající incidenci těchto úrazů a to přibližně o 13 % ročně^(99, 155). To představuje problém nejen léčebný, ale vzhledem k navyšujícím se cenám léčby i socioekonomický^(14, 51).

Zlomeniny horního konce pažní kosti jsou typickou zlomeninou starších žen, kdy dochází k fraktuře nepřímým mechanismem, nejčastěji při běžném pádu. Poměr výskytu těchto poranění u žen a mužů je přibližně 3:1 s průměrným věkem 66 let. Pokud hodnotíme věkový průměr v obou skupinách odděleně, pak vyšší průměrný věk je u žen - 70 let. To je dáno nízkoenergetickým úrazem a ovlivňuje i ho osteoporóza po menopauze. U mužů je průměrný věk v době zlomeniny jen 56 let⁽³⁶⁾. Kvalita skeletu je u mužů ve srovnatelném věku lepší a ke vzniku zlomeniny je třeba větší energie, čemuž odpovídá i častější výsky sportovních a dopravních úrazů.

Na rozdíl od zlomenin proximálního femuru postihují tyto zlomeniny pacienty v lepším zdravotním stavu a kondici. Devět z deseti pacientů žije doma a základním cílem léčby zlomenin proximálního humeru je návrat pacienta do jeho prostředí a k běžným denním aktivitám.

50 – 75 % všech zlomenin horního konce pažní kosti tvoří zlomeniny nedislokované či zlomeniny s minimální dislokací, které mohou být efektivně léčeny neoperačně, s dobrým funkčním výsledkem^(37, 57, 107).

3.2. ANATOMICKÉ POZNÁMKY

Ramenní kloub je kulovitým kloubem s největším rozsahem pohybu v lidském těle. Jamku – glenoid – tvoří relativně malá a plochá část lopatky a kyjovitá část horního konce pažní kosti je spojena s lopatkou relativně volným kloubním pouzdem. Vlastní vazivový aparát se na stabilitě kloubu podílí jen minimálně a hlavní význam mají kolemkloubní svaly tvořící tzv. rotátorovou manžetu.

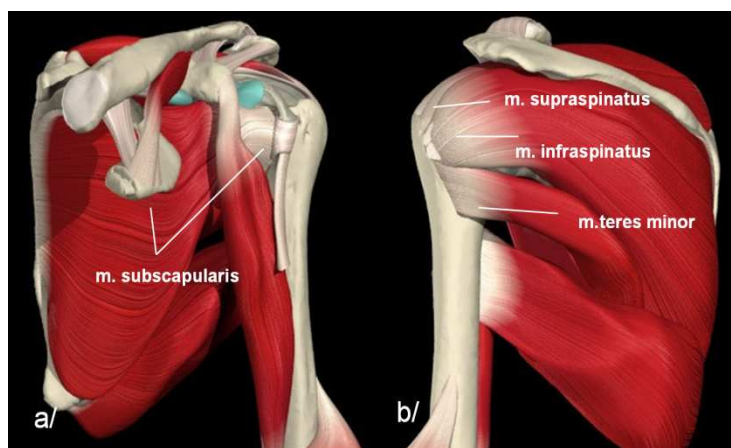
Hlavici pažní kosti tvoří 1/3 až 2/5 povrchu koule, která je v celém rozsahu kryta chrupavkou a k diafýze je připojena krátkým anatomickým krčkem. Osa anatomického krčku je vzhledem k ose diafýzy pažní kosti skloněna v tzv. kolodiafyzárním úhlu (head shaft angle) 120-150 °^(87, 93). Navíc je hlavice vzhledem k rovině frontální proložené kondyly humerů

stočena o 15 – 20 ° dorzálně (retroverze), tak aby lépe korespondovala s kloubní plochou glenoidu, která směřuje přibližně 30 ° ventrolaterálně.

Na přední ploše humeru se nachází oválná vyvýšenina – *tuberculum minus* – malý hrbolek, který slouží jako úpon pro *m. subscapularis*. Na laterální straně se hrbolek svažuje do intertuberkulárního sulku, kde probíhají cévy vyživující hlavici humeru (viz dále) a dlouhá šlacha *m. biceps brachii*. Laterální část proximálního konce humeru tvoří mohutná kostní vyvýšenina *tuberculum majus* na kterou se upínají další svaly rotátorové manžety - *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus* a *m. teres minor* (Obr. č. 1). Zúžené místo pod oběma hrbolky se nazývá chirurgický krček a vzhledem relativnímu oslabení kortiky v tomto místě je predilekčním místem vzniku zlomenin.

Povrchový reliéf ramenní krajiny je tvořen mohutným svalem – *m. deltoideus*, který se skládá ze tří základních porcí – klavikulární, akromiální a spinální. Všechny jeho tři části se spojují do společného úponu na zevní straně paže, přibližně ve středu diafýzy. Vnitřní plocha svalu naléhá na laterální část kloubního pouzdra a svaly rotátorové manžety a je od nich oddělena velkou subdeltoideální burzou. Inervace deltového svalu je zajištěna z terminálních větví axilárního nervu.

Vlastní rotátorová manžeta je tvořena srůstem čtyř svalů – *m. subscapularis*, *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus* a *m. teres minor*. Průběhem dlouhé šlachy bicepsu je manžeta rozdělena na dvě nestejně velké části. Přední část tvoří mohutný *m. subscapularis* začínající na přední ploše lopatky a upínající se na malý hrbolek. Tento sval je inervován z *n. subscapularis* a odpovídá za vnitřní rotaci ramene. Druhou část manžety tvoří zevní rotátory

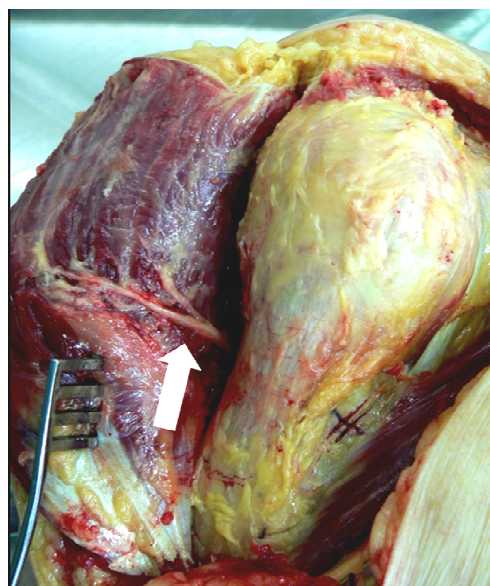


inervované z *n. suprascapularis* – *m. supraspinatus* a *m. infraspinatus*, z axilárního nervu je pak zajištěna inervace *m. teres minor*. Všechny uvedené svaly se upínají na horní a dorzální část velkého hrbolku (Obr. č. 1).

Obr. č. 1.: Svaly rotátorové manžety - a/ pohled zředu, b/ pohled zezadu – vytvořeno v programu Primal picture 3D anatomy.

Cévní zásobení hlavice humeru je zajištěno ze dvou větví *a. axilaris* a to z *a. circumflexa humeri posterior* a *a. circumflexa humeri anterior* ^(68, 139). Zadní silnější část vydává několik větví pro přilehlou část velkého hrbolku a zadní mediální část anatomického krčku. Přední z obou větví přechází na přední plochu humeru ve výši chirurgického krčku, vydává větve pro malý hrbolek. Nejsilnější z jejich větví se stáčí podél dlouhé šlachy bicepsu a v horní části sulku vydává větve k oběma hrbolkům a hlavici. Vzhledem ke svému vlnitému průběhu bývá nazývána *a. arcuata* – Laignova arterie ⁽¹¹⁷⁾. Obě cévy spolu vzájemně anastomózují.

Z nervových struktur je nejvýznamnější průběh *n. axilaris*. Ten po svém prostupu ve *foramen humerotricipitale* obtáčí chirurgický krček humeru a směřuje pod dolní plochu deltového svalu ventrálně a lehce vzhůru, kde vydává několik motorických větví pro *m. deltoideus* (Obr. č. 2).



Obr. č. 2.: Průběh axilárního nervu. Kadaverózní preparát pravého ramene, pohled po odklopení deltového svalu. Poloha nervu je označena šipkou.

Z popisného hlediska lze rozdělit pohyb ramenního kloubu na základní tři druhy pohybu. Abdukci – addukci, ventrální flexi a dorzální flexi, a vnitřní a zevní rotaci. Ostatní druhy pohybu jako je elevace (pohyb v dlouhé ose pažní kosti v ose lopatky) je dán vzájemnou kombinací základních druhů pohybů, v tomto případě – abdukci a ventrální flexi ramenního kloubu ⁽¹⁵⁸⁾. Z celkového rozsahu pohybů elevace (180 °) se pouze přibližně 120 ° odehrává v glenohumerálním skloubení, a 60 ° pak mezi lopatkou a hrudníkem – thorakoskapulárním skloubení. V prvních přibližně 30 ° elevace se odehrává pohyb pouze v glenohumerálním skloubení, mezi 30 a 170 ° elevace se na každých 15 ° pohybů odehrává 10 ° v glenohumerálním skloubení a 5 ° ve spojení thorakoskapulárním. Pro terminální fázi elevace do 180 ° je pak nutná rotace hlavice humeru zevně ⁽¹²⁾.

3.3. DIAGNOSTIKA

Ve většině případů zlomenin proximálního humeru přichází pacienti s typickou anamnézou pádu na extendovanou horní končetinu nebo přímo ramenní kloub. Téměř ve všech případech je vyjádřena nějaká míra bolesti, kterou pacienti obvykle lokalizují do oblasti ramene případně do oblasti horní třetiny paže. Vzhledem k výraznému krytí ramenního kloubu svaly většinou není patrna výrazná deformita, pokud není zlomenina spojena s luxací hlavice pažní kosti. Otok a hematomy se objevují zpravidla až za nějakou dobu po úraze většinou druhý až třetí den. Typické jsou hematomy v oblasti horní třetiny paže, které mají tendenci, vlivem gravitace, šířit se směrem distálním ^(125, 160) (Obr. č. 3).

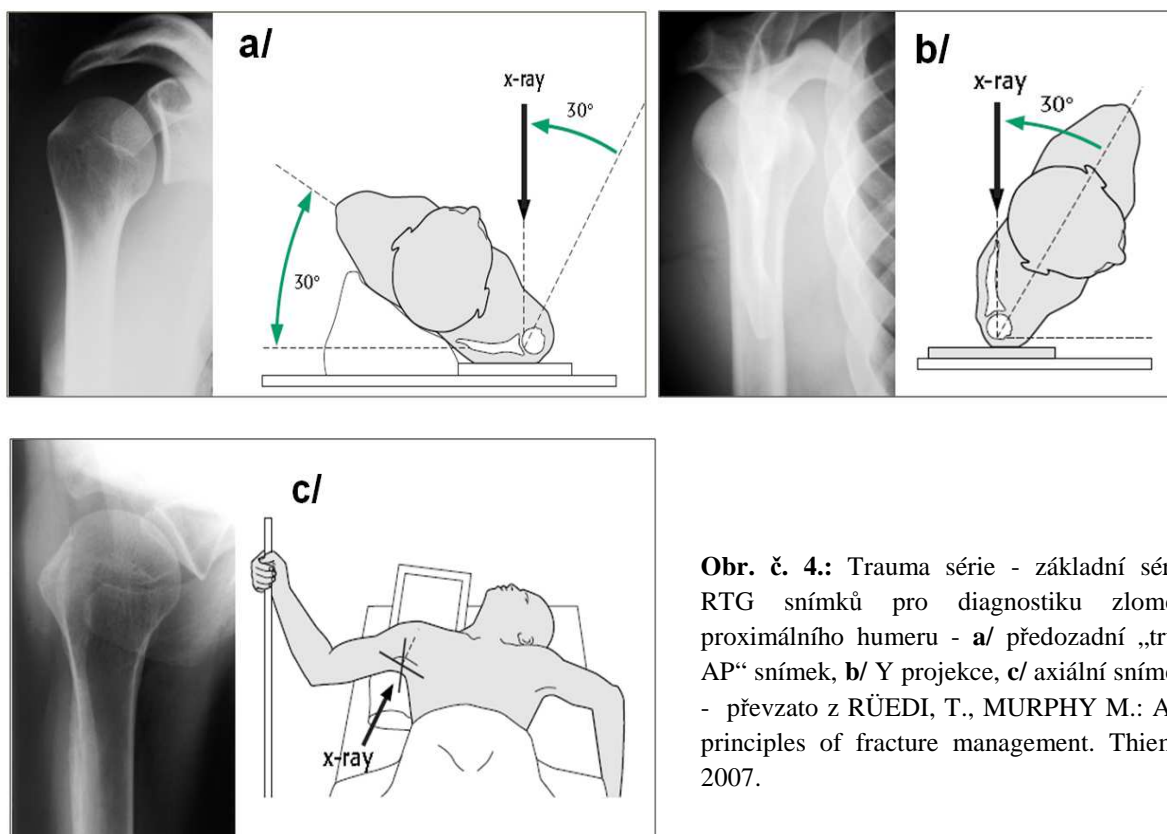


Obr. č. 3.: Typický hematoma na přední straně paže po zlomenině proximálního humeru.

V případě vysokoenergetických úrazů a sdružených poranění mohou být příznaky překryty dominantním typem úrazu. Zvláštní pozornost je třeba věnovat pacientům po úrazech elektrickým proudem a epileptických záchvatech, kde je často přítomna zlomenina proximálního humeru spojená se zadní luxací hlavičky a to často oboustranně ⁽¹¹²⁾.

Během klinického vyšetření se zaměřujeme zejména na vyšetření hybnosti a citlivosti periferie končetiny s cílem odhalit případné poranění některé z částí brachiálního plexu nebo vzácné cévní poranění.

Základem pro stanovení správné diagnózy je rentgenové vyšetření. Pro hodnocení, klasifikaci a indikaci k další léčbě je doporučováno provést sérii tří na sebe kolmých snímků - tzv. trauma série ^(24, 158, 169, 203, 210). Jedná se o předozadní snímek ramene („true AP“ snímek), laterální transskapulární snímek (Y projekce) a axiální snímek ramene. Vzhledem k anteverzii lopatky a kloubní plochy glenoidu je během snímkování nutné natočit pacienta neporaněným ramenem přibližně 30 ° od položky, tak aby byla dobře zobrazena kloubní štěrbina mezi hlavicí humeru a glenoidem. Stejně tak vyžaduje natočení o 30 ° i Y projekce.



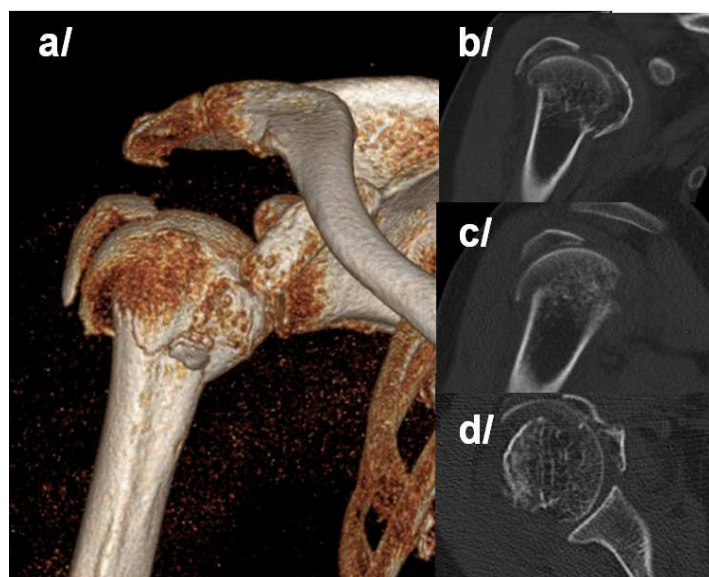
Obr. č. 4.: Trauma série - základní série RTG snímků pro diagnostiku zlomen proximálního humeru - **a/** předozadní „true AP“ snímek, **b/** Y projekce, **c/** axiální snímek - převzato z RÜEDI, T., MURPHY M.: AO principles of fracture management. Thieme 2007.

Zobrazení axilární projekce vyžaduje provedení abdukce, která může být zejména v případech akutních úrazů velmi bolestivá a vlastní vyšetření je potom obtížně proveditelné. V těchto případech může být nahrazena některou z alternativních axilárních projekcí. Nejčastěji je používána modifikace Cleavesova, kdy je axiální snímek zhotoven RTG paprskem probíhajícím shora s lehce abdukovanou paží. Kazeta pro RTG zobrazení je položena pod axilou ⁽¹⁵⁸⁾.

Často používanou projekcí, která nám umožní zobrazení horního konce pažní kosti v případech akutních úrazů je tzv. transtorakální projekce – snímek je zhotoven paprskem probíhajícím příčně přes hrudník s elevací neporaněné končetiny⁽¹⁶⁰⁾.

Jako velmi vhodné vyšetření, zejména v případech dislokovaných tříštivých zlomenin, se ukazuje použití CT vyšetření (Obr č. 5). To nám pomůže zobrazit jednotlivé lomné linie a stanovit stupeň dislokace a predikovat vitalitu hlavičky pažní kosti. Zejména 2D a 3D rekonstrukce jsou velmi nápomocné v případech, kdy se rozhodujeme pro operační léčbu^(9, 100, 182).

MRI a ultrazvukové vyšetření nepatří mezi základní techniky užívané k diagnostice akutních zlomenin proximálního humeru, stejně tak angiografické vyšetření, které je prováděno pouze v případech podezření na cévní lézi. V současných podmínkách široké dostupnosti CT může být angiografické vyšetření nahrazeno CT AG vyšetřením s podáním kontrastní látky⁽¹²⁵⁾.



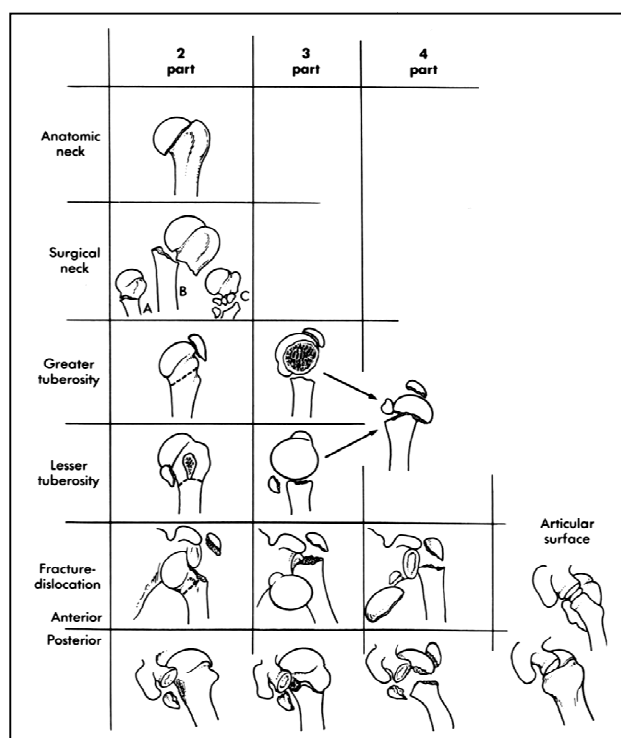
Obr. č. 5.: CT vyšetření čtyřúločkové valgus impakční zlomeniny proximálního humeru - **a/** objemová 3D rekonstrukce, **b/** 2D rekonstrukce v rovině frontální, **c/** 2D rekonstrukce v rovině sagitální, **d/** 2D rekonstrukce v rovině transverzální.

3.4. KLASIFIKACE ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU

Pro zlomeniny proximálního humeru se užívá celá řada klasifikací, které se vyvinuly na základě předpokládaného vzniku mechanismu úrazu nebo průběhu lomných linií⁽⁵⁴⁾.

Většina současně používaných klasifikací vychází ze základního pozorování Codmana a jeho rozdělení proximálního humeru na čtyři základní segmenty – hlavičku, velký hrbolek, malý hrbolek a diafýzu.

Neerova klasifikace: Tato klasifikace je asi nejčastěji používanou klasifikací zlomenin proximálního humeru. Neerova práce vycházela z analýzy RTG snímků a peroperačních nálezů, kdy zohledňuje základní Codmanovo členění na čtyři hlavní segmenty (148). Neer rozdělil zlomeniny do šesti základních typů a tří skupin (podle počtu poraněných segmentů). Jednoznačným přínosem této klasifikace je vyčlenění zlomenin typu Neer I – nedislokované zlomeniny, nebo zlomeniny s minimální dislokací. Současně Neer stanovil i míru dislokace rozhodující pro zařazení zlomenin k tomuto typu. Hranicí je dislokace do 1 cm nebo úhlová dislokace do 45 °. Tyto zlomeniny navrhuje léčit konzervativně, bez ohledu na počet fragmentů. Typ Neer II představuje zlomeniny v oblasti anatomického krčku s dislokací – tzv. head split fraktury. Dalším typem Neer III jsou zlomeniny chirurgického krčku, které je možné rozdělit na tři podtypy podle toho, zda se jedná o zlomeniny zaklíněné,

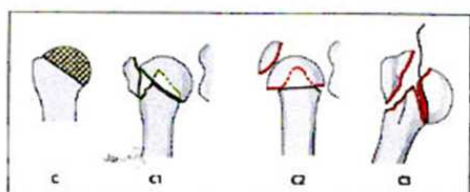
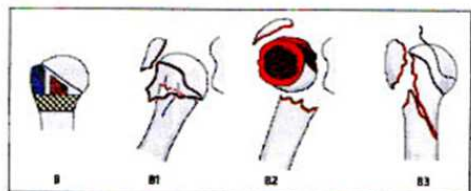
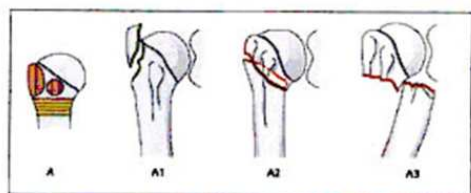


s translací nebo tříštivé. Oba dva typy Neer II a III jsou vždy zlomeninami dvouúlomkovými. U typu Neer IV dochází k odlomení velkého hrbolku s dislokací – zde se může tento typ vyskytnout ve variantě dvou tří a nebo čtyřúlomkové zlomeniny. Typ Neer V je typem zlomeniny s odlomením malého hrbolku a to opět ve verzi dvou, tří a nebo čtyřúlomkové. Typ Neer VI pak zahrnuje nejzávažnější typy luxačních zlomenin. S výjimkou zlomenin typu Neer II, kde je hlavice zcela oddělena od veškerého cévního zásobení, s narůstajícím typem zlomeniny vzrůstá i její závažnost.

Obr. č. 6.: Neerova klasifikace zlomenin proximálního humeru. Volně podle Neera.

Tato klasifikace byla v posledních době Neerem doplněna a aktualizována. Ve skupině čtyřúlomkových zlomenin Neer V byly popsány dva podtypy a to zlomeniny A typu - valgus impakční zlomeniny s předpokládanou zachovalou vitalitou hlavice humeru v místě mediálního periostu a B typ – zlomeniny s dislokovanou avitální hlavici⁽¹⁵⁰⁾.

AO klasifikace: Základní manuál AO klasifikace byl publikován Müllerem a kol. v roce 1987 a přepracován byl v roce 1990⁽¹⁴⁴⁾. Zlomeniny proximálního humeru jsou označeny číslem 11 (1 – humerus a 1 – proximální část). Proximální humerus je zde rozdělen na tři hlavní typy: A – extraartikulární unifokální zlomeniny – zlomeniny chirurgického krčku, typ B – extraartikulární bifokální zlomeniny – zlomeniny s odlomením některého z hrbolků a typ C – intraartikulární zlomeniny. Dále jsou zlomeniny rozděleny u každého typu do tří skupin a každá ze skupin do tří podskupin. Výsledkem je celkem 27 podtypů zlomenin. S narůstajícím typem a skupinou klasifikace narůstá i míra závažnosti zlomeniny.



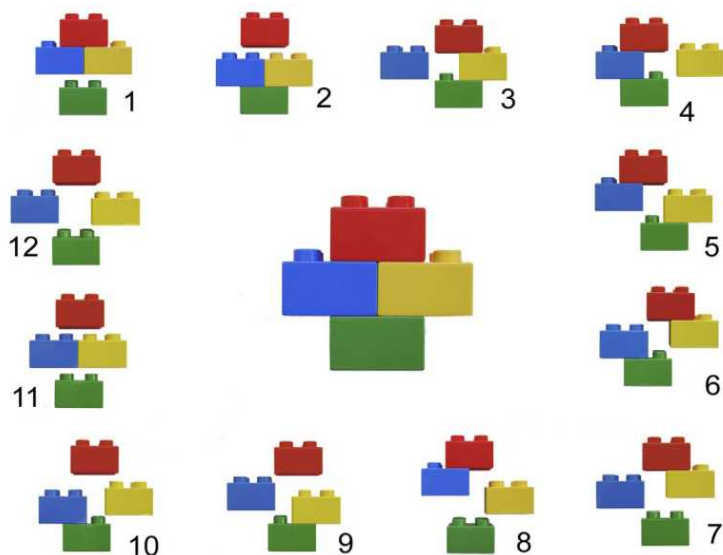
Luxační zlomeniny netvoří samostatnou skupinu, ale jsou součástí jednotlivých typů. K definitivnímu začlenění zlomenin je obvykle nutné provést CT vyšetření. Hlavní nevýhodou této klasifikace je její poměrně složité členění, které brání širšímu rozšíření.

Obr. č. 7.: AO klasifikace zlomenin proximálního humeru – volně podle Müllera.

Hertelova binární klasifikace – lego

klasifikace: Patří mezi novější, ale stále častěji používaný typ klasifikace. Hertel opět vychází ze základního Codmanova schématu a na základě kombinací vzájemných poměrů mezi jednotlivými fragmenty rozděluje zlomeniny proximálního

humeru do 12 skupin (Obr. č. 8) ⁽⁷⁹⁾. Největším přínosem této klasifikace je vyčlenění typů zlomenin s devaskularizovanou hlavicí, bez zachování cévního zásobení. Kromě typu 2 – head split fraktury jsou to typy 9 – 12. Současně na základě analýzy 100 operovaných intrakapsulárních zlomenin proximálního humeru stanovil Hertel kritéria predikující riziko avaskulární nekrózy.



Obr. č. 8.: Hertelova binární lego klasifikace zlomenin proximálního humeru. Volně podle Hertela ⁽⁷⁹⁾.

3. 5. LÉČBA ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU

3. 5. 1. CÍLE LÉČBY ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU

Základním cílem léčby zlomenin proximálního humeru je pokud možno nebolestivé obnovení funkce – tedy rozsahu pohybů a svalové síly poraněného ramenního kloubu.

Zlomeniny v této lokalizaci zahrnují celou škálu typů poranění. Jedná se tedy o velmi heterogenní skupinu zlomenin a tak v současné době neexistuje „zlatý standard“ léčby těchto poranění, což dokládají i poslední publikované výsledky v Cochrane databázi (70, 71, 78, 82, 83, 87, 118, 141, 210, 215). Na jedné straně stojí mladí pacienti s vysokoenergetickým typem poranění – tříštivé a luxační zlomeniny s dobrou kvalitou skeletu, ale na druhou stranu s vysokými nároky na konečný výsledek léčby. Opačný protipól tvoří pacienti s nízkoenergetickým typem poranění v terénu těžké osteoporózy, kde hlavním cílem je pokud možno nebolestivý rozsah pohybů a to třeba i významně limitovaný ale umožňující provádět základní denní úkony. To že tento problém není zcela vyřešen, dokládá velké množství publikací na toto téma. Pokud zadáme do databáze PubMed jako klíčová slova - proximal humeral fracture dojde k vyhledání více než 5 200 publikací, přičemž polovina z nich byla publikována v posledních deseti letech. Vysoké procento selhání konvenční dlahové osteosyntézy z otevřeného přístupu vede k hledání dalších méně invazivních a biologičtějších technik, na druhé straně vede k určitému nihilismu ve vztahu k operační léčbě (80, 138, 165). První velmi pozitivní zkušenosti s novými typy tzv. úhlově stabilních implantátů (zaváděné šrouby jsou po dotažení pevně spojeny s dlahou, v případě hřebů jsou šrouby fixovány závitem v hřebu) vedly k nebyvalému, někdy až nekritickému rozšíření operační léčby (45, 82, 127, 195, 210). S postupem času se objevují kritické práce, které poukazují na komplikace a úskalí těchto technik, které mírní prvotní nadšení (73, 193). Vše nasvědčuje tomu, že i v dalších letech bude hledání optimálního léčebného konceptu cílem traumatologů a ortopedů.

3. 5. 2. KONZERVATIVNÍ LÉČBA

Jestliže existuje velká nejednotnost v léčbě zlomenin proximálního humeru jako celku, panuje v léčbě nedislokovaných zlomenin poměrně velká shoda v indikaci konzervativní léčby (Obr. č. 9). Hlavní indikací konzervativní léčby jsou nedislokované nebo minimálně dislokované zlomeniny (35, 94, 107, 234), přičemž míra dislokace je posuzována podle Neerovy klasifikace (148), případně klasifikace AO (144). Další indikační skupinu tvoří pacienti sice s dislokovanou zlomeninou, ale výrazným operačním rizikem, zejména pro přidružená interní onemocnění (Obr. č. 10). Méně často jsou konzervativně léčeny zlomeniny, které nelze adekvátně ošetřit vzhledem ke kvalitě skeletu a výrazné osteoporóze (52). V těchto případech se nabízí využití nových implantátů s úhlově stabilními prvky, případně možnost náhrady anatomickou případně reverzní náhradou ramenního kloubu (23, 65, 75).

Vlastní konzervativní léčba se skládá z přiložení fixačního obvazu – Desaultův obvaz nebo fixace pomocí Gilchirstova závěsu, či jejich modifikací ve formě ramenních ortéz, které jsou pro pacienty mnohem komfortnější (173). Fixace je ponechána, zejména u starších pacientů pouze po nezbytně nutnou dobu, maximálně dvou až tří týdnů, do odeznění akutních bolestí. Výhodou je zde právě použití Gilchirstova závěsu nebo ramenní ortézy a časné rehabilitace dle instruktáže. Pacienti mohou fixační obvaz odkládat a uvolňovat ramenní kloub krouživými a kyvadlovými pohyby ramene ve visu paže. Dle stavu hojení na RTG snímcích je rehabilitace postupně rozšířena na pasivní rehabilitaci nejprve vleže, později s přidáním svalové složky a nakonec rehabilitaci ramene ve stoje (85, 111, 233).

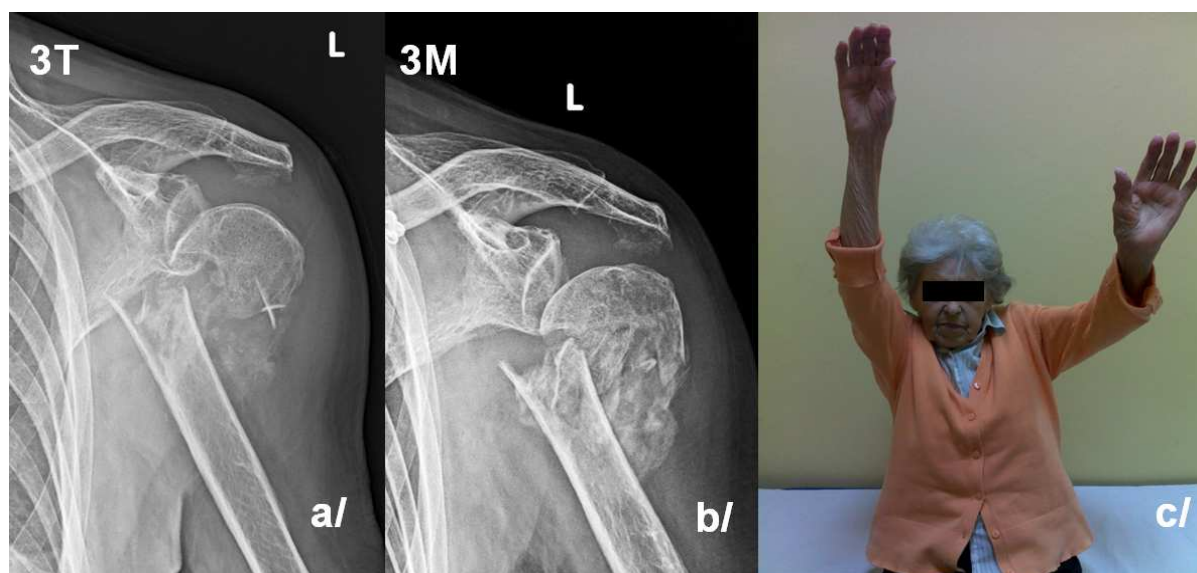


Obr. č. 9.: Nedislokovaná dvouúlomková zlomenina proximálního humeru Neer I indikovaná ke konzervativní léčbě - **a/** úrazový RTG snímek, **b/** fixace ramenní ortézou, **c/** konečný funkční výsledek šest měsíců od úrazu.

Jako alternativní způsob fixace je některými autory používána fixace v abdukční poloze pomocí abdukční dlahy nebo sádrové spiky. Zde je třeba velmi pečlivě kontrolovat možnou redislokaci, která je dána tahem diafýzy (*m. pectoralis*) mediálně⁽¹⁶⁹⁾. Samotná fixace je pro pacienty velmi nepohodlná a je na zvážení v těchto případech uvažovat spíše o chirurgické intervenci.

U dislokovaných zlomenin chirurgického krčku je možné pokusit se o repozici tzv. tíhovou sádro (hanging cast). Naložení této sádrové fixace se doporučuje až po odeznění akutních bolestí po 5 –7 dnech po dobu maximálně 2 – 3 týdnů. Nezbytným předpokladem repozice je spolupráce pacienta, protože efekt repozice se uplatňuje pouze ve stoje, případně u sedících pacientů, kdy horní končetina fixovaná sádro skutečně visí. U víceúlomkových zlomenin s odlomením hrbolků je tato technika neúčinná. Navíc hrozí riziko subluxe u starších pacientů s atrofickou rotátorovou manžetou s eventuelním zhoršením případného defektu manžety⁽¹⁶⁰⁾.

Na hranici mezi konzervativní a operační léčbou leží semikonzervativní technika zavřené repozice v celkové anestezii pod skiaskopickou kontrolou. Snahou je reponovat dislokovanou diafýzu, kterou chceme dostat do kontaktu s hlavicí humeru. Ani touto technikou není možné zásadně ovlivnit repozici dislokovaných hrbolků se svalovými úpony rotátorů. Pokud se rozhodneme pro tuto techniku, měli bychom v případě selhání repoziční techniky být připraveni provést otevřenou repozici a fixaci zlomeniny některou z níže uvedených technik^(51, 203).



Obr. č. 10.: Dislokovaná dvouúlomková zlomenina proximálního humeru u polymorbidní 78leté pacientky s vysokým operačním rizikem, léčené konzervativně - **a/** RTG snímek 3 týdny od úrazu s hrubě dislokovanou diafýzou pažní kosti, **b/** RTG snímek 3 měsíce od úrazu – stacionární nález dislokace, patrné hojení mohutným svalkem, **c/** funkční výsledek 3 měsíce od úrazu, omezení elevace ramenního kloubu, ale nebolestivé rameno schopné základních denních aktivit.

3. 5. 3. OPERAČNÍ LÉČBA

3. 5. 3. 1. ZÁKLADNÍ PRINCIPY OPERAČNÍ LÉČBY

Konzervativní léčba dislokovaných zlomenin proximálního humeru je často spojená se zhojením v malpozici, omezením rozsahu pohybů, způsobených především impingement syndromem, kdy dislokovaný velký hrbolík nebo celá hlavice humeru, která je rotována jsou mechanickou překážkou při elevaci paže. Dále jsou dislokované a nestabilní zlomeniny spojeny s rizikem vzniku pakloubu či prodlouženého hojení, které ve svém důsledku vedou rovněž závažnému omezení funkce ramenního kloubu. Míra dislokace, která je ještě tolerovatelná, je různými autory různě interpretována a hranice dislokace jsou, na rozdíl od ostatních zlomenin poměrně volné ^(22, 25). Nejčastěji jsou k hodnocení míry dislokace používána kritéria stanovená Neerem, případně AO.

Neer ve své studii zjistil, že hrubě dislokované zlomeniny vykazují v léčbě horší výsledky a jako hranici indikovanou ke konzervativní léčbě stanovil dislokaci jednotlivých fragmentů do 1 cm, úhlovou dislokaci 45 °, dále doporučuje k operačnímu řešení komplexní a nitrokloubní zlomeniny ⁽¹⁴⁹⁾. AO škola je již trochu přísnější a jako hranici stanovuje dislokaci hrbolků do 5 mm, dislokaci diafýzy do 2 cm, a úhlovou dislokaci do 40 ° ⁽²⁰³⁾. Je třeba si uvědomit, že uvedené doporučení představuje pouze relativní indikaci k operační léčbě a jako absolutní indikaci k operaci se považují pouze zlomeniny kombinované s poraněním nervové cévního svazku, která jsou relativně vzácná, otevřené zlomeniny a dále pak zlomeniny luxační. Vzhledem k tomu, že se jedná o poranění zpravidla u pacientů staršího věku již s řadou přidružených chorob, je třeba ostatní indikace posuzovat vždy individuálně s ohledem

na celkový zdravotní stav a dále pak i na stav skeletu, který výrazně ovlivňuje možnosti stabilní fixace a časné rehabilitace.

Operační léčba zahrnuje celou řadu technik od prosté transfixace K – dráty, osteosuturu, osteosyntézu jednotlivými kanalizovanými šrouby, případně intramedulárně zavedeným svazkem K drátů, dlahovou osteosyntézu konvenční dlahou, speciální nitrodřeňové hřeby či úhlově stabilní dlahy (LCP) – tzv. vnitřní fixátéry. Tyto operační výkony můžeme zařadit do jedné skupiny tzv. záchovných operací – kdy je principem operačního výkonu provést osteosyntézu – tedy spojení kostních úlomků kovovým materiálem se zachováním vlastní kostní tkáně. Druhou skupinu tvoří techniky, používané v případě závažného porušení vitality hlavičky, tzv. náhrady ramenního kloubu a to anatomické nebo reverzní. Zřídka je popisována technika odstranění kominutivní nerekonstruovatelné části proximálního humeru, která pacienta výrazně invalidizuje a měla by být v dnešní době již zcela opuštěna.

Velmi důležitá je dobrá rentgenová vizualizace proximálního humeru během celého operačního výkonu a to tak, aby základních projekcí bylo dosaženo pohybem RTG zesilovače nikoliv pohybem zlomeniny vzhledem k RTG přístroji. Většina autorů doporučuje použití polohy v polosedu – tzv. beach chair position. Operovaná horní končetina je volně zarouškována a položena na stolek tak, aby s ní bylo možné během operace volně manipulovat. RTG zesilovač je zpravidla umístěn na operované straně u hlavy pacienta. Na našem oddělení byla vypracována vlastní technika polohy a vizualizace proximálního humeru během operačního výkonu a její popis je součástí diskuse.

Z hlediska operačních přístupů je možné jednotlivé operace rozdělit do dvou skupin. Perkutánní miniinvazivní techniky – kam patří osteosyntéza K – dráty, jednotlivými šrouby, případně intramedulární osteosyntéza pomocí Prevotových prutů či svazku K – drátů. Druhou skupinu tvoří operace provedené z otevřeného přístupu.

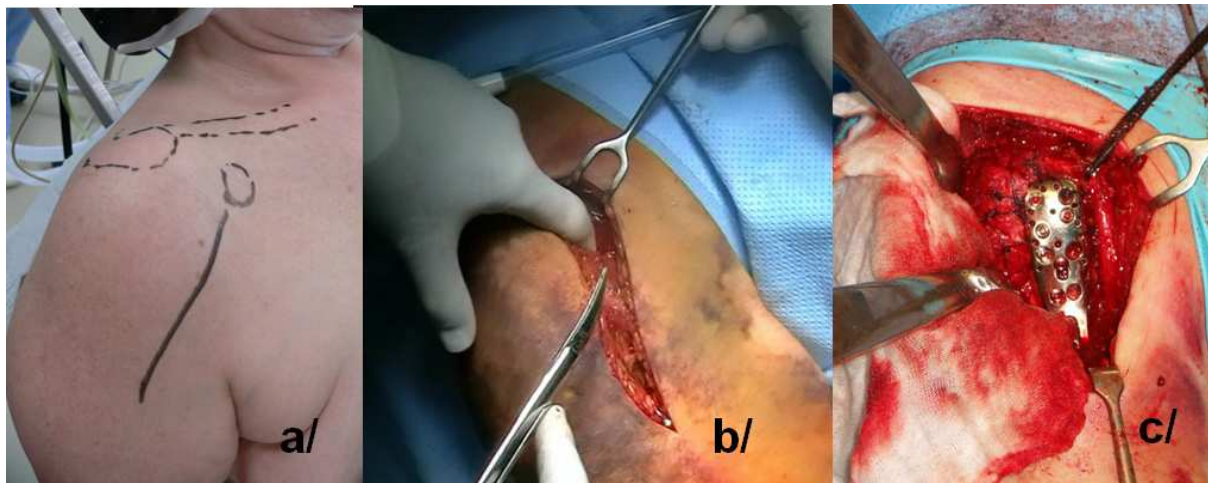
V oblasti proximálního humeru se nejčastěji používají následující dva operační přístupy – deltoideopektorální přístup a transdeltoideální přístup.

Deltoideopektorální přístup:

Tento přístup je používán a doporučován většinou chirurgů jako standardní operační přístup k proximálnímu humeru. Využíván je jak v akutní operativě úrazů, tak zejména v případně revizních operacích. Vlastní řez je veden přímo nebo lehce obloukovitě od *processus coracoideus* v délce cca 10 – 12 cm až ke svalovému úponu *m. pectoralis*. Při protínání podkoží a facie je třeba šetřit *v. cephalicu*, kterou odtahujeme mediálně. Svalové snopce mezi *m. deltoideus* a *m. pectoralis* rozhrneme směrem distálním. Odetnutí klavikulární části deltového svalu není zpravidla nutné. V oblasti proximální dialýzy uvolňujeme distální inzerci deltového svalu na *tuberositas deltoidea*. Deltový sval je odklopen pomocí Hohmannových elevatorií. Při zakládání Hohmannových elevatorií je třeba mít na mysli průběh *n. axillaris*. Distálně pod úponem *m. pectoralis* nalézáme šlachy dlouhé hlavy bicepsu, která je rozhodující pro identifikaci jednotlivých fragmentů. Malý hrbolík je umístěn mediálně od šlachy a velký hrbolík pak zevně od šlachy dlouhé hlavy bicepsu. Pro

vizualizaci hlavice a přední části glenoidu je možné využít přístup s odetnutím svalového úponu *m. subscapularis* od malého hrbolku ⁽¹⁸⁹⁾.

Tento operační přístup poskytuje dobrý přehled o přední a laterální části proximálního humeru a přední části glenoidu. Méně přehledný je pro dorzolaterální část velkého hrbolku s úponem *m. infraspinatus* ⁽⁶⁰⁾.



Obr. č. 11.: Deltoideopektorální přístup pravý ramenní kloub – **a/** naznačení kožní incize, **b/** přístup mezi *m. deltoideus* a *m. pectoralis*, **c/** osteosyntéza dlahou Philos s osteosuturou hrbolků.

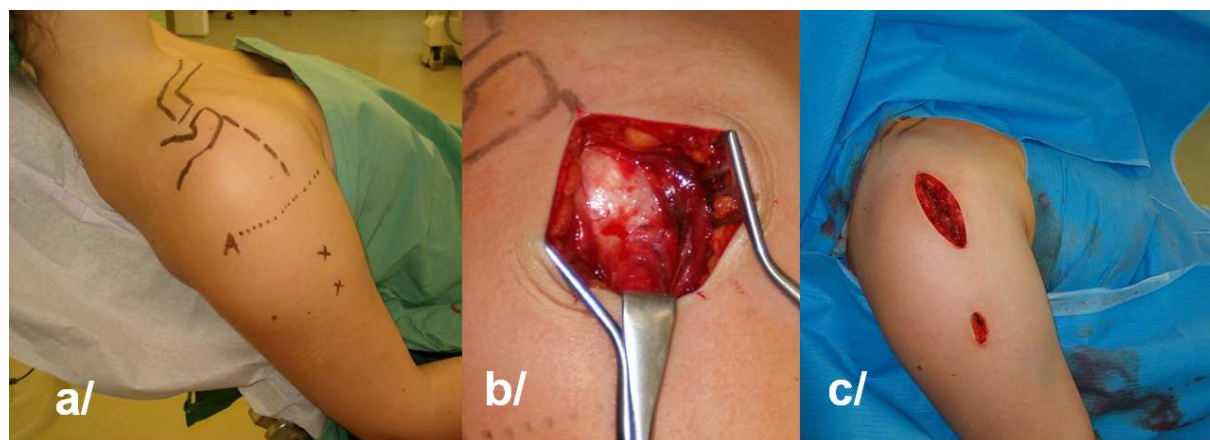
Transdeltoideální přístup:

Tento operační přístup je užíván při otevřené reparaci rotátorové manžety, osteosyntéze izolovaného odlomení velkého hrbolku, je využíván při hřebování zlomenin proximálního humeru a částí chirurgů a ortopedů je používán k tzv. miniinvazivní dlahové osteosyntéze – MIPO ^(3, 25, 66, 114, 170, 186).

V případě tohoto přístupu může být kožní incize vedena striktně laterálně na zevní straně ramene nebo anterolaterálně. Horní část kožního řezu zpravidla zasahuje 2 – 3 cm nad horní okraj akromia. Svalové snopce deltového svalu jsou pak podélně rozhrnuty do vzdálenosti přibližně 4 – 5 cm, tak aby nedošlo k porušení *n. axilaris* uloženého na spodní straně deltového svalu. Axilární nerv je možné v této chvíli palpatovat na spodní straně deltového svalu a bezpečněji tak volit délku incize s ohledem na jeho lokalizaci. Výhodou anterolaterálního přístupu je přístup mezi přední a střední porcí deltového svalu v relativně avaskulární zóně, kdy vlastní přístup je spojen s menším rizikem krvácení ⁽¹⁸⁹⁾. Axilární nerv se v této části větví a vydává terminální větve pro přední porci *m. deltoideus* a jejich případné porušení nebývá spojeno s klinicky významným omezením funkce ramenního kloubu ⁽³²⁾.

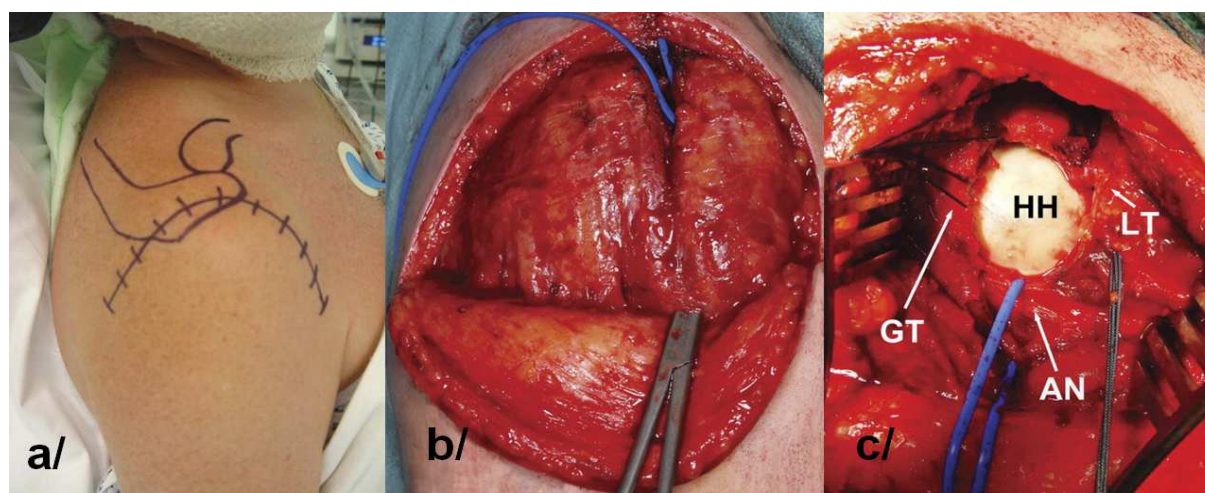
Tento přístup umožní dobrou vizualizaci rotátorové manžety a jejich svalových úponů na hrbolky proximálního humeru. V případě hřebování zlomenin proximálního humeru nám umožní po incizi šlachy *m. supraspinatus* kontrolovat vstupní místo pro hřeb na vrcholu hlavice. Při dlahové osteosyntéze je dlaho zasunuta pod deltový sval a axilární nerv. Proximální fixace dlahy je možná z tohoto přístupu a pro fixaci dlahy v diafýze je nutné

doplnit tento přístup distálně samostatnou incizí, při respektování anatomického průběhu *n. axilaris* ⁽¹³⁾.



Obr. č. 12.: Limitovaný anterolaterální transdeltoideální přístup – a/ naznačení kožních incizí a průběhu *n. axilaris*, b/ vizualizace hlavice humeru a velkého hrbolku s úponem *m. supraspinatus*, c/ výsledné kožní incize při MIPO osteosyntéze.

Alternativou této techniky je extenzivní transdeltoideální přístup, kdy je axilární nerv nejprve identifikován palpací, poté vypreparován a následně je proximální část discize deltového svalu rozšířena distálně pro fixaci dlahy k diafýze pažní kosti ⁽⁶¹⁾. Kožní řez přitom může být veden na zevní straně paže ⁽²²⁹⁾ nebo může být použit kožní řez ve formě tzv. – shoulder strap incision, který je kosmeticky mnohem příznivější a po odklopení kožního laloku je provedeno rozdělení deltového svalu a preparace axilárního nervu výše popsaným způsobem ^(63, 67, 166, 167).



Obr. č. 13.: Rozšířený transdeltoideální přístup – shoulder strap incision – a/ naznačená kožní incize, b/ rozdělení deltového svalu proximálně v oblasti tzv. horního okna, c/ vizualizace proximálního humeru: HH – hlavice humeru, LT – malý hrbolek, GT velký hrbolek, AN – axilární nerv, převzato z ROBINSON, C., KHAN M., L., AKHTAR A., WHITTAKER R. The extended deltoid-splitting approach to the proximal humerus. *Journal of orthopaedic trauma*. 21, 2007, 9, 657–662.

3. 5. 3. 2. MINIINVAZIVNÍ OSTEOSYNTÉZA

Hlavní ideou miniinvazivních technik je snížit riziko avaskulární nekrózy hlavice humeru – AVN. Tato operační technika je vyhrazena pro situace, kdy je možné dosáhnout repozice jednotlivých fragmentů manipulací v celkové anestezii zavřenou repozicí, nebo z bodových incizí. V případě nemožnosti dosažení kvalitní repozice a fixace zlomeniny by měl být chirurg schopen převést operaci na otevřený způsob. Provedený typ osteosyntézy poskytuje jen omezenou stabilitu a obvykle je po operaci doplněn několikátýdenní imobilizací ramenního kloubu.

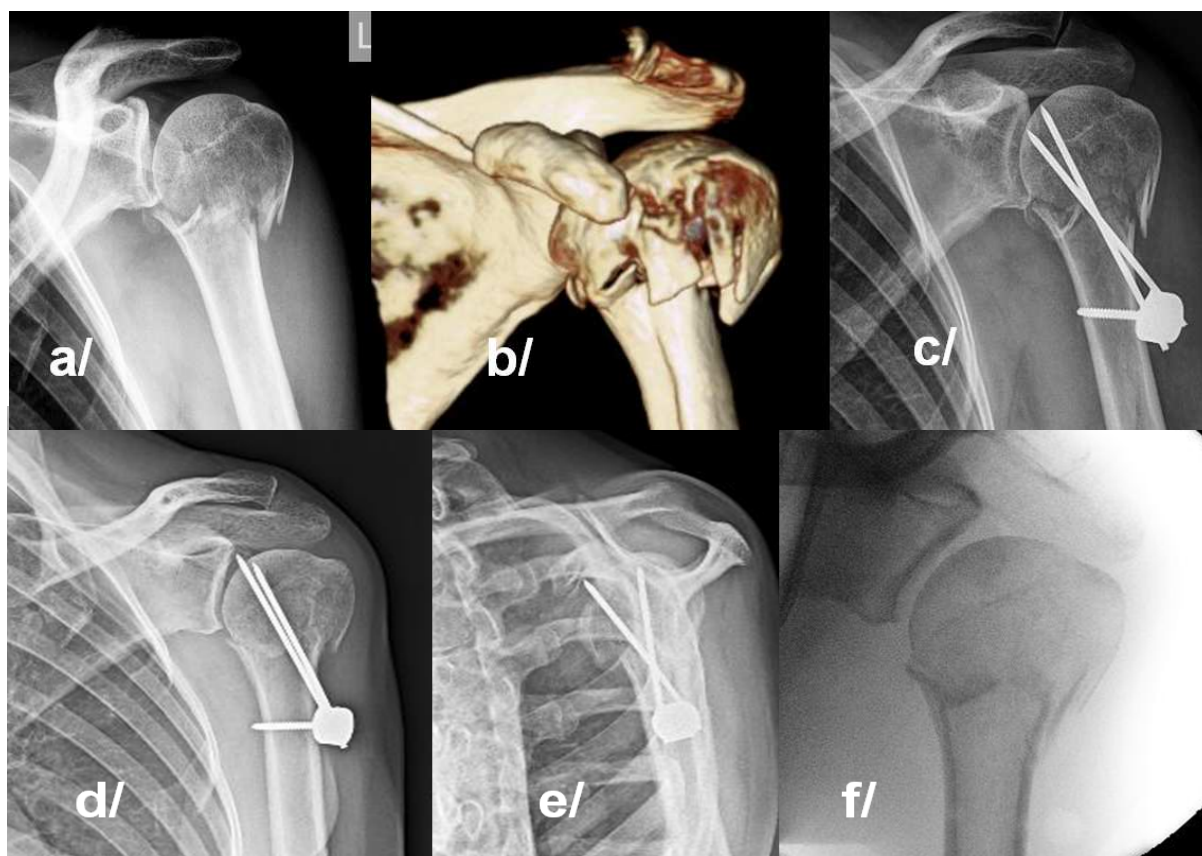
Perkutánní fixace K – dráty: Při perkutánní fixaci K – dráty je možné využít aplikovaných drátů jako reпозиčního nástroje, kdy drát je zaveden do dislokovaného fragmentu, zpravidla hlavice a dalšího drátu je využito k definitivní fixaci tzv. joystick technika. Obvykle se zavádí několik drátů z vrcholu hlavice či na rozhraní hlavice a velkého hrbolku, případně je možné transfixovat diafyzální fragment s hlavicí K – dráty zavedenými z laterální strany proximálně a mediálně do hlavice humeru (Obr. č. 14). Hlavní indikací jsou dvouúlomkové a některé tříúlomkové zlomeniny^(30, 44, 48, 176, 181).



Nevýhodou této techniky je uvolnění a migrace drátů a to zevně nebo do glenohumerálního skloubení, často spojené se ztrátou repozice. K eliminaci této komplikace je doporučeno používat speciální 1,8 – 2,0 mm K – dráty zakončené závitem.

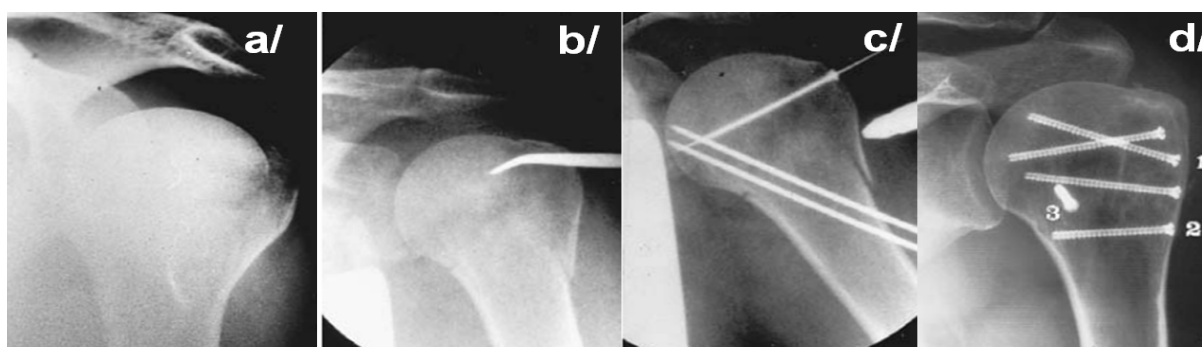
Obr. č. 14.: Perkutánní fixace dvouúlomkové zlomeniny K – dráty.

Alternativní techniku k eliminaci migrace K – drátů představuje technika vyvinutá profesorem Reschem, tzv. Humerus block systém. Jedná se o dva K – dráty zavedené v různých směrech z laterální strany proximální metadiafýzy určené k fixaci hlavice humeru s diafýzou. Dráty jsou vzájemně uzamčeny v malém implantátu – bloku, který je fixován v oblasti proximální diafýzy šroubem (Obr. č. 15). Základní indikací představují dvouúlomkové zlomeniny chirurgického krčku, ale tuto techniku je možné použít i u víceúlomkových zlomenin. Dislokované hrbolky jsou v tom případě fixovány pomocí samostatně perkutánně zavedených šroubů^(22, 25).



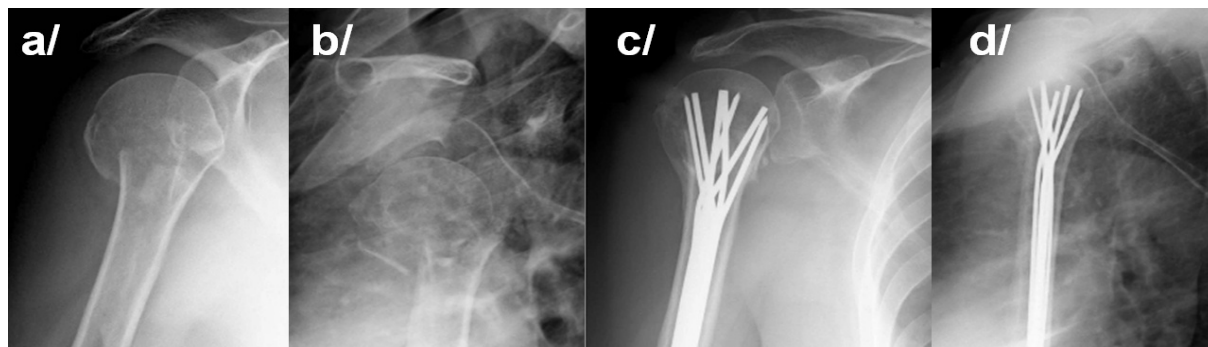
Obr. č. 15.: Humerus blok systém Synthes – a/ úrazový snímek, b/ 3D rekonstrukce – patrná dislokace hlavice a malého hrbolku, c/ pooperační snímek, d/ AP snímek 8 týdnů po operaci – patrná prominence K drátů do glenohumerálního skloubení, e/ Y projekce 8 týdnů po operaci, f/ stav po extrakci materiálu.

Perkutánní fixace šrouby: Systém repozice a dočasné fixace je obdobný jako u předcházející techniky, jen k definitivní fixaci je použito zpravidla kanylovaných 4,0 mm šroubů (Obr. č. 16). V případě dvouúlomkových zlomenin biomechanické studie potvrzují nejlepší stabilitu dvěma paralelně aplikovanými šrouby zavedenými z laterální strany diafýzy mediálně a proximálně⁽⁴⁷⁾. Základní indikace k operaci jsou podobné jako u předcházející techniky. Výběrově je tuto metodu možné použít na některé čtyřúlomkové zlomeniny, zvláště vagus impakční typy zlomenin. Šrouby se mohou kombinovat s K – dráty nebo Humerus blok systémem^(108, 127, 164).



Obr. č. 16.: Perkutánní osteosyntéza jednotlivými šrouby – a/ čtyřúlomková vagus impakční zlomenina, b/ repozice, c/ fixace kanylovanými šrouby, hlavice je fixována K dráty, d/ stav po zhojení zlomeniny. Převzato z RESCH, H., POVACZ, P., FRÖHLICH, R., WAMBACHER, M.: Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 79, 1997, 2, 295–300.

Intramedulárně zavedené K – dráty nebo Prevotovy pruty: Tato technika je hojně využívána v dětské traumatologii, kdy k fixaci hlavice je použito Prevotových prutů zaváděných z laterální strany paže v místě distálního úponu *m. deltoideus*. U dospělých pacientů je možné použít tuto metodu u dvouúlomkových zlomenin proximálního humeru^(7, 197, 207). Hlavní nevýhodou je riziko perforace hlavice a ztráty repozice u pacientů s osteoporózou. Variantou této techniky je použití svazku K – drátů, které jsou do diafýzy zaváděné intramedulárně z *fossa olecranii* retrográdně – metoda dle Zifka^(103, 137, 204, 205, 224). V oblasti proximálního humeru jsou k zajištění lepší stability konce K – drátů rozevřeny do vějíře (Obr. č. 17).



Obr. č. 17.: Intramedulární osteosyntéza svazkem K drátů dle Zifka – **a/** úrazový snímek AP, **b/** transtorakální projekce, **c/** stav po osteosyntéze předozadní snímek, **d/** transthorakální snímek (Šmejkal et al. 2011). Se souhlasem autora.

3. 5. 3. 3. DLAHOVÁ OSTEOSYNTÉZA – KONVENČNÍ DLAHY

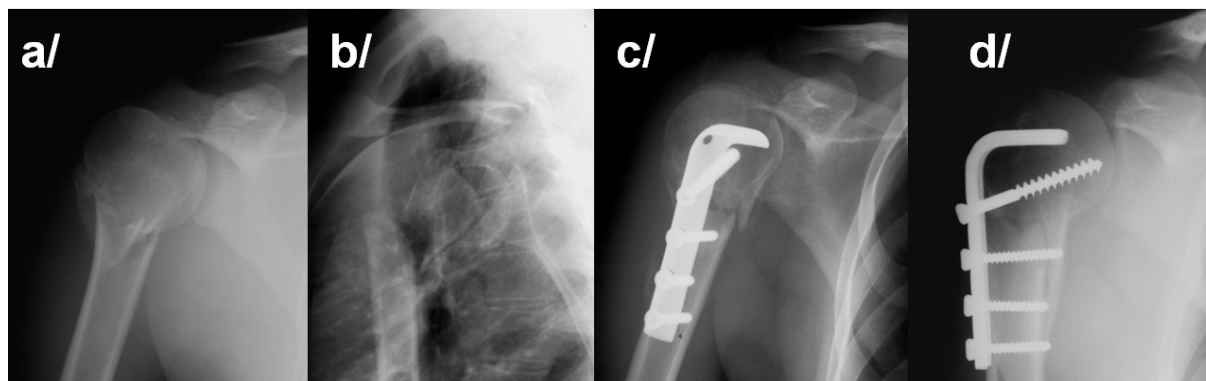
S rozvojem implantátů pro osteosyntézu zlomenin po nástupu školy AO dochází i k rozvoji operačních technik a dlahové osteosyntézy určené pro proximální humerus. Hlavní indikací jsou dislokované zlomeniny proximálního humeru, zpravidla dvou, případně tříúlomkové u pacientů, kde dostatečná kvalita skeletu umožní pevnou fixaci osteosyntetického materiálu.

Původně používané implantáty jako T dlahy 4,5 mm byly později nahrazeny dlahou ve tvaru jetelového listu tzv. „Clover plate“ z malého instrumentária, kde bylo možné kromě kortikálních šroubů 3,5 mm použít i spongiózní šrouby velikosti 4,0 mm. Výrazně větší invazivita, robustní a poměrně rigidní implantáty vedly u pacientů s výraznou osteoporózou k častému uvolnění materiálu a selhání osteosyntézy^(74, 80, 227).

Vysoké riziko selhání konvenční dlahové osteosyntézy vedlo k hledání dalších technik a k modifikaci této techniky s použitím kondylárních dlah⁽²²⁰⁾. Ty byly původně indikovány pro paklouby a osteotomie v oblasti chirurgického krčku. Později byly vyvinuty speciální kondylární dlahy s kanylovanou čepelí pro snadnější zavádění čepele, nebo modifikace žlábkové dlahy⁽¹⁵⁾. Za předpokladu kvalitní kosti v proximálním humeru dosahují tyto implantáty výrazně vyšší stability. Protože dostatečný kostní blok je podmínkou této operační techniky je tato technika zpravidla užívána jen u dvou a některých tříúlomkových zlomenin

(Obr. č. 18). Čepel dlahy je obvykle angulována pod úhlem 110 – 120 °. Vzhledem k velké rigiditě těchto implantátů je často popisovanou komplikací perforace čepele dlahy mediálně do glenohumerálního skloubení ^(56, 138, 222).

Snahou jak zlepšit stabilitu konvenčních dlah je kombinace předcházejících technik s tahovou cerkláží za svalové úpony zejména *m. supraspinatus* na velkém hrbolku. Cerkláž pevného 1,0 mm vázacího drátu je podvlečena pod úponem šlachy na velký hrbolok a osmičková cerkláž je fixována do otvoru dlahy nebo pod hlavičku některého z metadiafyzálních šroubů ⁽¹⁵⁾.



Obr. č. 18.: Dvouúložková zlomenina chirurgického krčku humeru ošetřená žlábkovou dlahou – **a/** úrazový předozadní snímek, **b/** úrazový transtorakální snímek, **c/** pooperační snímek, **d/** zhojeno 12 týdnů po operaci.

Alternativní technikou u pacientů s dobrou kvalitou skeletu je použití dvou na sebe kolmých žlábkových dlah z malého instrumentária ⁽²²⁶⁾. Dvě na sobě nezávislé konstrukce poskytují dostatečnou stabilitu montáže. Opět ale platí, že tato technika je rezervována převážně pro méně závažné typy zlomenin, u mladších pacientů s dobrou kvalitou kosti.

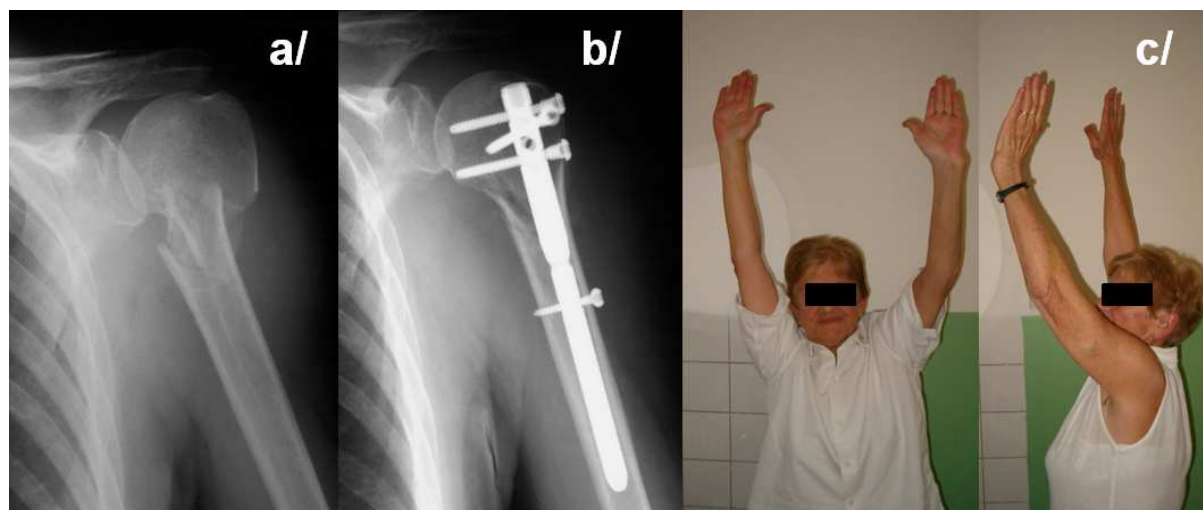
3. 5. 3. 4. NITRODŘEŇOVÁ OSTEOSYNTÉZA – HŘEBOVÁNÍ

Nitrodřeňové hřebování konvenčním zajištěným hřebem je možné jen u některých typů zlomenin proximální metadiafýzy, případně zlomenin chirurgického krčku. Předpokladem osteosyntézy je dostatečně dlouhý a pevný proximální fragment. K osteosyntéze je využito standardních diafyzálních hřebů z antegrádního případně retrográdního přístupu v hraniční indikaci. Snahou hřebování je využít výhod miniinvazivní techniky. Stabilita zajištěných hřebů je ale ve srovnání s dlahovou osteosyntézou výrazně nižší ^(19, 53, 130).

Rozvoj technologie nitrodřeňového hřebování vedl k rozvoji použití této techniky i do oblasti zlomenin proximálního humeru. První práce využívaly konvenčních hřebů s aplikací podpůrné „pavoukovité dlahy“. Ta byla často zdrojem impingement syndromu a vyžadovala revizní operaci s odstranění alespoň části implantátu ⁽¹⁸⁰⁾. Další vývoj v oblasti hřebování pokračovat v konstrukci hřebů určených primárně k osteosyntéze zlomenin proximálního humeru. První implantáty se objevily přibližně ve stejné době jako LCP dlahy a představují alternativní techniku osteosyntéz zlomenin proximálního humeru ^(5, 21, 40, 131, 142, 147, 163).

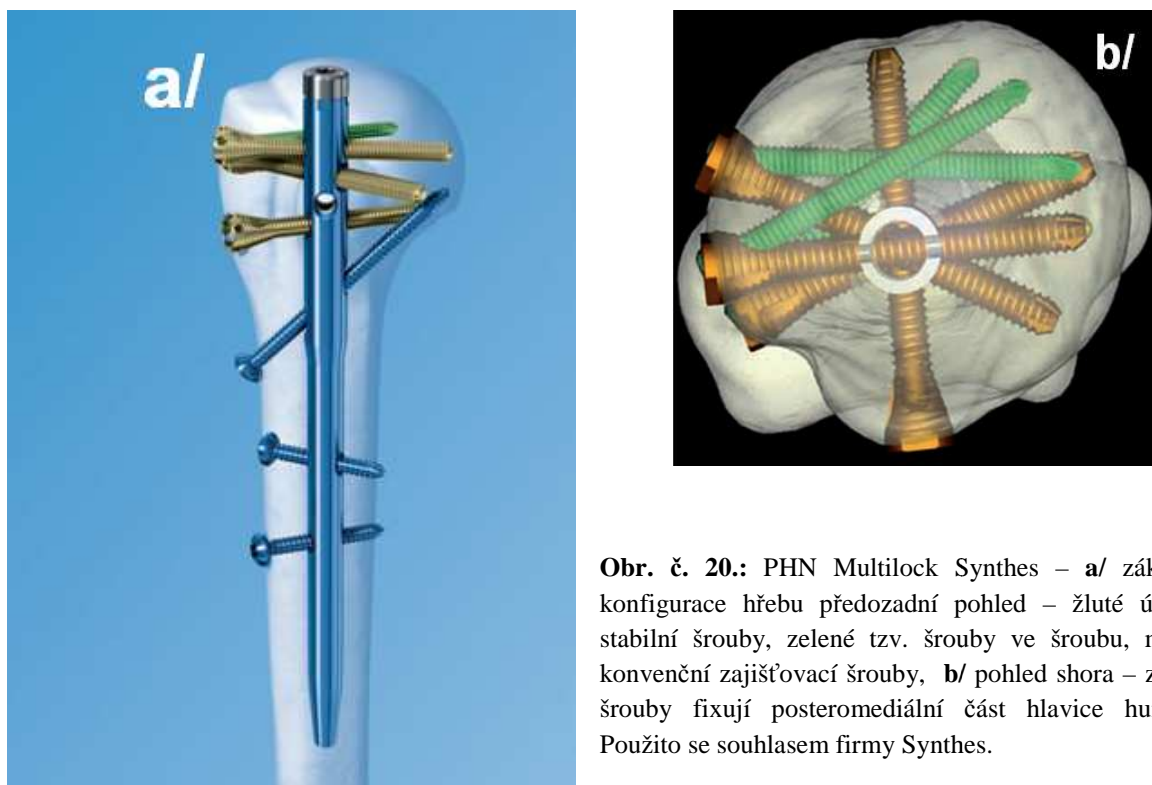
Zpravidla jde o hřebě, které jsou kratší, než konvenční diafyzální hřebě. Veškeré zajišťovací šrouby do proximálního i distálního fragmentu jsou zaváděny s pomocí cílicího rámu. Pro zvýšení stability proximálních šroubů jsou otvory v hřebu vybaveny závitem, případně plastovou vložkou. Dále jsou pro zvýšení stability proximální šrouby zaváděny v různých směrech, případně je namísto šroubu využito spirálovité čepele. Poloha šroubů obvykle odpovídá hlavním fragmentům a svalovým úponům na proximálním humeru. Změny se dočkal i design hřebů. Původně lehce angulovaný tvar hřebu pro snadnější zavádění z vrcholu velkého hrbolku se změnil na přímý hřeb. Vstupní místo pro hřeb se tak posouvá více mediálně na vrchol hlavice dále od lomné linie u víceúlomkových zlomenin proximálního humeru^(132, 195). Fixace vrcholu hřebu v pevné subchondrální kosti je dalším fixačním bodem a zvyšuje pevnost konstrukce. Na druhou stranu chybné zavedení hřebu je v tomto místě zdrojem impingement syndromu^(44, 115, 142, 194).

Hřebě jsou zaváděny z miniinvazivního limitovaného transdeltoideálního přístupu, případně u komplikovaných typů zlomenin může být použit rozšířený transdeltoideální přístup. Ten umožní repozici i výrazně dislokovaných zlomenin a bezpečné zanoření hřebu pod povrch hlavice humeru za kontroly zrakem. V současné době jsou proximální humerální hřebě standardně indikovány u dislokovaných dvouúlomkových, a některých tříúlomkových zlomenin (Obr. č. 19). V případě hřebování čtyřúlomkových nebo luxačních zlomenin je předpokladem dokonalá repozice z miniinvazivního přístupu a volba vstupního místa v dostatečné vzdálenosti od lomné linie. Optimální indikací pro dlouhé verze proximálních humerálních hřebů jsou zlomeniny proximálního humeru s extenzí do diafýzy, zlomeniny proximální třetiny diafýzy humeru, případně kombinace zlomeniny proximálně a v oblasti diafýzy^(64, 206).



Obr. č. 19.: Dvouúlomková zlomenina chirurgického ošetřená hřebem Targon PH – a/ úrazový předozadní snímek, b/ stav po osteosyntéze hřebem Targon PH, c/ funkční výsledek 6 týdnů od operace.

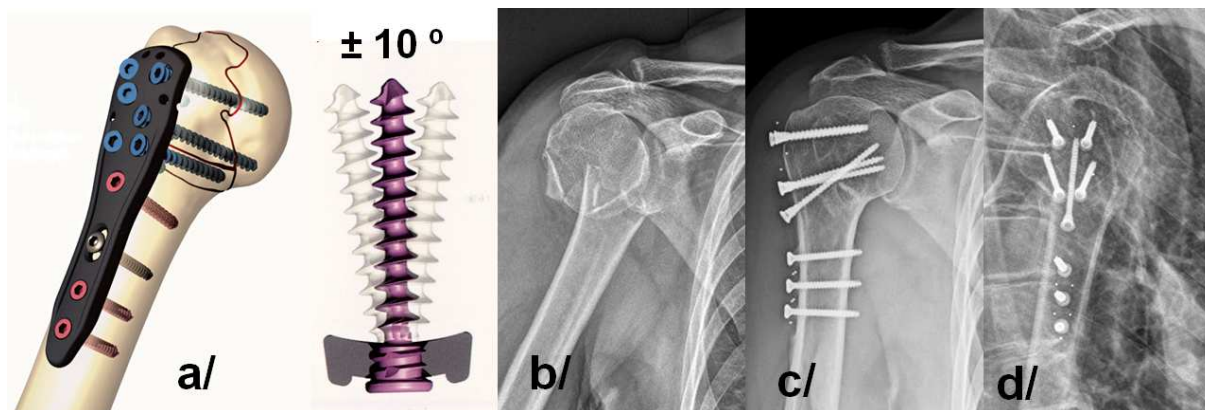
Poslední verze nitrodřeňových hřebů jsou vybaveny dalšími přídatnými šrouby kotvenými v hlavě proximálních zajišťovacích šroubů – PHN Multilock (Obr. č. 20), ke zvýšení stability a možností použít hřebě i u víceúlomkových zlomenin^(81, 175).



Obr. č. 20.: PHN Multilock Synthes – **a/** základní konfigurace hřebu předozadní pohled – žluté úhlově stabilní šrouby, zelené tzv. šrouby ve šroubu, modré konvenční zajišťovací šrouby, **b/** pohled shora – zelené šrouby fixují posteromediální část hlavice humeru. Použito se souhlasem firmy Synthes.

3. 5. 3. 5. DLAHOVÁ OSTEOSYNTÉZA – ÚHLOVĚ STABILNÍ DLAHY

Výrazný rozvoj operační léčby zlomenin proximálního humeru přichází až s rozvojem LCP implantátů (úhlově stabilních dlah) po roce 2001. Dlaho Philos firmy Synthes vyvinutá AO byla první anatomicky tvarovanou dlahou se zamykatelnými šrouby. Šrouby probíhají v různých směrech, tím je dosaženo výrazně vyšší stability v proximálním fragmentu zejména v případě osteoporotických zlomenin. Pevné spojení dlahy a šroubů je zajištěno závitem v otvoru dlahy a odpovídajícím závitem na hlavě šroubu^(82, 114). Proximální část dlahy je tvořena pouze otvory se závitem a distální část pak nabízí možnost použití konvenčního kortikálního šroubu s kompresí nebo zamykatelného úhlově stabilního šroubu (Obr. č. 21). V posledních deseti letech nabízí téměř všechny firmy dodávající implantáty pro traumatologii svou verzi úhlově stabilní dlahy. Jednotlivé implantáty se od sebe liší počtem a průběhem šroubů. Další inovaci v této technologii nabízí tzv. polyaxiální zamykatelné šrouby (úhlově stabilní šrouby s volitelným směrem zavedení). Obvykle umožňují výkyv 15° všemi směry. Pevné spojení šroubu a dlahy je dosaženo například různou pevností použitých materiálů (Diphos H, Lima). Dlaho je vyrobena z RTG transparentního materiálu PEEK (polyetheretherketon) a po dotažení šroubu dojde k zaříznutí hlavy titanového šroubu do otvoru dlahy v předem zvoleném směru (Obr. č. 21). Další možností je uzamčení šroubu v předem zvoleném směru použitím speciální zásepky na hlavě šroubu (LPH, Zimmer)^(46, 221).



Obr. č. 21.: Úhlově stabilní dlahu Diphos H, Lima – **a/** dlahu Diphos H, **b/** úrazový snímek – tříúlomková zlomenina, **c/** stav 3 měsíce po osteosyntéze RTG transparentní dlahou Diphos H předozadní snímek, **d/** transthorakální snímek. Použito se souhlasem firmy Lima.

Vlastní dlahu je ve skutečnosti vnitřním fixátorem se všemi jeho biomechanickými výhodami zejména v případě tříštvých metafyzárních zlomenin. Dlahy velmi dobře fixují hlavici a diafýzu, naproti tomu jen málo nebo vůbec nefixují hrbolky. Proto jsou standardní součástí dlah i otvory určené právě pro osteosuturu hrbolků^(115, 200, 222).

Dlahová osteosyntéza LCP implantátem je v současné době nejčastěji používanou metodou v případě operační léčby zlomenin proximálního humeru⁽²¹⁰⁾. Kromě klasické otevřené repozice a dlahové osteosyntézy jsou rozvíjeny i postupy aplikace dlahy z limitovaného miniinvazivního přístupu (MIPO)^(3, 59, 116, 171, 186).

První výsledky klinického použití ukazovaly jednoznačné výhody LCP v operační léčbě proximálního humeru. Teoretické biologické výhody nízkokontaktních vnitřních fixátérů s doporučenou šetrnou operační technikou a vysoká pevnost v osteoporotickém terénu zajistily možnost použití téměř u všech doposud jinak obtížně operovatelných zlomenin. Úhlově stabilní dlahy výrazně zvýšily procento zlomenin indikovaných k operační léčbě a částečně i omezily použití akutní hemiarthroplastiky ramenního kloubu^(44, 143, 188, 199, 205).

Jak ukazují práce z poslední doby analyzující výskyt komplikací, někdy až nekritické použití těchto implantátů a nesprávná operační technika přináší i nový typ komplikací. Ztráta repozice, varózní dislokace s perforací zamykatelných šroubů do glenohumerálního skloubení jsou poměrně časté komplikace typické právě pro LCP implantáty v této lokalizaci. Navíc ani nové vysoce sofistikované implantáty nemohou obnovit poškozenou vaskularizaci hlavice humeru^(6, 73, 105, 168, 187, 192).

Analýza komplikací a způsob jak jim předcházet je součástí diskuse.

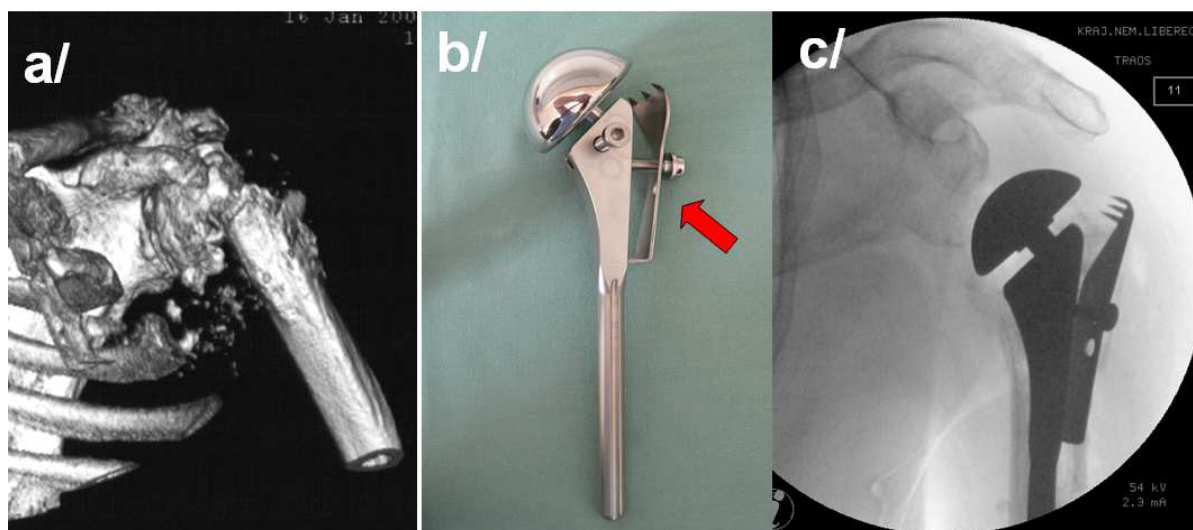
3.5.3.6. NÁHRADY RAMENNÍHO KLOUBU

Náhrada ramenního kloubu je technikou, která je využívána v případě jinak nerekonstruovatelných poranění proximálního humeru případně u zlomenin se zcela devitalizovanou hlavicí humeru^(55, 15, 208, 223).

Z časového hlediska můžeme implantace u zlomenin proximálního humeru na akutní traumatické indikace a indikace v případech řešení stavů s posttraumatickou destrukcí ramenního kloubu. Pro vlastní rozdělení je rozhodující, zda jednotlivé fragmenty již byly k sobě vzájemně přihojeny, nebo je lze tupě oddělit. Obvykle je interval mezi oběma skupinami stanoven na šest až devět týdnů ⁽¹⁵⁸⁾.

Z hlediska konstrukce je možné náhrady rozdělit na anatomické a reverzní.

Anatomické náhrady jsou tvořeny dřikem a hlavici a svalové úpony spolu s hrbolky jsou k protéze fixovány zpravidla pomocí osteosutury stehem případně vázacím drátem či lankem. V případě protézy ProSpon vyvinuté profesorem Sosnou je možné k fixaci využít speciální drápkové dlahy fixované ke dříku protézy pomocí šroubu (Obr. č. 22). S výhodou je využívání modulárních systémů náhrad, které umožní optimální nastavení jednotlivých parametrů tak, aby protéza co nejlépe odpovídala anatomickým poměrům ramene před úrazem. Moderní systémy umožňují rovněž konverzi na reverzní systém protézy a to během operačního výkonu nebo v případě řešení pozdních komplikací.



Obr. č. 22.: Anatomická náhrada ramenního kloubu – **a/** kominutivní fraktura hlavice humeru v terénu těžkých regresivních změn u 73letého pacienta, **b/** modulární náhrada ramenního kloubu ProSpon typ Sosna, červená šipka označuje drápkovou dlahu k fixaci fragmentu velkého hrbolku, **c/** stav po implantaci náhrady.

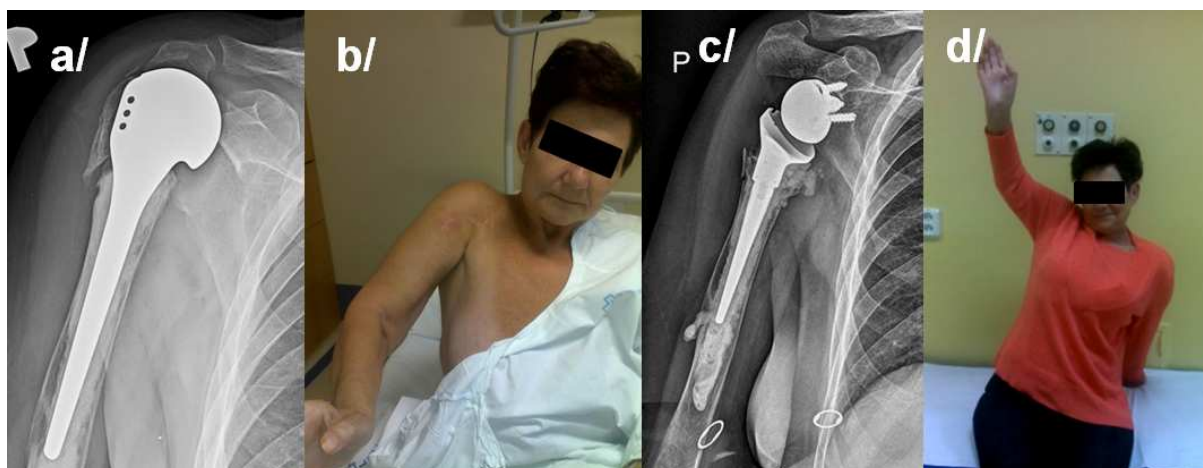
Reverzní náhrady medializují a posouvají distálním směrem centrum rotace ramenního kloubu tak, aby bylo možné k elevaci ramenního kloubu využít deltového svalu (Obr. č. 23). Glenoidální komponenta – hlavice protézy je fixována do oblasti původní jamky ramenního kloubu. Do diafýzy paže je pak implantován dřík protézy s novou jamkou glenohumerálního kloubu. Hlavní indikací jsou stavy s těžkou destrukcí rotátorové manžety. Funkční výsledky ramene jsou, zejména pokud jde o abdukcii a elevaci, výrazně lepší než u anatomického typu protézy. Pokud je to možné a jsou zbytky rotátorů zachovány, je doporučeno je fixovat i kolem reverzní protézy. Minimalizujeme tím omezení rotačních pohybů ramene, které je po reverzních náhradách velmi časté. Doposud byly reverzní náhrady indikovány hlavně z důvodů degenerativní destrukce svalů rotátorové manžety nebo jako operační výkon řešící selhání předcházející osteosyntézy nebo hemiarthroplastiky ramenního kloubu. V poslední době se objevují práce indikující tuto techniku u víceúlomkových zlomenin u starších

pacientů jako primární výkon namísto hemiartroplastiky. Hlavním důvodem je častá přítomnost defektů rotátorové manžety u starších pacientů. Názory na tuto indikaci ale nejsou jednotné (27, 104, 122, 212).

Indikace k provedení náhrady ramenního kloubu:

1. Nerekonstruovatelné tříštivé zlomeniny proximálního humeru
2. Devitalizované hlavice u biologicky starších pacientů. Zejména zlomeniny Neer II – dislokované zlomeniny anatomického krčku a luxační zlomeniny s devitalizovanou hlavicí
3. Zlomeniny hlavice postihující více jak 20 % povrchu hlavice
4. Některé dislokované tříúlomkové zlomeniny u starších pacientů s těžkou osteoporózou
5. Posttraumatické stavy s destrukcí hlavice či nerekonstruovatelné paklouby proximálního humeru

Většina publikovaných výsledků ukazuje výrazné omezení rozsahu pohybů ramene. Naproti tomu řada pacientů je s omezením pohybů spokojena a pozitivně hodnotí malou bolestivost (185, 208, 214).



Obr. č. 23.: Anatomická náhrada a reverzní náhrada ramenního kloubu - **a/** stav dva roky po implantaci anatomické náhrady – uvolněný dřík, nepřihojený velký hrbolek, kraniální migrace hlavice s těžkou destrukcí rotátorové manžety, **b/** klinický nález – výrazné omezení rozsahu pohybů, bolesti, **c/** stav po implantaci reverzní náhrady ramenního kloubu, **d/** klinický výsledek tři měsíce po revizní operaci.

Operační léčba zlomenin proximálního humeru s využitím náhrad ramenního kloubu je zatížena vysokým počtem komplikací. Často je pozorováno selhání fixace hrboleků – nejčastěji z důvodů nedostatečné fixace či nekrózy jejich kostěné části. Velmi často je u anatomického typu protézy pozorována kraniální migrace hlavice při chybně nastavené výšce protézy nebo při retrakci kloubního pouzdra. Tento stav je ve svém důsledku zodpovědný za destrukci rotátorové manžety a bolest, kdy hlavice ramene naléhá na dolní okraj akromia (Obr. č. 23a).

V případech reverzních náhrad je hlavní obava z dostatečné fixace glenoidální komponenty. Zejména u mladších a aktivních pacientů je tím výrazně zkracována životnost

protézy. Specifické jsou komplikace způsobené otěrem polyetylenové části náhrady a tzv. skapulární notching, kdy dochází k nadměrné iritaci dolního okraje kostěné části glenoidu^(31, 123, 146).

3.5.4. REHABILITACE PO ZLOMENINÁCH PROXIMÁLNÍHO HUMERU

Důkladná a správně vedená rehabilitace je nedílnou součástí léčby zlomenin proximálního humeru a je podmínkou dosažení dobrého funkčního výsledku. Cílem rehabilitačního procesu je zabránit reflexním a dystrofickým změnám po úraze, obnovit pohyb v skapulothorakálním a glenohumerálním skloubení a obnovení složitých a správných stereotypů a motoriky ramenního pletence jako celku⁽⁸⁶⁾.

Obdobně jako u volby optimální léčebné metody hraje zásadní roli celá řada faktorů, je tomu tak i v případě rehabilitace. Vlastní průběh rehabilitace je modifikován celou řadou faktorů, jako je typ zlomeniny a její dislokace, poškození okolních struktur, zvolený způsob ošetření a případné onemocnění či úrazy ramene v předcházejícím období. Na straně pacienta je limitující celkový zdravotní stav, jeho schopnost aktivně se podílet na rehabilitačním procesu, tolerance bolesti a zejména u starších pacientů i sociální zázemí. Optimální je, pokud rehabilitace je časná, cílená, individuální a dlouhodobá^(16, 86, 120).

Vlastní rehabilitační proces sestává z několika základních fází a výše uvedené faktory spíše ovlivňují časnost a délku trvání jednotlivých fází. Z časového hlediska můžeme rehabilitační proces rozdělit na následující tři fáze⁽¹⁵⁹⁾.

1. Akutní fáze
2. Intermediální
3. Pozdní

Akutní fáze: tato část rehabilitačního procesu probíhá v případě operačně léčených zlomenin za hospitalizace a navazuje na ní časná ambulantní rehabilitace. Hlavním cílem je prevence reflexních a dystrofických změn a zabránění adhezí v oblasti kloubního pouzdra. Součástí léčby je polohování končetiny, kryoterapie, měkké techniky a rehabilitace periferie končetiny (loket zápěstí, prsty). Současně je i doporučovaná rehabilitace a posílení svalstva krku a páteře. Končetina je po nezbytně dlouhou dobu imobilizována ramenní ortézou. Již v této fázi je možné začít s pasivní rehabilitací vleže na lůžku, případně s využitím motodlahy – continuous passive motion – CPM (Obr. č. 24). Po odeznění bolestí je pacient edukován ohledně vyvěšování končetiny s využitím krouživých a kyvadlových pohybů a nácvičku relaxace. V případě ambulantní léčby je optimální, pokud je pacient schopen provádět rehabilitaci alespoň dvakrát denně s kontrolou rehabilitačního postupu fyzioterapeutem dva až třikrát týdně. V literatuře jsou udávány lepší časné funkční výsledky, pokud je s touto fází rehabilitace započato časně. Dlouhodobé výsledky jsou pak srovnatelné u obou skupin pacientů.



Obr. č. 24.: Pacient po implantaci hemiartroplastiky, třetí pooperační den – pasivní cvičení na motodlaze – CPM.

Subakutní fáze: Tato část rehabilitace plynule navazuje na část předcházející. Začátek aktivní rehabilitace je vždy individuální s ohledem na stabilitu ramene, typ poranění a stav hojení, zejména svalových úponů. V případě stabilních osteosyntéz u jednodušších typů zlomenin může začínat již od druhého týdne,

naproti tomu u hemiartroplastiky je nutné vyčkat bezpečného přilhojení hrbolků a zahájit rehabilitaci obvykle kolem šestého až osmého týdne. Rehabilitace je zaměřena na posílení všech přilehlých svalů (deltového svalu a svalů rotátorové manžety), správné nastavení a aktivaci lopatky. Nedílnou součástí rehabilitačního procesu je i cvičení doma dle instruktáže (Obr. č. 25).

Pozdní fáze: Pozdní fáze trvá obvykle od čtvrtého do dvanáctého měsíce od úrazu, kdy dochází k ustálení celkového stavu a rozsahu pohybů. Rehabilitace probíhá ambulantní formou, kdy pacient cvičí dle instruktáže s kontrolou fyzioterapeutem, případně je rehabilitace aplikována formou lázeňské léčby. Hlavní důraz je kladen na získání svalové síly a obnovení správných pohybových stereotypů ramenního pletence.



Obr. č. 25.: Pacientka po MIPO osteosyntéze proximálního humeru – **a/** druhý týden po operaci - pasivní rehabilitace, **b/** čtvrtý týden – aktivní RHC s dopomocí.

3. 5. 5. KOMPLIKACE ZLOMENIN PROXIMÁLNÍHO HUMERU

3. 5. 5. 1. AVASKULÁRNÍ NEKRÓZA

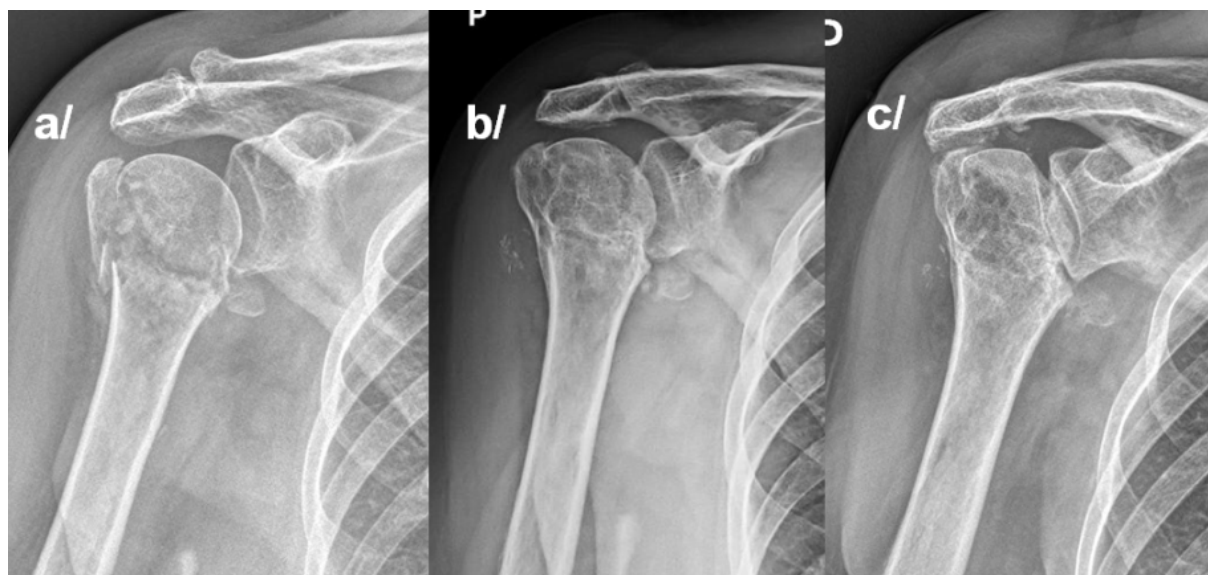
Avaskulární nekróza není neznámou komplikací zejména v případě čtyřúlomkových zlomenin. V důsledku poranění cév vyživujících hlavici humeru může docházet k poruchám výživy hlavice obdobně jako u zlomenin horního konce stehenní kosti. Postupně dochází k nekrobiotické přestavbě hlavice, dále k jejímu kolapsu s těžkými regresivními změnami nejen hlavice, ale i kolemkloubních struktur. V tomto případě již další reparaci nelze očekávat. Kromě úrazu se na avaskulární nekróze mohou podílet i další příčiny jako je abusus alkoholu, dlouhodobé užívání kortikosteroidů ale i některá systémová onemocnění ⁽¹⁵⁸⁾. V závislosti na rozsahu poškození se klinické nálezy obvykle rozdělují na parciální nebo kompletní AVN. Podrobnější klasifikace nekróz vycházející z RTG nálezů byla prezentována Cruessem ⁽³⁹⁾ jako modifikace původní klasifikace Arleta a Ficata. Jde o pětistupňovou klasifikaci, kdy první stupeň nemá známky poškození na RTG snímku a vykazuje pouze změny na MRI, druhý stupeň je charakterizován subchondrální sklerózou a osteolýzou. U třetího stupně jsou již patrné změny kontury hlavice s částečnou depresí kloubních ploch a přítomností nekrotických částí. Čtvrtý stupeň je charakterizován již kolapsem hlavice s její excesivní destrukcí a u pátého stupně jsou již patologické změny vyjádřeny i na glenoidu (Obr. č. 26).

Hlavním klinickým projevem AVN je bolestivost dříve nebolestivého ramenního kloubu spolu se zhoršením rozsahu pohybů. Právě latentní interval je pro AVN zcela typický. Některé, zejména časně RTG nálezy mohou být asymptomatické. Zejména v případech, kdy došlo ke zhojení hrbolků se svalovými úpony ve správném postavení, mohou být funkční výsledky překvapivě dobré i u částečně destruované hlavice ⁽¹⁶⁹⁾.

V případě pourazových stavů koreluje riziko vzniku AVN s typem poranění, mírou dislokace jednotlivých fragmentů a dále typem použité léčby (excesivní přístupy, rozsáhlejší disekce měkkých tkání, příliš masivní implantáty). V případě zavřené repozice dislokovaných tříúlomkových zlomenin je výskyt AVN udáván v rozsahu 3 – 14 % u čtyřúlomkových zlomenin 13 – 34 % ⁽¹⁶⁹⁾. Vysoké počty AVN jsou udávány zejména v případě otevřené repozice a dlahové osteosyntézy konvenční dlahovou technikou (T dlahy). Zde je udáván výskyt až 34 % nekróz ⁽¹⁹⁸⁾. V případě dlahové osteosyntézy úhlově stabilní dlahou je udávána AVN kolem 8 % ⁽¹⁹³⁾.

U symptomatických pacientů je metodou volby v léčbě nekrotické hlavice provedení náhrady ramenního kloubu.

Důležitým momentem je dostatečně dlouhá doba sledování, protože k AVN nekróze může docházet i 2 roky po iniciálním traumatu ramenního kloubu (Obr. č. 46, str. 90).



Obr. č. 26.: Čtyřlomková zlomenina proximálního humeru s minimální dislokací – **a/** úrazový snímek, **b/** parciální AVN 3 měsíce od úrazu – III. stupeň dle Cruesse, **c/** kompletní AVN, 6 měsíců od úrazu, IV. stupeň dle Cruesse.

3. 5. 5. 2. PAKLOUBY

Paklouby po zlomeninách proximálního humeru se vyskytují poměrně vzácně. Obvyklá doba hojení zlomeniny se pohybuje od čtyř do osmi týdnů. V literatuře se udává výskyt paklobů obvykle kolem 1 %, pokud hodnotíme všechny typy zlomenin proximálního humeru dohromady. Častěji se pak vyskytují v případech metafyzární kominuce v oblasti chirurgického krčku – 8 % a pokud jsou fragmenty hlavičky a metafýzy významně dislokovány mohou se vyskytovat až v 10 %⁽³⁸⁾.

Mezi nejvýznamnější faktory spojené s výskytem paklobu patří dislokace zlomeniny, zvláště pokud nedochází ke kontaktu hlavních fragmentů. Nejčastěji je to způsobeno interpozitem měkkých tkání, svaem případně dlouhou šlachou bicepsu. Dále je zvýšený počet paklobů popisován v případě použití tíhové sádry, kdy jsou hlavní fragmenty vzájemně distrahovány. Vyšší výskyt je rovněž evidován v případě abusu alkoholu, u kuřáků či pacientů s diabetem. Příčinou vzniku paklobu může být i nešetřená operační technika s rozsáhlou disekcí měkkých tkání a nestabilní fixace^(43, 77).

Paklouby proximálního humeru se obvykle projevují bolestí, omezením rozsahu pohybů, sníženou svalovou silou a obvykle je v různé míře vyjádřena i atrofie deltového svalu.

Na RTG snímcích je patrná lomná linie se sklerotickými okraji, případně větší kostní resorpce v oblasti hlavičky pažní kosti. CT vyšetření je užíváno k diagnostice dislokace a stavu hojení hrbolků, případně i identifikaci poúrazových změn na hlavičce a glenoidu.

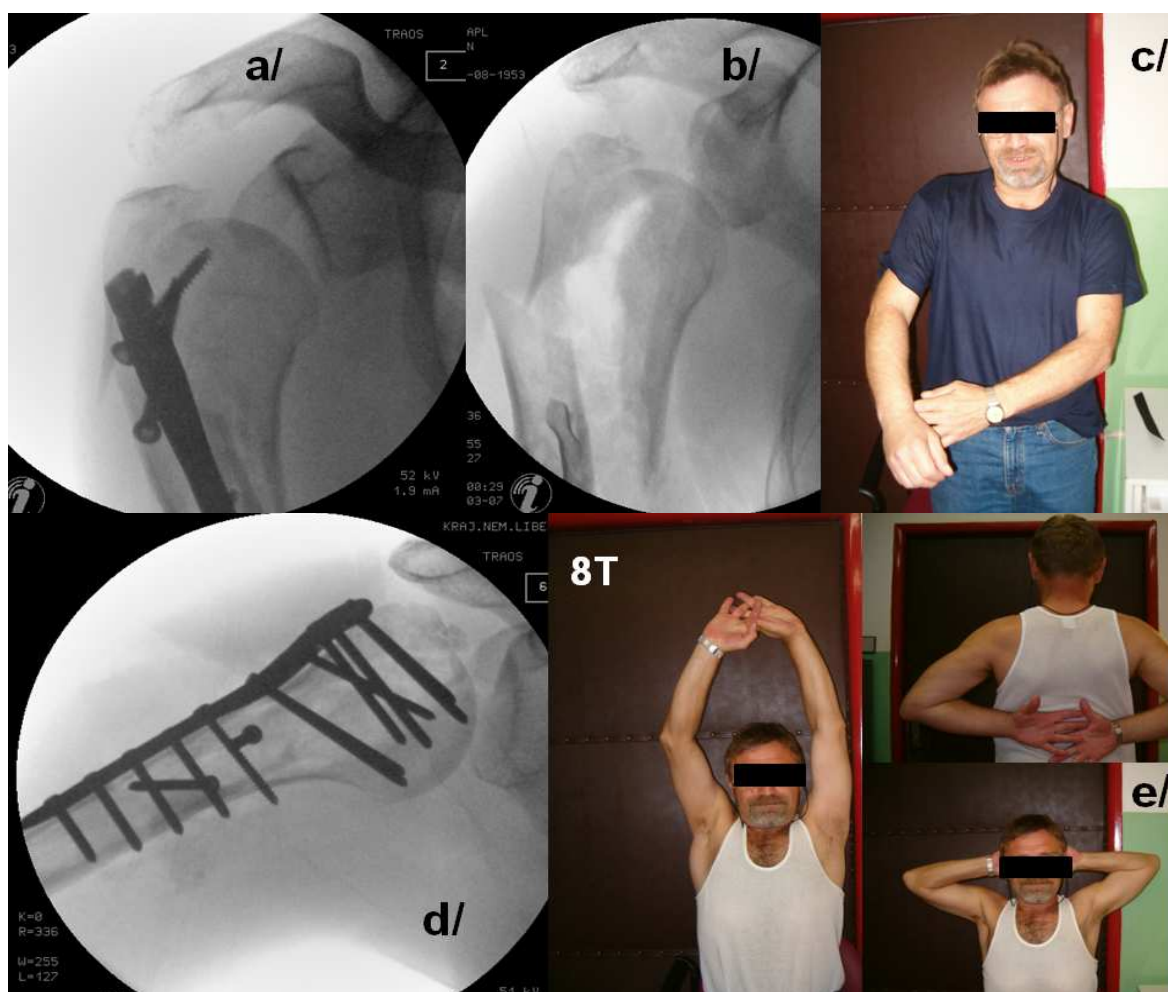
Na základně RTG obrazu rozeznává Marti dva základní typy paklobů⁽¹³⁶⁾.

Typ A.: paklob v oblasti chirurgického krčku s velkým dobře vaskularizovaným proximálním fragmentem

Typ B.: hypermobilní pakloub s resorpcí a exkavací hlavice humeru

Konzervativní postup je indikován pouze u polymorbidních pacientů s malými bolestmi při poranění na nedominantní končetině. Vzhledem k postižení nejen samotného proximálního humeru, ale i kolemkloubních struktur je u případů operační léčby výrazně vyšší riziko komplikací. Potenciální profit a rizika by měly být s pacientem předem podrobně prodiskutovány.

Z hlediska typu operačního výkonu můžeme rozdělit ošetření pakloubů proximálního humeru na záchovné operace a náhrady ramenního kloubu. K operaci je standardně využíván deltoideopektorální přístup (Obr. č. 27).



Obr. č. 27.: Tříúločková zlomenina proximálního humeru ošetřená hřebem – **a/** selhání osteosyntézy, vytržení hřebu, nestabilita, bez známek hojení, **b/** stav po extrakci hřebu 8 týdnů po osteosyntéze, **c/** klinický nálezn před extrakcí hřebu, **d/** stav po reosteosyntéze dlahou Philos, kompresní osteosyntéza tahovými šrouby, **e/** funkční výsledek 8 týdnů po reosteosyntéze.

Marti doporučuje u typu A použití T dlahy s dekortikací, spongioplastikou a kompresí linie pakloubu. U typu B pak je možné použití prosté cerkláže vázacím drátem pod úpon *m. supraspinatus*. Pokud se nedaří zaklínit diafýzu do hlavice, doporučuje Marti vložení většího kortikospongiózního štěpu. V případě větších defektů potom v kombinaci s T dlahou a tension band cerkláží vázacím drátem. Alternativně je možné použití dvou na sebe kolmých

třetinových žlábkových dlah z malého instrumentaria. Ve většině případů není nutné použít LCP implantát. Naopak jejich použití bez odlehčující cerkláže může být spojeno se selháním implantátu (zlomení nebo vytržení dlahy) ^(58, 136).

Jen ojediněle jsou publikovány případy ošetření paklobů s použitím nitrodřeňových hřebů a spongioplastikou (231). Hřeb není dostatečně rigidní pro dokonalé zhojení a tak konvenční typ osteosyntézy je metodou volby.

V případech destrukce hlavice je indikována náhrada ramenního kloubu. Špatné výsledky jsou popisovány zejména u stavů s nutností osteotomie nebo refixace hrboleku. V současné době je v těchto případech na zvážení použití reverzní protézy ramenního kloubu.

3. 5. 5. 3. ZHOJENÍ V MALPOZICI

Se zhojením v malpozici se poměrně často setkáváme u nedostatečně reponovaných dislokovaných zlomenin léčených konzervativně nebo v případě nedostatečně provedené repozice zlomeniny v průběhu osteosyntézy nebo při jejím selhání.

Malpozice je často spojena s bolestivostí ramene, impingement syndromem, omezením rozsahu pohybů a snížením svalové síly a s omezením běžných denních aktivit. Sekundárně pak dochází i ke změnám na kloubním pouzdrů a kolemkloubních svalech. Významnější malpozice tolerujeme u dětí, protože 80 % růstové aktivity humeru pochází z oblasti proximální růstové štěrbin.

Pro hodnocení velikosti malpozice je obvykle užíváno CT vyšetření s 3D rekonstrukcí. MRI nám může poskytnout doplňující informace ohledně stavu měkkých tkání, zejména rotátorové manžety nebo může detekovat časná stádia AVN hlavice humeru ⁽¹³⁵⁾. Rozdělení jednotlivých typů malpozici do skupin respektuje základní rozdělení humeru na jednotlivé hlavní fragmenty.

Beredjiklian navrhl rozdělit malpozice do tří skupin ⁽¹⁸⁾.

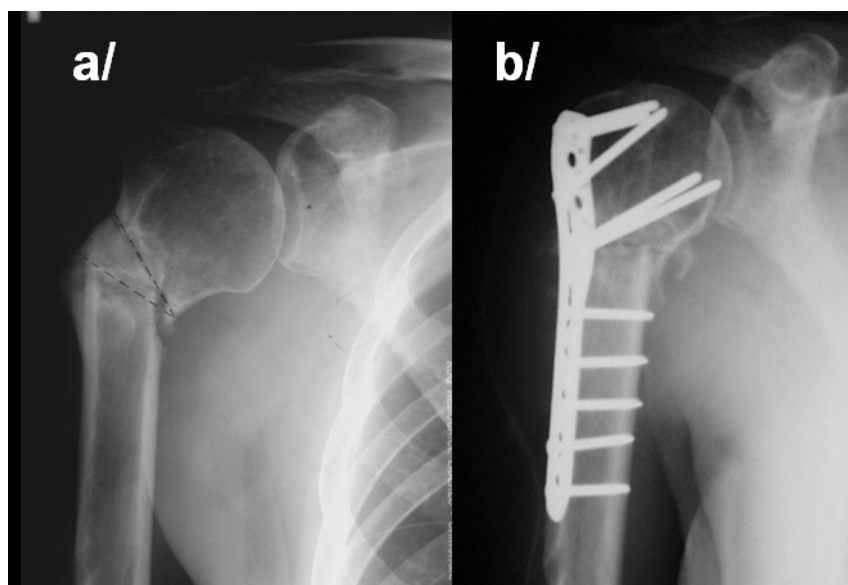
- I. dislokace a malpozice hrboleků (velký a malý hrbolek)
- II. malpozice bez dislokace kloubní plochy – hlavice je správně orientována vzhledem ke glenoidu a hlavní dislokace je v oblasti metafýzy
- III. malpozice provázená defektem kloubní plochy humeru.

I typ. – izolovaná malpozice fragmentu velkého hrboleku je relativně častým typem dislokace. Díky tahu svalů rotátorové manžety je fragment retrahován dorzomediálně. V případě dislokace více jak 5 mm významně zmenšuje subakromiální prostor a ve svém důsledku omezuje maximální rozsah pohybů. Typické je omezení elevace, ale i zevní rotace se známkami impingement syndromu. Déletrvajícím iritací kostním fragmentem může mít za následek i poškození šlachy *m. supraspinatus*.

U starších pacientů s menšími požadavky na rozsah pohybů může být zvolen konzervativní postup. U mladých pacientů je obvykle doporučováno řešení operační. Technika operačního výkonu se řídí velikostí fragmentů. Menší fragmenty mohou být zmenšeny parciální exstirpací, případně kompletně odstraněny. Vlastní operační výkon je obvykle doplněn akromioplastikou. V případě větších fragmentů je nutná refixace hrboleku do původního místa. Fragment je mobilizován excízi fibrózních tkání případně osteotomií. Nutné je i uvolnění rotátorové manžety. Hrbolek je refixován na původní místo, nejčastěji kombinací cerkláže a fixace šroubem z malého instrumentária ⁽¹⁸³⁾. Na závěr operace je nutné otestovat rozsah pohybů – zejména vnitřní rotaci. Rameno je imobilizováno po dobu čtyř týdnů v neutrální pozici. Pooperační protokol je identický jako akutního ošetření traumatu.

I typ. – dislokace a malpozice malého hrboleku je často diagnostikována opožděně nebo může být v průběhu primárního ošetření přehlédnuta. Dislokovaný fragment může být příčinou omezení vnitřní rotace ramene. Indikace k operačnímu řešení jsou obdobné jako u předcházejícího typu. Operační výkon je indikován především u mladých symptomatických pacientů. Z deltoideopektorálního přístupu je fragment mobilizován a refixován intraoseálními stehy nebo šroubem v závislosti na velikosti fragmentu ^(18, 183).

II. Typ – malpozice dvouúlomkových zlomenin. Mírné stupně malpozice mezi hlavicí a diafýzou jsou poměrně časté a jsou relativně dobře tolerovány. Hlavice je vůči diafýze zpravidla v lehké varózní dislokaci, méně často ve valgozitě. Často je hlavice i lehce vnitřně rotována a typická je i dislokace diafýzy anteromediálně. Operační léčba je v těchto případech indikována zřídka mimo mladých aktivních pacientů s klinicky významnou deformitou. Ta může být zdrojem impingement syndromu s omezením rozsahu pohybů. Po provedené osteotomii jsou fragmenty fixovány technikou kompresní dlahové osteosyntézy. Zpravidla postačují konvenční dlahy (T dlahy, kondylární dlahy, dvě třetinové žlábkové dlahy). S výhodou může být využito i LCP implantátů, kdy je dlahy aplikována jako kompresní (Obr. č. 28). Výkon je obvykle doplněn spongioplastikou spolu s uvolněním a mobilizací měkkých tkání ramenního kloubu ^(17,135).



Obr. č. 28.: Malpozice proximálního humeru po dvouúlomkové zlomenině. II. typ dle Beredjikliana – **a/** předoperační snímek, klinicky výrazný impingement, **b/** snímek po korekční osteotomii

III. typ – malpozice tří a čtyřúlomkových zlomenin. Tento typ malpozice představuje nejzávažnější formu. Výrazné omezení funkce ramene je výsledkem kombinace dislokace svalových úponů, různého stupně defektu kloubní plochy, jizvení kloubního pouzdra a svalů rotátorové manžety. Pro správný výsledek rekonstrukčního výkonu je důležité obnovení jak kostních, tak i měkkotkáňových abnormalit. Osteotomie v této indikaci jsou spíše raritní a jsou rezervovány pro mladé pacienty bez známek AVN hlavice humeru⁽¹¹²⁾. Alternativní techniku pak představují anatomické nebo reverzní náhrady ramenního kloubu. Sekundární náhrada vždy přináší horší výsledky, než správně indikovaná a provedená primární hemiaroplastika^(18, 158).

3. 5. 5. 4. CÉVNÍ PORANĚNÍ

Vzhledem k tomu, že jsou proximální dvě třetiny axilární tepny dobře kryty, je cévní poranění u zlomenin proximálního humeru poměrně vzácné. Obvykle se vyskytuje jako součást vysokoenergetických poranění u mladších pacientů, kdy je kromě poranění skeletu a cévní léze obvykle přítomno i poranění nervových struktur (Obr. č. 29). Druhou skupinu pacientů tvoří starší pacienti s nízkoenergetickým typem poranění – zlomenina nebo přední luxace^(88, 157, 230). Častěji se toto poranění vyskytuje u starších pacientů. Průměrný věk pacientů je 64 let⁽²⁰¹⁾. Právě u starších pacientů je distální část *a. axilaris* relativně volná a u pacientů s aterosklerotickými změnami je tak více náchylná k poranění. Zcela raritní jsou tato poranění u dětí^(42, 76).

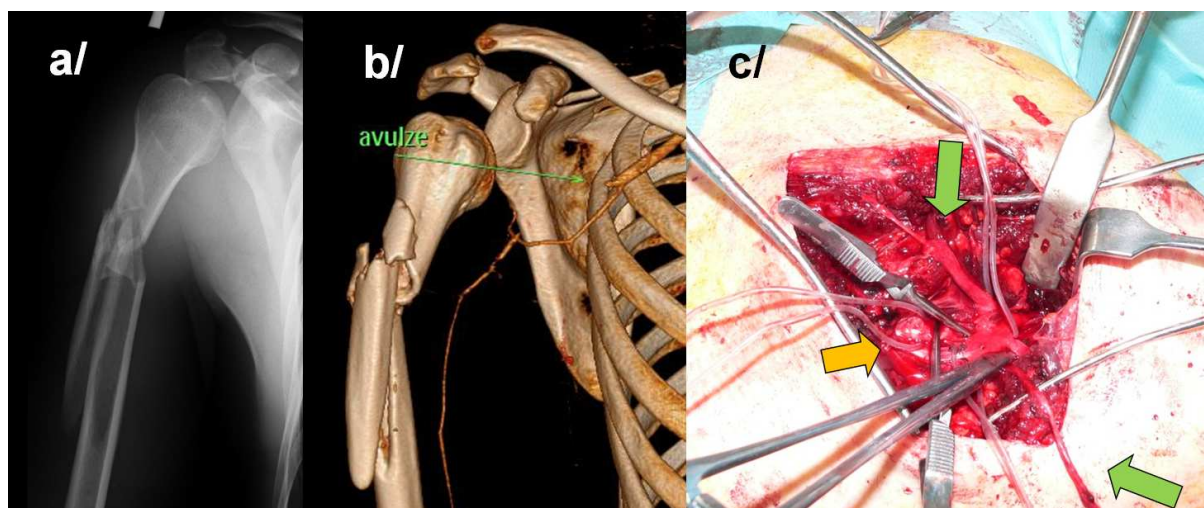
K poranění cévy může dojít nepřímo trakčním mechanismem následkem pádu s extenzí horní končetiny, případně přímo tlakem mediálně dislokovaným fragmentem diafýzy, poranění dislokovaným kostním úlomkem nebo stištním cévy mezi jednotlivé fragmenty. K útlaku cévy může dojít i následkem narůstajícího otoku nebo hematomu po poranění proximálního humeru. Nejčastějším typem poranění jsou drobné léze intimy s nasedající trombózou. Ty tvoří až 54 – 63 % všech tupých cévních poranění^(76, 230). Perforace nebo avulzní poranění mohou vést ke vzniku pseudoaneurysmatu s pozdní manifestací a to i po několika letech^(202, 230).

Klinické příznaky cévního poranění mohou být zejména v akutním období překryty bolestivostí při zlomenině nebo luxaci proximálního humeru. Opakovaná klinická vyšetření a vyšetření po repozici luxačních poranění by měla odhalit – narůstající otok, případně hematom spolu s neustupující nebo progredující bolestí – hlavní příznaky cévního poranění. Právě narůstající otok a hematom často odpovídají za poruchy citlivosti nebo hybnosti periferie končetiny tlakem na *plexus brachialis*. Přidružené poranění nervů je přítomno až v 80 % a ve 43 % je trvalé. Zpravidla se jedná o smíšený typ poranění nervů, kdy nejčastěji poraněným nervem je *n. medianus*, díky své blízké lokalizaci k axilární tepně⁽¹⁹⁶⁾. Mimo otoku a hematomu lze pozorovat, že končetina je obvykle chladná a bledá a můžeme zjistit i horší kapilární návrat, sníženou saturaci, případně detekovat vymizelou pulzaci na periférii končetiny. Je třeba si uvědomit, že přítomnost periferní pulzace ještě nevylučuje cévní

poranění. Až ve 14 % je pulzace pouze snížena a u 11 % pacientů může být periferní pulzace přítomna i u prokázané cévní léze⁽⁸⁸⁾.

Suverénní diagnostickou metodou je dopplerovské ultrazvukové vyšetření, případně angiografické vyšetření. V žádném případě by přesné stanovení diagnózy nemělo vést k prodlevě v terapeutickém postupu.

Cévní poranění s akutní ischemií by měla být rekonstruována do 6 – 8 hodin od úrazu. K obnovení cévního zásobení je možné využít trombektomie s následnou implantací stentu, cévní suturu s žilní záplatou, případně reverzní žilní štěp z v. *saphena* či aplikaci cévní protězy^(42, 76, 88, 134, 157, 196, 201, 202). Konzervativní postup je možné zvolit jen v případě dostatečně vytvořeného kolaterálního oběhu. Někteří autoři tento postup zásadně odmítají⁽⁷⁶⁾. Snaha rekonstruovat cévní poranění jednoznačně dominuje před prostým podvazem a. *axilaris*, protože vede až ve 42 % případů ke ztrátě končetiny⁽¹³⁴⁾. Současně s provedením cévní rekonstrukce by měla být provedena repozice a stabilní fixace zlomeniny.



Obr. č. 29.: kombinované nervově cévní poranění u zlomeniny proximální metadiáfýzy humeru – vysokoenergetické poranění - **a/** úrazový snímek, **b/** CT AG vyšetření – avulzní poranění je označeno zelenou šipkou, **c/** pooperační nálezní – pravé rameno, pohled shora, žlutou šipkou označeny naložené cévní svorky, zelenými šipkami označené avulzní poranění brachiálního plexu.

3.5.5.5. PORANĚNÍ NERVŮ

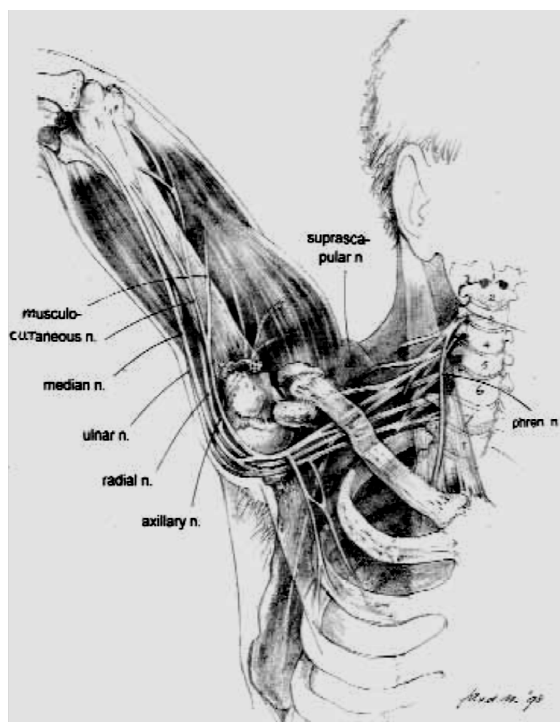
Popis poranění nervů v souvislosti se zlomeninami proximálního humeru v literatuře není příliš častý. Většina prací se soustředí pouze na poranění brachiálního plexu v případě vysokoenergetických úrazů. Zde jsou kromě proximálního humeru často poraněny i další kostěné struktury, jako je lopatka nebo klíční kost. Typickým úrazem jsou poranění vznikající při motonehodách, kdy je horní končetina zachycena ve vysoké rychlosti.

Pouze několik studií se zabývá poraněním nervů u zlomenin proximálního humeru vznikajících následkem nízkoenergetických úrazů^(20, 41, 218). Pokud je k diagnostice využito EMG vyšetření, je incidence těchto poranění překvapivě velmi vysoká, a to až 48 – 67 %. To je dokonce více než u luxací ramenního kloubu, kde je možnost poranění nervů popisována až

ve 14 %⁽²¹⁷⁾. Diskrepance mezi EMG nálezem a diagnózou na základě klinického vyšetření je dána obtížnou diagnostikou při současném poranění proximálního humeru. Bolestivost ramene, omezení hybnosti pro bolest a nemožnost vyšetření aktivní hybnosti v případě zlomeniny nebo luxace může znemožnit dokonalé vyšetření funkce nervů. Navíc v prvních čtyřech týdnech je klinické vyšetření inervace *n. axilaris* a *n. suprascapularis* nemožné u 55 % pacientů⁽²¹⁸⁾. Senzitivní citlivost obou nervů může být zachována i v případě prokazatelné léze na EMG vyšetření. Během klinického případně EMG vyšetření je třeba vyšetřit všechny nervy ramenního pletence – *n. axilaris*, *n. suprascapularis*, *n. radialis*, *n. musculocutaneus*, *n. medianus* a *n. ulnaris*. K poranění nervů u zlomenin proximálního humeru dochází při pádu na abdukovanou nebo extendovanou končetinu, kdy dochází k současné rotaci paže a nervy brachiálního plexu jsou výrazně distendovány (Obr. č. 30). Dále může dojít k poranění nervů tlakem hematomu na jednotlivé nervy brachiálního plexu. Ani v jednom případě není obvykle kontinuita nervů přerušena a klinicky jde o přechodnou neurapraxii. Na EMG vyšetření je zpravidla postiženo více nervů. Klinické a EMG příznaky parézy většinou odeznívají v průběhu několika týdnů až měsíců. K obnově funkce nervů dochází často současně s hojením zlomeniny, regresí bolestí a s obnovou pohybů ramenního kloubu. Tak mohou být tato poranění snadno přehlédnuta. Často jedinou nepřímou známkou je jen lehce nižší postavení hlavice humeru vůči jamce na RTG snímku, při nižším tonu svalů ramenního pletence⁽¹⁶²⁾. Visser prokázal jednoznačnou korelaci mezi typem zlomeniny a četností poranění nervů. Během EMG, prováděném pět týdnů od úrazu, byla denervace na EMG vyšetření prokázána u 67 % pacientů se zlomeninou proximálního humeru. V případě nedislokovaných zlomenin to bylo 59 % a u dislokované zlomeniny byly prokázány změny na EMG vyšetření na některém z nervů dokonce až v 82 %. Riziko poranění nervů u dislokovaných zlomenin bylo statisticky čtyřikrát vyšší než u nedislokovaných zlomenin. Ve většině případů se jednalo o kombinovaná poranění nervů. Průměrný počet poraněných nervů byl 2,8 na pacienta. Nejčastěji poraněným nervem byl *n. axilaris* 58 %, *n. suprascapularis* byl poraněn v 48 %, *n. radialis* 32 %, *n. musculocutaneus* ve 29 %, *n. medianus* v 17 % a *n. ulnaris* v 6 %. K obnově funkce ramenního kloubu došlo u pacientů bez prokazatelné léze do 18 týdnů, u pacientů s prokázanou lézí na EMG do 26 týdnů⁽²¹⁸⁾.

Poranění nervů vznikající následkem trakčního poranění má dobrou prognózu. Téměř vždy dochází k plné obnově inervace. Poranění nervů znemožňuje pacientovi v časném období aktivně spolupracovat při rehabilitaci. Tito pacienti často vyžadují aktivní pomoc při rehabilitaci. To vše zvyšuje riziko výskytu adhezivní kapsulitidy.

S izolovaným poraněním některého z nervů v oblasti ramenního pletence se setkáváme častěji v případě otevřených nebo penetrujících poranění nebo následkem iatrogenního poranění při operačním výkonu. I zde je nejčastěji poraněným nervem *n. axilaris*. Pokud nedochází k obnově funkce na EMG vyšetření do 3 – 4 měsíců je doporučována chirurgická revize. Více jak rok trvající paréza má velmi špatnou prognózu a řešením jsou jen poměrně složité svalové transfery.



Obr. č. 30.: Mechanismus vzniku zlomeniny proximálního humeru a přidruženého poranění nervů. Převzato z VISSER, C., COENE, L., BRAND R., TAVY, D. Nerve lesions in proximal humeral fractures. *Journal of shoulder and elbow Surgery*. 2001, roč. 10, č. 5, s. 421–427.

3. 6. HODNOCENÍ VYSLEDKŮ LÉČBY

Nedílnou součástí každé léčby je hodnocení výsledků. Většina hodnotících systémů ramenního kloubu vychází z hodnocení rozsahu pohybů, svalové síly, případně hodnocení omezení v běžných denních aktivitách. V současné době neexistuje jednotný celosvětově přijatý optimální systém. Každý z hodnotících systémů má své výhody, ale i limity a nedostatky. Proto můžeme i stejné hodnotící systémy najít i řadu modifikací. Při publikaci výsledků by měl autor zhodnotit dosavadní publikační zvyklosti tak, aby výsledky byly vzájemně srovnatelné. V Evropě patří mezi nejrozšířenější klasifikační systémy Constant Murleyovo skóre a DASH skóre, v USA je pak častěji používané skóre ASES nebo UCLA skóre.

Constant – Murleyovo skóre (CMS)

Constan - Murleyovo skóre patří mezi nejčastěji používané hodnotící systémy. Základní verzi představil Constant v roce 1987⁽³⁴⁾. Toto skóre hodnotí bolest celkem 15 body, běžné denní aktivity 20 body, rozsah pohybů 40 body a svalovou sílu 25 body. Maximální možná dosažitelná hodnota CMS je 100 bodů (Tab. č. 1).

Poměrně velká váha je zde dána na rozsah pohybů a svalovou sílu. Zejména svalová síla výrazně klesá s věkem pacientů. U starších pacientů je tak prakticky nemožné dosáhnout plného bodového hodnocení. Navíc hodnota CMS závisí nejen na věku ale i na pohlaví, kdy horší hodnoty CMS jsou prezentovány u žen^(33, 101, 232). Přehledně je pokles absolutní hodnoty Constant – Murleova skóre uveden v tabulce č. 2. Aby bylo možné jednotlivé hodnoty vzájemně porovnat u pacientů různých věkových skupin a případně i pohlaví je nejčastěji používanou korekcí absolutní hodnoty tzv. relativní Constan – Murleovo skóre (rCMS). Zde je výsledná hodnota udávána jako poměr absolutního CMS na poraněné a neporaněné straně. Hodnota rCMS tak vlastně udává procentní podíl funkce vyšetřované končetiny oproti neporaněné končetině⁽⁴⁹⁾.

Vlastní měření svalové síly je nejproblematičtější částí celého hodnotícího systému. Vzhledem k nutnosti vybavení pracoviště dynamometrem pro měření svalové síly elevace je tento systém často opomíjen. Jednoduchou a přesnou náhradou dynamometru je použití pružinové nebo digitální váhy (Obr. č. 31). Při měření je pružinová váha nebo dynamometr

připojen na distální předloktí v 90 ° elevaci na oblast distálního předloktí v pronaci. Je měřena svalová síla, kterou je pacient schopen dosáhnout při pokusu o elevaci po dobu pěti vteřin.



Obr. č. 31.: Měření svalové síly - a/ digitální pružinová váha, b/ měření svalové síly.

Hodnocení bolesti poraněného ramene		Běžné denní aktivity					
		práce		spánek			
		trvalá	0 b	schopen bez omezení	4 b	bez omezení	2 b
		občasná	5 b	mírné omezení	3 b	občas přerušovaný	1 b
		minimální	10 b	výrazné omezení	2 b	přerušovaný	0 b
žádná	15 b	není možné	0 b				
		sport a hobby		pacient rukou dosáhne			
		schopen bez omezení	4 b	k pasu	2 b		
		mírné omezení	3 b	k mečičku	4 b		
		výrazné omezení	2 b	na krk	6 b		
		není možné	0 b	na temeno	8 b		
				nad hlavu	10 b		

Rozsah pohybů							
vnitřní rotace		flexe		kombinovaná zevní rotace		elevace	
zevní strana stehna	0 b	0 - 30°	0 b	nelze	0 b	0 - 30°	0 b
hýždě	2 b	31 - 60°	2 b	ruka do záhlaví, loket vpřed	2 b	31 - 60°	2 b
LS přechod	4 b	31 - 90°	4 b	ruka do záhlaví, loket stranou	2 b	31 - 90°	4 b
L3, do pasu	6 b	91 - 120°	6 b	ruka na temeno, loket vpřed	2 b	91 - 120°	6 b
Th 12	8 b	121 - 150°	8 b	ruka na temeno, loket stranou	2 b	121 - 150°	8 b
mezi lopatky	10 b	151 - 180°	10 b	plná elevace z vrcholu hlavy	2 b	151 - 180°	10 b

Svalová síla							
12 kg	25 b	9 kg	18 b	6 kg	12 b	3 kg	5 b
11 kg	23 b	8 kg	16 b	5 kg	10 b	2 kg	3 b
10 kg	20 b	7 kg	14 b	4 kg	7 b	1 kg	1 b

Tab. č. 1.: Constant – Murleyovo skóre. Hodnocení bolesti, denních aktivit, rozsahu pohybů a svalové síly.

Absolutní Constan-Murleyovo skóre - CMS						
věk	muži			ženy		
	Katolik ⁽¹⁰¹⁾	Yian ⁽²³²⁾	Constant ⁽³³⁾	Katolik ⁽¹⁰¹⁾	Yian ⁽²³²⁾	Constant ⁽³³⁾
18 - 29	95	94	98	88	85	97
30 - 39	95	94	93	87	86	90
40 - 49	96	93	92	86	85	80
50 - 59	94	91	90	84	83	73
60 - 69	92	90	83	83	82	70
nad 70	88	86	75	81	81	69

Tab. č. 2.: Závislost absolutní hodnoty CMS na věku pohlaví.

Hodnocení výsledků relativního CMS	
výsledek	relat. CMS %
výborný	91 -100
dobrý	81 - 90
vyhovující	71 - 80
dostatečný	61 - 70
špatný	méně než 60

Tab. č. 3.: Hodnocení výsledků rCMS.

DASH skóre – Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

DASH skóre představuje dotazník k hodnocení funkce ramene, paže a ruky⁽⁹⁰⁾. Tento test vychází pouze z hodnocení klinického stavu pacientem. Celkem obsahuje 30 otázek v základní verzi a 11 otázek ve zkrácené verzi tzv. Quick DASH skóre (Tab. č. 4). Otázky jsou sestaveny tak, aby hodnotily schopnost pacienta vykonávat základní funkce horní končetiny. Pro každou otázku je možné se vyjádřit v pětibodové stupnici. Aby bylo možné skóre hodnotit, neměla by v testu chybět více než jedna odpověď u Quick DASH a více než tři odpovědi u plné verze DASH testu. Výslednou hodnotu získáme dosazením do jednoduchého vzorce. Součet výsledků všech odpovědí je dělen počtem zodpovězených otázek, od výsledku je odečtena jedna a vše je násobeno koeficientem 25. Výsledná hodnota DASH skóre může dosahovat od 0 bodů u pacientů bez omezení funkce horní končetiny až po maximální hodnotu 100 bodů. Velká studie AAOS ukázala, že normální hodnota DASH skóre je 10,1 se směrodatnou odchylkou 14,68⁽⁹¹⁾.

Hlavní výhodou tohoto testu je dobrá interpretace dynamiky výsledků s ohledem na probíhající léčbu.

Quick DASH skóre
1. Dokážete otevřít těsně zašroubovaný uzávěr?
2. Dokážete provádět namáhavé domácí práce - umýt podlahu...?
3. Dokážete unést nákupní tašku nebo aktovku?
4. Dokážete si umýt záda?
5. Dokážete skrájet jídlo nožem?
6. Dokážete provádět rekreační aktivity při nichž namáháte paži, rameno nebo ruku - např. tenis golf...?
7. Vadily vám problémy s ramenem, paží nebo rukou v běžných sociálních aktivitách s rodinou, sousedy...?
8. Vadily vám problémy s ramenem, paží nebo rukou v práci nebo běžných denních činnostech?
9. Máte bolesti ramene, paže nebo ruky?
10. Máte brnění v rameni, paží nebo ruce?
11. Máte potíže se spánkem pro bolesti ramene, paže nebo ruky?

Tab. č. 4.: Quick DASH skóre – pro každou otázku je možné odpovědět: žádné obtíže 1 bod, mírné obtíže 2 body, střední obtíže 3 body, závažné obtíže 4 body, uvedenou činnost nemohu vykonávat 5 bodů. Výsledné skóre = [(součet odpovědí/počet odpovědí) - 1] x 25.

ASES – American Shoulder and Elbow Score

ASES představuje obdobu DASH skóre používanou v USA. Jedná se o jednoduchý formulář se 17 otázkami. Týkající se bolesti, užívání analgetik a schopnosti základních denních úkonů. Maximální hodnota skóre je 100 u pacienta bez klinických obtíží⁽¹⁴⁰⁾.

UCLA skóre – Score University of Carolina and Los Angeles

Toto skóre je často používáno pro hodnocení výsledků po poranění rotátorové manžety. Zahrnuje hodnocení bolesti, funkce ramene při běžných denních aktivitách, aktivní rozsah pohybů a svalovou sílu. U tohoto skóre je často udávána menší citlivost a vypovídající hodnota pro stavy po zlomenině proximálního humeru⁽¹²⁵⁾.

4. CÍLE STUDIE

Dlahová osteosyntéza zlomenin proximálního humeru konvenční dlahou s otevřenou repozicí je zatížena vysokým počtem komplikací. Použití nové generace dlah s úhlově stabilními šrouby, výrazně zvětšilo naše možnosti stabilní fixace zlomenin a to i v osteoporotickém terénu. Jako obecně preferovaný přístup pro otevřenou repozici zlomenin je doporučován přístup deltoideopektorální. Alternativou je pak miniinvazivní – transdeltoideální přístup, kde je však větší obava z iatrogenního poškození axilárního nervu a obtížnější a nedostatečné repozice u dislokovaných zlomenin, proto je tato technika často doporučována jen pro málo dislokované zlomeniny.

Na základě dobrých zkušeností s repozicí a osteosyntézou dislokovaných víceúlomkových zlomenin proximálního humeru ošetřených novou generací úhlově stabilních hřebů, s nízkým výskytem poranění axilárního nervu jsme se rozhodli rozšířit miniinvazivní osteosyntézu i pro dislokované víceúlomkové zlomeniny. Cílem studie bylo ověřit bezpečnost používání techniky MIPO při ošetření zlomenin proximálního humeru.

Hypotéza:

Minimálně invazivní technikou, z limitovaného přístupu, zavedená úhlově stabilní dlahu představuje techniku, která je i u závažných typů zlomenin proximálního humeru srovnatelná kvalitou repozice, počtem komplikací i funkčními výsledky s operacemi, které jsou prováděny z deltoideopektorálního přístupu.

Vlastní studie sestávala ze dvou hlavních částí: kadaverózní a klinické studie.

V průběhu kadaverózní studie jsme chtěli ověřit bezpečnost limitovaného transdeltoideálního přístupu při dlahové osteosyntéze proximálního humeru a to zejména s ohledem na možné poranění axilárního nervu.

Součástí klinické studie bylo zhodnocení souboru pacientů operovaných miniinvazivním přístupem (prospektivní sledování) se skupinou pacientů ošetřených deltoideopektorálním přístupem. Jako srovnávací skupina byl použit soubor pacientů operovaných na našem oddělení v průběhu trvání grantu IGA MZ ČR č. NR7761.

Jednotlivé cíle studie:

A. Kadaverózní část projektu

1. Provedení dlahové osteosyntézy u 12 kadaverů (oboustranně) – celkem tedy 24 implantací dlahy z limitovaného transdeltoideálního přístupu
2. Ověření optimální polohy dlahy
3. Ověření stavu axilárního nervu po simulované osteosyntéze

4. Ověření lokalizace axilárního nervu vůči použitému osteosyntetickému materiálu. Určení vzdálenosti axilárního nervu vůči anatomicky definovaným strukturám v horní části ramenního kloubu – dolnímu okraji akromia a hornímu okraji velkého hrbolku

B. Klinická část projektu

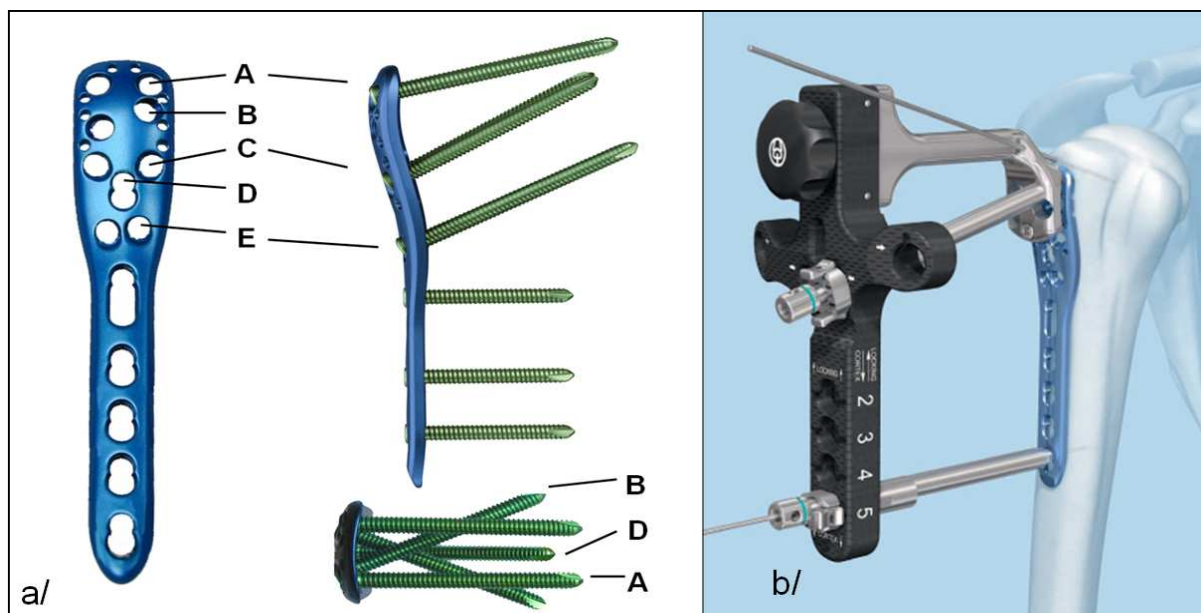
1. Vytvoření dostatečného souboru pacientů s dislokovanou tří nebo a čtyřúhelníkovou zlomeninou – alespoň 25 pacientů
2. Sledování kvality dosažené repozice
3. Sledování výskytu komplikací
4. Sledování dlouhodobých funkčních výsledků
5. Srovnání výše uvedených výsledků s vlastním souborem pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem
6. Porovnání našich výsledků s literaturou

5. MATERIÁL A METODIKA - KADAVEROZNÍ ČÁST STUDIE

Pro kadaverózní část projektu byla provedena implantace PHILOS dlahy z limitovaného transdeltoideálního přístupu u 12 kadaverózních fresh preparátů a to vždy oboustranně. Celkem bylo tedy provedeno 24 operačních výkonů. Vylučovacími kritérii byla předcházející chirurgická nebo ortopedická intervence v oblasti ramenního pletence. Cílem bylo maximálně simulovat techniku implantace úhlově stabilní dlahy.

Ve všech případech byl použit limitovaný transdeltoideální přístup. Kožní řez byl veden na hranici přední a střední třetiny deltového svalu. Iniciální řez byl délky přibližně 4 cm, tak aby jedna třetina řezu zasahovala nad dolní okraj akromia (Obr. č. 33a). Pak byl proveden pokus o palpační identifikaci axilárního nervu na spodní části deltového svalu. V případě potřeby byl řez rozšířen, tak aby bylo možné identifikovat jednotlivé struktury proximálního humeru (malý hrbolku s úponem *m. subscapularis*, horní část velkého hrbolku s úponem *m. supraspinatus* a zadní část velkého hrbolku *m. infraspinatus*). Rozsah přístupu musí umožnit naložení fixačních stehů na svalové úpony rotátorové manžety v oblasti obou hrbolků, tak jako v případě skutečné operace.

Pro vlastní osteosyntézu byla použita úhlově stabilní dlahy Philos (Synthes – Oberdorf) s cílícím rámem pro miniinvazivní osteosyntézu (Obr. č. 32). Ve všech případech byla použita verze pětiotvorové dlahy.

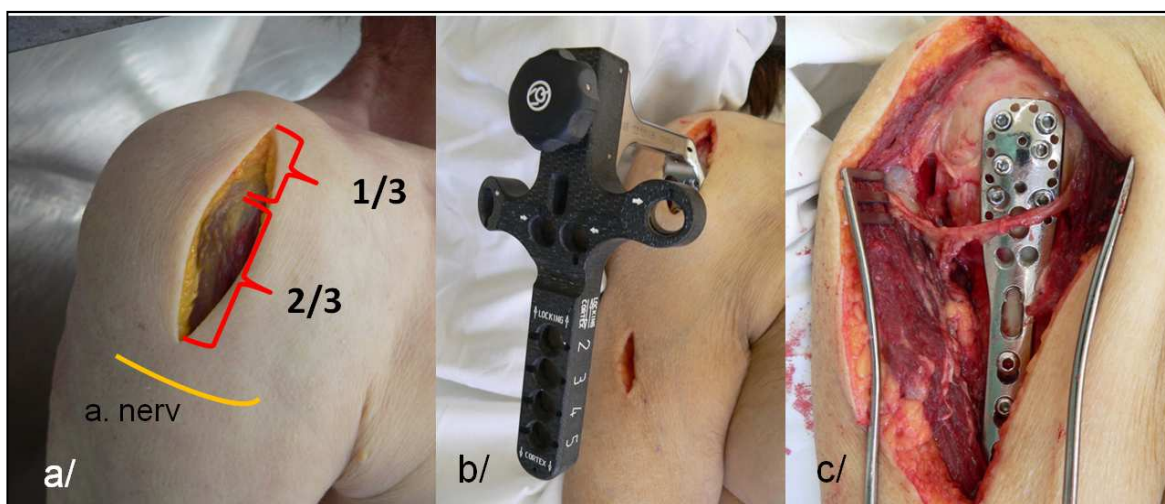


Obr. č. 32. Úhlově stabilní dlahy Philos - **a/** zobrazení a průběh úhlově stabilních šroubů vůči dlaze na předozadním/bočním pohledu: A – 105 ° / 0 °, B – 95 ° / 40 ° konvergentně, C – 123 ° / 30 ° divergentně, D – 118 ° / 0 °, E – 115 ° / 10 ° divergentně; **b/** cílící rám pro miniinvazivní osteosyntézu. Použito se souhlasem firmy Synthes.

Po palpační identifikaci *n. axilaris* byla dlahy implantována na anterolaterální část proximálního humeru, přibližně 2 - 3 mm za zevní okraj bicipitálního sulku a 3 – 5 mm od horního okraje velkého hrbolku. K nastavení optimální výšky dlahy bylo využito K-drátu v cílícím rámu doporučeného výrobcem. Poté byla dlahy proximálně fixována jedním K – drátem v oblasti proximálního humeru.

Distální incize v délce přibližně dvou až tří centimetrů byla vedena ve výši třetího až čtvrtého otvoru cílícího rámu na anterolaterální straně paže. Palpačně byla identifikována optimální poloha dlahy na zevní straně diafýzy a dlahy byla distálně dočasně fixována jedním K – drátem a to zpravidla ve výši čtvrtého nebo pátého otvoru. Stabilní fixace dlahy k diafýze bylo dosaženo zavedením kortikálního šroubu do druhého otvoru dlahy. S pomocí cílícího rámu byly zavedeny proximální 4 úhlově stabilní šrouby (linie A a B) a byla doplněna definitivní fixace dlahy distálně do třetího až pátého otvoru dlahy (Obr. 32b). Po odstranění cílícího rámu byly ještě doplněny dva úhlově stabilní šrouby do proximálního humeru (linie C). Celkem bylo tedy proximálně aplikováno 6 úhlově stabilních šroubů. Délka obou incizí a intervalu mezi nimi byla změřena a zaznamenána do protokolu.

Na závěr výkonu byly obě incize spojeny a byla provedena verifikace polohy axilárního nervu a jeho případného poškození během MIPO. Hodnotili jsme vzdálenost horního okraje nervu nad středem dlahy oproti dolnímu okraji akromia a hornímu okraji velkého hrbolku (Obr. č. 33c).

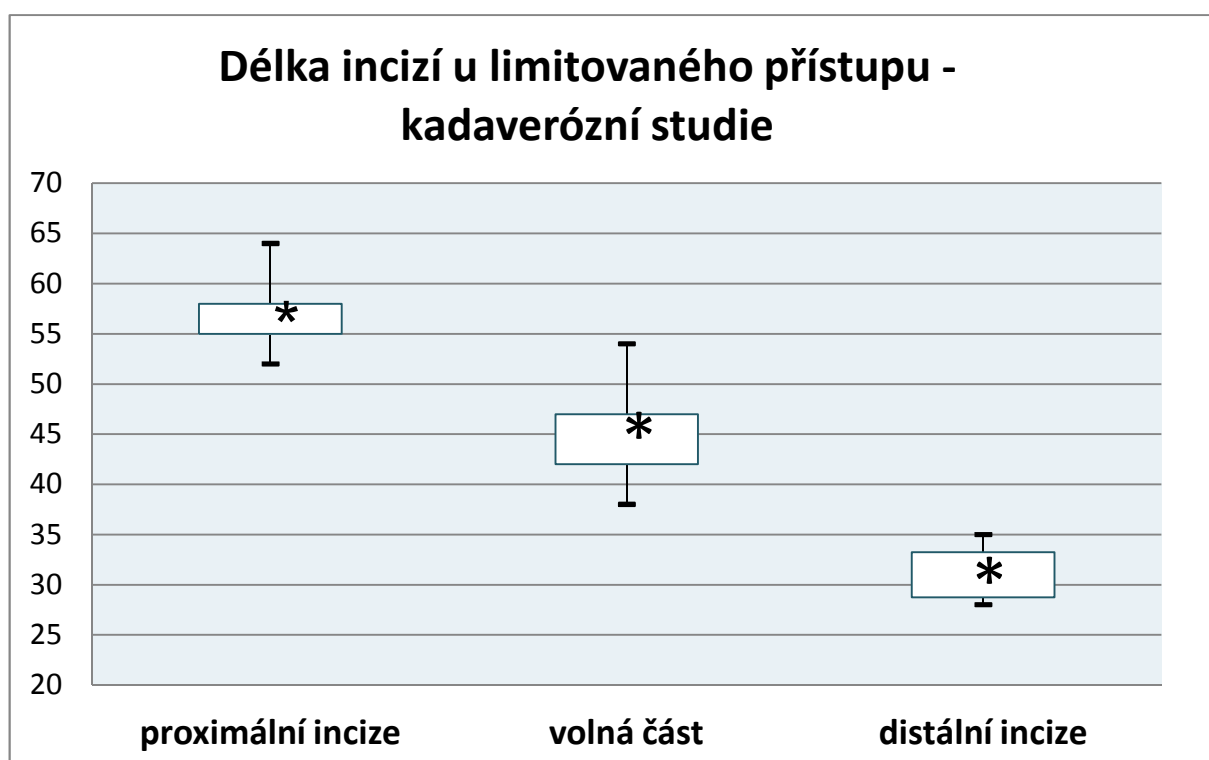


Obr. č. 33.: Postup aplikace dlahy v kadaverózní části projektu. **a/** proximální incize, **b/** cílící rám bezprostředně před odstraněním, patrná proximální i distální incize a volný interval, **c/** verifikace axilárního nervu.

6. VÝSLEDKY - KADAVERÓZNÍ ČÁST STUDIE

Při palpační identifikaci nervu v oblasti proximální incize byl nerv ve všech případech bezpečně identifikován a palpačně určená poloha nervu odpovídala ve všech případech operačnímu nálezu uložení nervu na spodní straně deltového svalu.

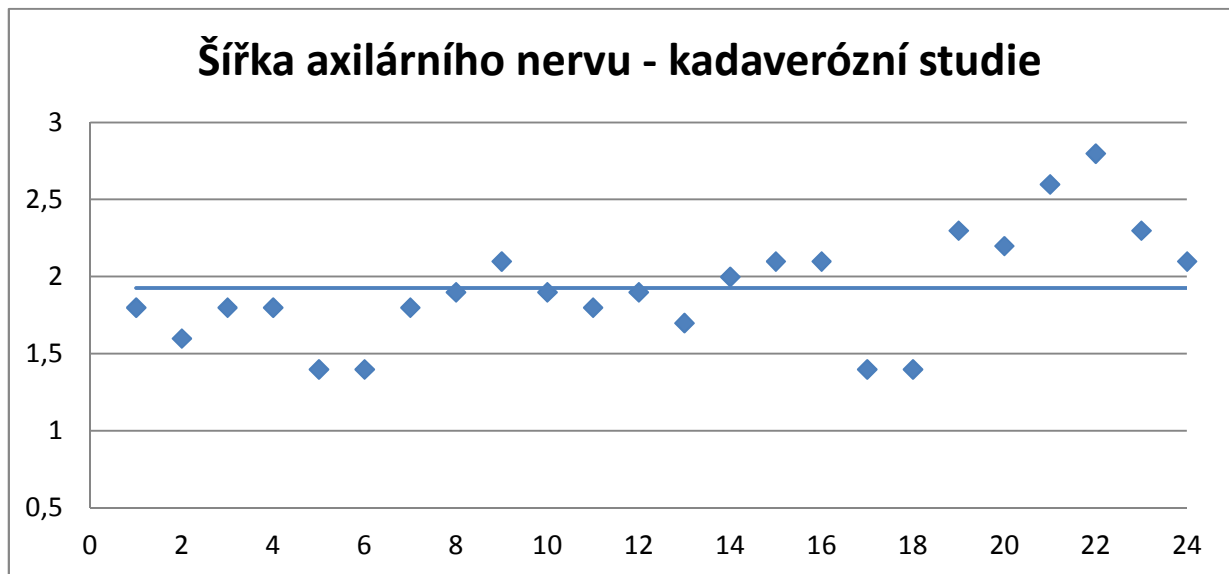
Proximální řez byl průměrně dlouhý $56 \pm 2,8$ mm (MIN 52 – MAX 64 mm), distální incize pak $32 \pm 2,5$ mm (MIN 28 – MAX 35 mm). Střední volná část kryjící axilární nerv byla dlouhá průměrně $45 \pm 4,3$ mm (MIN 38 – MAX 54 mm). Grafické znázornění délky jednotlivých incizí demonstruje Graf č. 1.



Graf č. 1.: Délka incizí u limitovaného přístupu. Graf ukazuje minimální hodnotu, první percentil, třetí percentil a maximální naměřenou hodnotu v milimetrech. * označuje medián.

Dlaha byla ve 23 případech implantována v ideální pozici, pouze v jednom případě byla prokázána lehká malpozice dlahy (4 %).

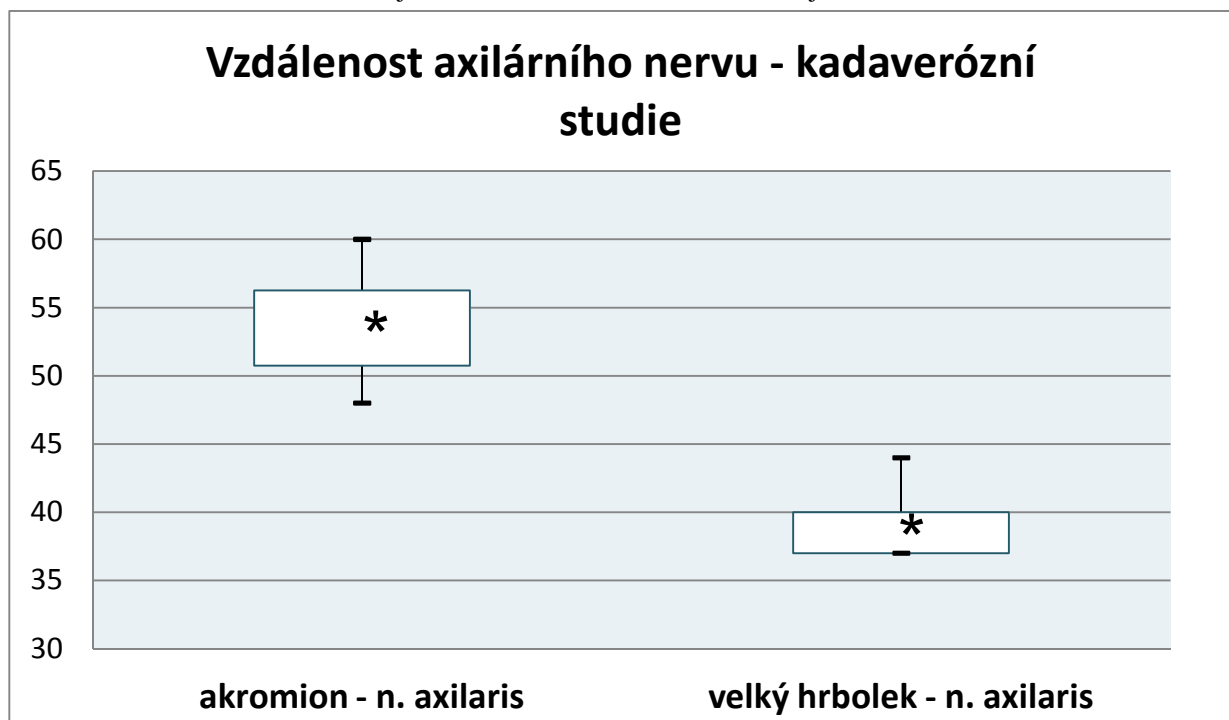
Ani v jednom případě nebylo prokázáno přerušení nervu v průběhu implantace dlahy a simulace osteosyntézy. V jednom případě jsme pozorovali větvení nervu při předním okraji dlahy, ale již mimo otvory pro úhlově stabilní šrouby. Průměrná šířka nervu nad středem dlahy (Graf č. 2) byla $1,9 \pm 0,35$ mm (MIN 1,4 – MAX 2,8 mm).



Graf č. 2.: Rozptyl naměřené šířky axilárního nervu u 24 kadaverózních preparátů v milimetrech. Průměrná hodnota šířky nervu byla 1,9 mm. Osa **X** - pořadí vyšetřovaného nervu, osa **Y** - šířka nervu v mm.

Vzdálenost axilárního nervu od dolního okraje akromia byla $53 \pm 3,9$ mm (MIN 48 – MAX 60mm) a od vrcholku velkého hrbolku byla průměrně 39 mm $\pm 2,9$ mm (MIN 37 – MAX 44mm). V 80 % se nerv nacházel v prostoru určenému pro šrouby směřující do oblasti *kalkar humeri* – pátá řada otvorů - řada E dlahy Philos a ve 20 % pak nad otvorem pro zamykatelný šroub směřujícím do centra hlavice ve čtvrté řadě – řada D (Obr. č. 33, str. 49).

Graf č. 3.: Vzđálenost dolního okraje akromia – *n. axilaris* a horního okraje velkého hrbolku – *n. axilaris* v mm.



Graf ukazuje minimální hodnotu, první percentil, třetí percentil a maximální naměřenou hodnotu v milimetrech. * potom označuje medián.

Kadaverózní část projektu prokázala bezpečné použití šesti nejproximálněji uložených šroubů – řady A – C, kdy ani v jednom případě nebyla prokázána lokalizace axilárního nervu nad těmito otvory.

7. MATERIÁL A METODIKA - KLINICKÁ ČÁST STUDIE

Do klinické části studie byli zahrnuti pacienti operovaní v Traumacentru KN Liberec a.s. v letech 2009 – 2011, kteří byli ošetřeni úhlově stabilní dlahou.

Celkem bylo na daném pracovišti v uvedeném období léčeno 529 pacientů se zlomeninou proximálního humeru u pacientů starších osmnácti let. 322 zlomenin (60,8 %) bylo indikováno primárně ke konzervativní léčbě (nedislokované nebo minimálně dislokované zlomeniny Neer I a dále pacienti, u kterých celkový zdravotní stav nedovoloval podstoupit operační léčbu). K operační léčbě byli tedy indikováni pacienti dle Neerových kritérií s dislokovanými zlomeninami, nebo tam, kde selhala primárně indikovaná konzervativní léčba, a v průběhu opakovaných kontrol došlo ke zhoršení postavení fragmentů. Celkem bylo indikováno k operaci 207 pacientů (39,2 %).

109 pacientů bylo v daném období ošetřeno nitrodřeňovým hřebem (52,8 % operovaných). Ve 23 případech (11,2 %) se jednalo o dlouhou verzi nitrodřeňového hřebu a krátká verze hřebu byla použita u 86 případů (41,6 %). Osteosyntéza úhlově stabilní dlahou byla provedena 33krát (15,9 %). Náhrada ramenního kloubu byla použita celkem 40krát (19,2 %) a to 33krát ve verzi anatomické náhrady (19,9 %) a 7krát ve verzi reverzní náhrady ramenního kloubu. V 25 případech (12,1 %) byl použit jiný implantát (Tab. č. 5).

Zlomeniny proximálního humeru - Traumacentrum KN Liberec a.s.					
2004 - 2005	n	%	2009 - 2011	n	%
celkem	279	100	celkem	529	100
konzervativní postup	127	45,5	konzervativní postup	322	60,8
operační postup	152	54,5	operační postup	207	39,2
operační postup	n	%	operační postup	n	%
LCP dlaha	51	33,6	LCP dlaha	33	15,9
proximální humerální hřeb	63	41,4	proximální humerální hřeb	109	52,8
krátký hřeb	52	34,2	krátký hřeb	86	41,6
dlouhý hřeb	11	7,2	dlouhý hřeb	23	11,2
náhrada ramenního kloubu	15	9,9	náhrada ramenního kloubu	40	19,2
anatomická náhrada	15	9,9	anatomická náhrada	33	15,9
reverzní náhrada	0	0	reverzní náhrada	7	3,3
ostatní typy osteosyntézy	23	15,1	ostatní typy osteosyntézy	25	12,1

Tabulka č. 5: Zlomeniny proximálního humeru indikované ke konzervativní a operační léčbě v letech 2004 – 2005 a 2009 – 2011 v Traumacentru KN Liberec a.s.

Jednotlivé typy implantátů jsme indikovali na základě následujících kritérií.

Nitrodřeňové hřebky – úhlově stabilní hřeb Targon PH (Aesculap – Tuttlingen, D). Dislokované dvouúlomkové, tříúlomkové a čtyřúlomkové zlomeniny se zachovalou vitalitou fragmentu hlavice. Další podmínkou operace je bezpečné vstupní místo pro hřeb na vrcholu hlavice humeru. V případě luxačních zlomenin je osteosyntéza hřebem indikovaná pouze u pacientů, kde je možné provést zavřenou repozici luxované hlavice na začátku operačního výkonu. Tento implantát je rovněž indikován v případech zlomenin proximálního humeru s extenzí do diafýzy. Nitrodřeňový hřeb je kontraindikován v případech avitální hlavice, u pacientů s nedokončeným růstem, v případě pooperačního vytržení hřebu z hlavice humeru nebo tam, kde by se vstupní místo pro hřeb nacházelo v oblasti lomné linie.

Úhlově stabilní dlahy – Philos (Synthes – Oberdorf, CH), Diphos H (Lima Corporate – Udine, I) - dislokované tříúlomkové a čtyřúlomkové zlomeniny se zachovalou vitalitou hlavice, zejména tam, kde není z technického hlediska možné provést bezpečnou osteosyntézu nitrodřeňovým hřebem – příliš malý fragment hlavice, vstupní místo leží v oblasti lomné linie, pooperační selhání osteosyntézy hřebem – vytržení hřebu. Dále je dlahy indikována u mladších pacientů, kde nechceme volit přístup přes rotátorovou manžetu jako je tomu v případě nitrodřeňového hřebu. Dlahy byla také indikována u pacientů ve věku do 65 let s devitalizovanou hlavici, kde osteosyntéza představuje alternativní výkon oproti náhradě ramenního kloubu. Kontraindikací pro použití dlahy je nedokončený růst nebo přítomnost akutní infekce v oblasti proximálního humeru.

Náhrada ramenního kloubu (anatomická a reverzní) – CKP Beznoska (Beznoska – Kladno, CZ), CKP Sosna (Prospan – Kladno, CZ), Lima SRM Trauma (Lima Corporate – Udine, I) - je indikována v případě devitalizované hlavice u starších pacientů (nad 65 let) nebo jako záchranná operace při primárním nebo sekundárním selhání osteosyntézy hřebem či dlahou. Kontraindikací pro náhradu ramenního kloubu je aktivní infekt v oblasti ramenního kloubu.

Ostatní typy osteosyntéz – zpravidla se jednalo o osteosyntézu s použitím K – drátů nebo o osteosyntézu jednotlivými šrouby. Intramedulárně zavedené K – dráty nebo Prevotovy jsme indikovali u dětí a adolescentů, zcela výjimečně u dospělých pacientů s dvouúlomkovou zlomeninou proximálního humeru s dobrou kvalitou skeletu. Osteosyntézu jednotlivými šrouby indikujeme jen u izolovaných zlomenin velkého hrbolku.

Dlahová osteosyntéza byla indikována v daném období 33krát u 32 pacientů, a to vždy pro tříúlomkové a čtyřúlomkové zlomeniny. Pouze v jednom případě byla provedena osteosyntéza dlahou pro dvouúlomkovou zlomeninu s tříštivou metafýzou – typ A.3. u mladého pacienta, kde se operátor rozhodl pro dlahovou osteosyntézu s cílem šetřit rotátorovou manžetu. V jednom případě byl pacient po dlahové osteosyntéze indikován k reosteosyntéze dlouhou verzí dlahy pro refrakturu pod dlahou.

Jako operační přístup byl preferován limitovaný transdeltoideální přístup – 24krát (skupina 1 – SK1). Deltoideopektorální přístup byl použit celkem 9krát (skupina 2 – SK2 skupina) a to v případech luxačních zlomenin, kdy se zavřenou repozicí nedařilo zreponovat

hlavici humeru před začátkem operace (4krát), u čtyřúlohmkových zlomenin, kde se operatér obával obtížné repozice z limitovaného přístupu (3krát), u zlomeniny s tříštivou metafýzou k přímé rekonstrukci tříštivé metafyzární zóny (1krát) a při reoperaci pacienta operovaného původně dlahou z deltoideopektorálního přístupu (1krát).

Všichni pacienti byli sledováni prospektivně podle jednotného sledovacího protokolu. Byly sledovány základní demografické údaje (pohlaví a věk), příčina úrazu, interval mezi úrazem a operací, délka operačního výkonu a radiační zátěž během operace a délka hospitalizace. Časné výsledky léčby byly hodnoceny na základě kvality dosažené repozice během operačního výkonu a dále byla hodnocena pozice implantátu. Vlastní vyhodnocení probíhalo z RTG dokumentace pořízené během operace na mobilním C rameni a hodnocením digitálních pooperačních snímků. Výsledné hodnocení dosažené repozice probíhalo na základě měření kvality dosažené repozice hrbolků, hlavice a potenciální dislokace v oblasti mediální kortiky. Hrbolky dislokované do 5 mm byly hodnoceny 2 body, do 10 mm 1 bodem a nad 10 mm 0 body. Malpozice hlavice do 10 ° byla hodnocena 2 body, do 20 ° 1 bodem a nad 20 ° 0 body. Dislokace hlavice humeru vůči diafýze v oblasti mediální kortiky na AP nebo bočním snímku do 5 mm byla hodnocena 2 body, do 10 mm 1 bodem a nad 10 mm 0 body. Maximální možné bodové hodnocení je 6 bodů při optimálním výsledku repozice. Jako excelentní byla repozice hodnocena pouze při plném počtu 6 bodů, jako dobrá při získání 5 bodů, uspokojivá při získání 4 bodů a jako nedostatečná, pokud byla hodnocena méně než 3 body. Peroperačních a prvních pooperačních snímků bylo také využito k hodnocení případné malpozice dlahy a perforace šroubů hlavicí humeru do oblasti glenohumerálního skloubení.

Konečné funkční výsledky byly hodnoceny dle CM 12 měsíců od operace, tedy v době, kdy je již celkový zdravotní stav většinou ustálen. Finální výsledek CMS byl objektivizován v porovnání s neporaněnou končetinou jako rCMS. Vzhledem k tomu, že zlomeniny proximálního humeru často postihují pacienty vyšších věkových skupin, byl samostatně hodnocen výskyt následných operačních výkonů (revizní výkon pro selhání osteosyntézy, konverze na náhradu ramenního kloubu, parciální nebo kompletní extrakce kovů).

Získaná data byla porovnána s kontrolní skupinou pacientů operovaných dlahovou osteosyntézou úhlově stabilní dlahou v Traumacentru KN Liberec a.s. v období od ledna 2004 do prosince roku 2005. Jde o pacienty sledované v rámci Grantu MZ ČR č. 7761 – Úhlově stabilní implantáty při ošetření zlomenin proximálního humeru. V této v době jsme měli již téměř dvouleté zkušenosti s použitím úhlově stabilních implantátů a měla by tím být eliminována chyba způsobená učební křivkou. Všichni pacienti byli sledováni prospektivně podle stejného sledovacího protokolu. Navíc byla doplněna analýza kvality repozice a pozice implantátu na základě archivované RTG dokumentace.

V období 2004 – 2005 bylo v Traumacentru KN Liberec a.s. léčeno 279 pacientů starších osmnácti let se zlomeninou proximálního humeru. 127 pacientů (45,5 %) bylo léčeno konzervativně a 152 (54,5 %) jich bylo indikováno k operační léčbě. Nitrodřeňový hřeb byl použit 63krát (41,4 % operovaných). Krátká verze hřebu byla použita 52krát (34,2 %), dlouhá verze 11krát (7,2 %). Úhlově stabilní dlahu jsme použili 51krát (33,6 %) a

anatomickou náhradu ramenního kloubu 15krát (9,9 %). Jiný typ osteosyntézy byl použit 23krát (15,1 %).

Celkem bylo do kontrolní skupiny zařazeno 51 pacientů s kompletním sledovacím protokolem. 24 pacientů (skupina 3 – SK3) operovaných limitovaným transdeltoideálním přístupem (9krát pro dvouúlomkovou zlomeninu, 12krát tříúlomkovou a 3krát čtyřúlomkovou zlomeninu) a 27 pacientů (skupina 5 – SK5) operovaných deltoideopektorálním přístupem (2krát dvouúlomková zlomenina, 9krát tří a 16krát čtyřúlomková zlomenina). Pro potřeby statistického srovnání byli ze skupiny pacientů operovaných limitovaným přístupem vyřazeni pacienti s dvouúlomkovou zlomeninou a výsledný soubor tedy zahrnuje 15 pacientů (skupina 4 – SK4). Celkový přehled pacientů zařazených do studie ukazuje tabulka č. 6.

Dlahová osteosyntéza proximálního humeru n=74			
2009 – 2011 (sledovaný soubor) n=33		2004 – 2005 (kontrolní soubor) n=42	
Limitovaný přístup - SK1	Deltoideopektorální přístup - SK2	Limitovaný přístup - SK4	Deltoideopektorální přístup - SK5
24	9	15	27

Tabulka č. 6: Zastoupení počtu pacientů v jednotlivých skupinách

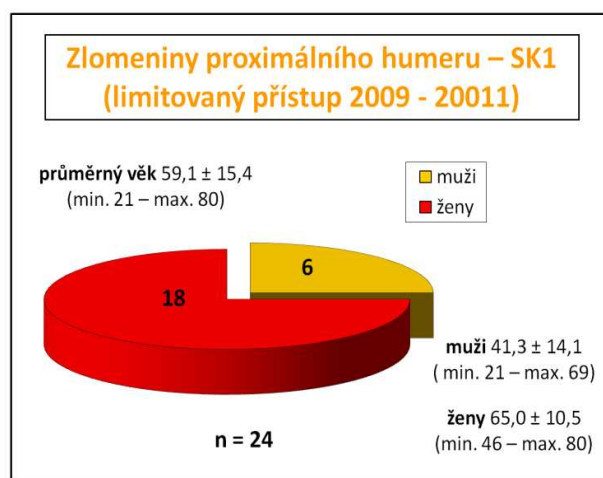
Získaná data byla vzájemně porovnáována studentovým T testem na hladině statistické významnosti 0,05.

8. VÝSLEDKY - KLINICKÁ ČÁST STUDIE

V období klinického sledování v letech 2009 – 2011 bylo léčeno v Traumacentru KN Liberec a.s. celkem 529 pacientů starších 18 let se zlomeninou proximálního humeru. Konzervativně bylo léčeno celkem 322 pacientů a 207 pacientů (39,2 %), bylo indikováno k operační léčbě. Dlahová osteosyntéza úhlově stabilní dlahou byla indikována 33krát (u 32 pacientů), Dlahová osteosyntéza představuje relativně malou skupinu, 15,9 % z pacientů indikovaných k operaci a 6,2 % ze všech léčených pacientů. 24 pacientů (72,7 %) indikovaných k dlahové osteosyntéze bylo indikováno k MIPO technice – limitovanému transdeltoideálnímu přístupu (Tab. č. 6).

Analýza pacientů operovaných dlahovou osteosyntézou MIPO technikou – limitovaný transdeltoideální přístup (2009 – 2011), skupina 1 (SK1)

Celkem bylo zhodnoceno 24 pacientů 6 mužů (25 %) a 18 žen (75 %) s průměrným věkem $59,1 \text{ let} \pm 15,4$ (MIN 21 - MAX 80), graf č. 4. Jako příčina úrazu byl udán prostý pád 16krát, pád z výše 3krát, dopravní nehoda 2krát, sportovní úraz 2krát a napadení jednou (Tab. č. 7). Celkem 8krát se jednalo o tříúlomkovou zlomeninu Neer IV, 14krát o čtyřúlomkovou



zlomeninu Neer V a ve dvou případech se jednalo o luxační zlomeninu Neer VI. V obou případech se jednalo o tříúlomkovou luxační zlomeninu. Deset zlomenin bylo typu B dle AO klasifikace a 14 zlomenin typu C. Grafické zobrazení jednotlivých typů zlomenin je uvedeno na konci kapitoly (Grafy č. 8. a 9).

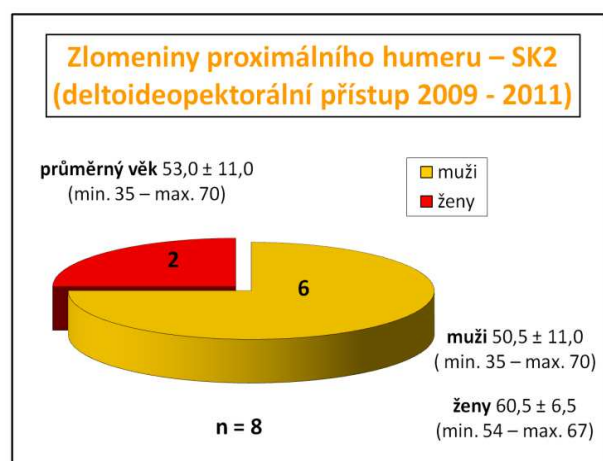
Graf č. 4.: Soubor pacientů operovaných limitovaným transdeltoideálním přístupem v období 2009 – 2011, skupina 1 (SK1).

Operace byla provedena v průměru 6 dní $\pm 4,4$ (MIN 2 - MAX 21) od úrazu. Vždy byla použita pětiovorová dlahu. Délka operace trvala v průměru $60,8 \pm 12,6$ min (MIN 40 - MAX 90). Srovnání délky operace v jednotlivých skupinách ukazuje graf č. 10. Doba RTG osvitů byla $1,9 \text{ min} \pm 1,2$ (MIN 0,5 - MAX 5,29). Srovnání doby RTG osvitů s ostatními sledovanými skupinami přehledně zobrazuje graf č. 11. Na operacích se podílelo celkem 6 operujících lékařů, přičemž jeden z lékařů provedl 17 osteosyntéz. Průměrné skóre repozice bylo $5,6 \text{ bodů} \pm 0,6$ (MIN 4 -MAX 6). Excelentní repozice bylo dosaženo 17krát (70 %), dobré 5krát (20 %) a 2krát (10 %) uspokojivé (Tab. č. 8). Pouze ve dvou případech (8 %) byla zaznamenána lehká malpozice dlahy (Tab. č. 9). Ani v jednom případě nebyla zaznamenána mediální perforace šroubů do glenohumerálního skloubení. Doba hospitalizace byla v průměru $6,3 \pm 2,5$ (MIN 2 – MAX 13) dní.

Funkční výsledky a komplikace byly zhodnoceny pouze u 23 pacientů, protože jednu pacientku jsme ztratili v průběhu sledování a nebylo možné zhodnotit konečné výsledky. Průměrné rCMS bylo 79,3 bodů \pm 17,8 (MIN 34– MAX 95). Srovnání konečných funkčních výsledků podle rCMS je přehledně uvedeno na grafu č. 11. U patnácti pacientů (65 %) nebyla v průběhu sledování zaznamenána žádná komplikace. Selhání osteosyntézy bylo zaznamenáno 2krát (8,6 %) a reoperace byla indikována celkem 5krát (21 %). Jednou revizní operace pro hluboký infekt s nutností extrakce materiálu, ve dvou případech revizní operace pro selhání, z toho jednou provedena konverze na náhradu ramenního kloubu reverzní protézou. V jednom případě byla pro AVN provedena konverze na anatomickou náhradu a v jednom případě jsme refixovali uvolněný velký hrbolek.

Analýza pacientů operovaných dlahovou osteosyntézou – deltoideopektorální přístup (2009 – 2011), skupina 2 (SK2)

Celkem bylo zhodnoceno 8 pacientů; 6 mužů (75 %) a 2 ženy (25 %) s průměrným věkem 53 let \pm 11 (MIN 35 - MAX 70), graf č. 5. Jako příčina úrazu byl udán prostý pád 2krát, dopravní nehoda jednou, sportovní úraz 4krát a jednou jako následek po pádu při epileptickém záchvatu. V jednom případě se jednalo o dvouúlomkovou zlomeninu s kominucí



v oblasti chirurgického krčku humeru Neer III, 3krát o čtyřúlomkovou zlomeninu Neer V a ve čtyřech případech se jednalo o luxační zlomeninu Neer VI. V jednom případě šlo o tříúlomkovou a 3krát o čtyřúlomkovou luxační zlomeninu. Jedna zlomenina byla typu A, dvě zlomeniny typu B a pět zlomenin typu C dle AO klasifikace.

Graf č. 5.: Soubor pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem v období 2009 – 2011, skupina 2 (SK2).

Jeden z pacientů byl reoperován pro nové trauma ještě před zhojením původní zlomeniny, kdy došlo k nové fraktuře proximální diafýzy humeru pod zavedeným implantátem. Reosteosyntéza byla provedena dlouhou verzí dlahy Philos v kombinaci deltoideopektorálního přístupu proximálně a miniinvazivní dlahové osteosyntézy v oblasti diafýzy humeru.

Operace byla provedena v průměru za 4 dny \pm 2,6 (MIN 2 - MAX 9) od úrazu. Ve 4 případech byla použita tříotvorová verze dlahy (50 %) a ve 4 případech pětiotvorová verze implantátu. Doba operace byla v průměru 103,1 \pm 15 min (MIN 85 - MAX 120). Doba RTG osvětlení byla 2,4 min \pm 1,5 (MIN 1- MAX 5,1). Na operacích se podíleli celkem 4 operující lékaři. Průměrné skóre repozice bylo 5,5 bodů \pm 0,7 (MIN 4 -MAX 6). Excelentní repozice bylo dosaženo 5krát (63 %), dobré 2krát (25 %) a jednou (12 %) uspokojivé. Pouze v jednom případě (12 %) byla zaznamenána lehká malpozice dlahy. Peroperační perforace šroubů do

glenohumerálního skloubení nebyla zaznamenána. Doba hospitalizace byla v průměru $8,3 \pm 5,9$ (MIN 4 – MAX 24) dní.

Funkční výsledky a komplikace byly zhodnoceny u všech 8 pacientů. Průměrné rCMS bylo $77,1$ bodů $\pm 13,6$ (MIN 56– 94 MAX). U čtyřech pacientů (50 %) nebyla v průběhu sledování zaznamenána žádná komplikace. Ani v jednom případě nebylo zaznamenáno selhání osteosyntézy. Revizní operaci si vyžádaly tři komplikace (38 %). V jednom případě se jednalo o infekci, který byl vyřešen poplachovou laváží, ve druhém případě byl odstraněn uvolněný šroub fixující malý hrbolek a v jednom případě byla provedena reosteosyntéza pro nový úraz popsaný výše.

Analýza kontrolní skupiny pacientů operovaných dlahovou osteosyntézou MIPO – limitovaný trasdeltoideální přístup (2004 - 2005), skupina 3 (SK3)

Uvedený soubor se skládá celkem z 24 pacientů s kompletním prospektivním protokolem. Protože v této době byla MIPO osteosyntéza indikována zejména pro méně závažné, jen minimálně dislokované zlomeniny a dvou úlomkové zlomeniny chirurgického krčku typ Neer III (celkem 9 pacientů), byl tento soubor ještě rozdělen na dvě samostatné skupiny. SK3 zahrnuje všechny pacienty operované MIPO technikou, ve skupině SK4 jsou již jen tříúlomkové a čtyřúlomkové zlomeniny. Analýza byla provedena pro obě skupiny pacientů samostatně.

V první části hodnocení souboru bylo celkem zhodnoceno 24 pacientů 7 mužů (29 %) a 17 žen (71 %) s průměrným věkem $57,8$ let $\pm 20,7$ (MIN 18 - MAX 82). Jako příčina úrazu byl udán prostý pád 17krát, sportovní úraz byl zaznamenán 4krát, dopravní nehoda 3krát. V 9 případech se jednalo o dvouúlomkovou zlomeninu typu Neer III, 12krát o tříúlomkovou zlomeninu Neer IV a třikrát o čtyřúlomkovou zlomeninu Neer V. Celkem 9 zlomeniny bylo typu A, 8 typu B a 7 typu C podle AO klasifikace.

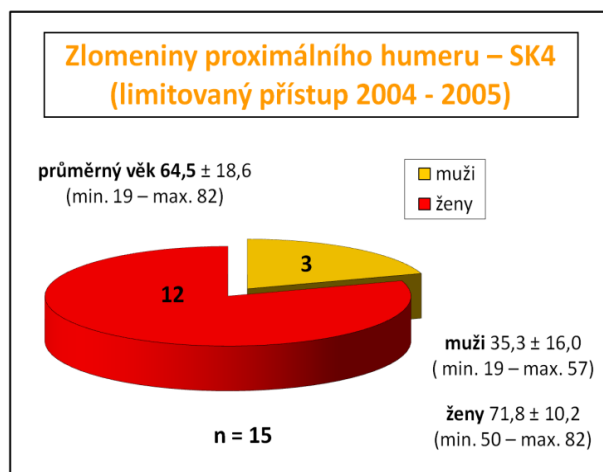
Operace byla provedena v průměru za 4 dny $\pm 3,6$ (MIN 1 - MAX 16) od úrazu. 14krát byla použita tříotvorová dlahy (58 %) a v deseti případech pětioťvorová verze úhlově stabilní dlahy (42 %). Doba operačního výkonu byla v průměru $63,9 \pm 16,5$ min (MIN 40 - MAX 105). Doba RTG osvitů byla $4,3 \pm 1,2$ (MIN 1,5 - MAX 6,5) min. Na operacích se podílelo celkem 5 operujících lékařů. Průměrné skóre repozice bylo $5,4$ bodů $\pm 0,9$ (MIN 3 -MAX 6). Excelentní repozice bylo dosaženo 15x (63 %), dobré 6x (25 %) a 1x (4 %) uspokojivé a 2x neuspokojivé (8 %). V jedenácti případech (45 %) byla zaznamenána malpozice implantátu a ve dvou případech (8 %) byla zaznamenána mediální perforace proximálních šroubů, v obou případech již v oblasti metafýzy mimo oblast glenohumerálního skloubení. Doba hospitalizace byla v průměru $6,9 \pm 2,7$ (MIN 3 – MAX 13) dní.

Průměrné rCMS bylo $78,5$ bodů $\pm 19,24$ (MIN 28 – MAX 98). U 9 pacientů (38 %) nebyla v průběhu sledování zaznamenána žádná komplikace. Selhání osteosyntézy bylo zaznamenáno jednou (4 %) a reoperace byla indikována celkem 6krát (25 %).

Analýza kontrolní skupiny pacientů operovaných dlahovou osteosyntézou MIPO technikou – limitovaný trasdeltoideální přístup (2004 - 2005), bez dvouúlomkových zlomenin, skupina 4 (SK4)

Aby byly výsledky sledované skupiny pacientů (SK1) lépe porovnatelné, byl soubor pacientů operovaných v letech 2004 – 2005 analyzován i samostatně a to bez dvouúlomkových zlomenin. Výsledky kontrolní skupiny tří a čtyřúlomkových zlomenin operovaných limitovaným trasdeltoideálním přístupem byly následující.

Soubor tvořilo 15 pacientů, 3 muži (20 %) a 12 žen (80 %) s průměrným věkem 64,5 let \pm



18,6 (MIN 19 - MAX 82), graf č. 6. Jako příčina úrazu byl udán prostý pád 12krát, sportovní úraz byl zaznamenán jednou, dopravní nehoda 2krát. Ve 12 případech se jednalo o tříúlomkovou zlomeninu Neer IV a 3krát o čtyřúlomkovou zlomeninu Neer V. Celkem 8 zlomenin bylo typu B a 7 typu C podle AO klasifikace.

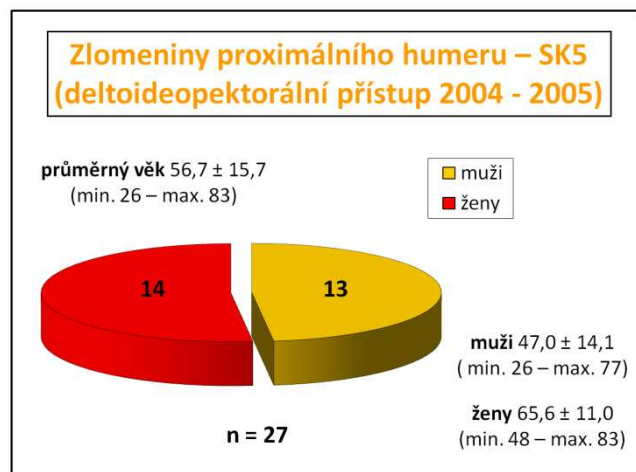
Graf č. 6.: Soubor pacientů operovaných limitovaným trasdeltoideálním přístupem v období 2004 – 2005, s vyloučením dvouúlomkových zlomenin, skupina 4 (SK4).

Operace byla provedena v průměru za 4,4 dny \pm 2,9 (MIN 1 - MAX 14) od úrazu. Celkem 10krát byla použita tříúhlová dlahy (65 %) a 10 krát pětiohlová verze úhlově stabilní dlahy (35 %). Operace trvala v průměru 65 \pm 18,1 min (MIN 45 - MAX 105). Doba RTG osvětlení byla 4,2 \pm 1,2 (MIN 1,5 - MAX 6,5). Na operacích se podíleli celkem 4 operujících lékaři. Průměrné skóre repozice bylo 5,4 bodů \pm 1 (MIN 3 -MAX 6). Excelentní repozice bylo dosaženo 11x (74 %), dobré 2x (13 %) a 2krát neuspokojivé (13 %). V sedmi případech (47 %) byla zaznamenána malpozice implantátu a ve dvou případech (15 %) byla zaznamenána mediální perforace proximálních šroubů, v obou případech již v oblasti metafýzy mimo oblast glenohumerálního kloubení. Doba hospitalizace byla v průměru 7,8 \pm 2,7 (MIN 4 – MAX 13) dní.

Průměrné rCMS bylo 72,3 bodů \pm 20,7 (MIN 28 – MAX 98). Pouze u 4 pacientů (27 %) nebyla v průběhu sledování zaznamenána žádná komplikace. Souhrnný přehled komplikací je uveden v tabulce č. 11. Selhání osteosyntézy bylo zaznamenáno jednou (7 %) a následný operační výkon byl proveden celkem u 4 pacientů (27 %). V jednom případě časného selhání byla indikována konverze na anatomickou náhradu. V jednom případě byla provedena anatomická náhrada pro AVN. V dvou případech byly odstraňovány kovy z důvodů impingement syndromu.

Analýza pacientů operovaných dlahovou osteosyntézou – deltoideopektorální přístup (2004–2005), skupina 5 (SK5)

Celkem bylo zhodnoceno 27 pacientů; 13 mužů (48 %) a 14 žen (52 %) s průměrným věkem 53 let \pm 11 (MIN 35 - MAX 70), graf č. 7. Jako příčina úrazu byl udán prostý pád 10krát, dopravní nehoda 6krát, sportovní úraz 6krát, pád z výše 4krát a jednou jako následek po pádu při epileptickém záchvatu. Celkem 3krát se jednalo o dvouúlomkovou zlomeninu



chirurgického krčku humeru Neer III, 8krát o tříúlomkovou zlomeninu, 9krát o čtyřúlomkovou zlomeninu Neer V. V šesti případech se jednalo o luxační zlomeninu Neer VI a to 3krát tříúlomkovou a 3krát čtyřúlomkovou luxační zlomeninu. Celkem dvě zlomeniny byly typu A, 9 zlomenin typu B a 16 zlomenin typu C dle AO klasifikace.

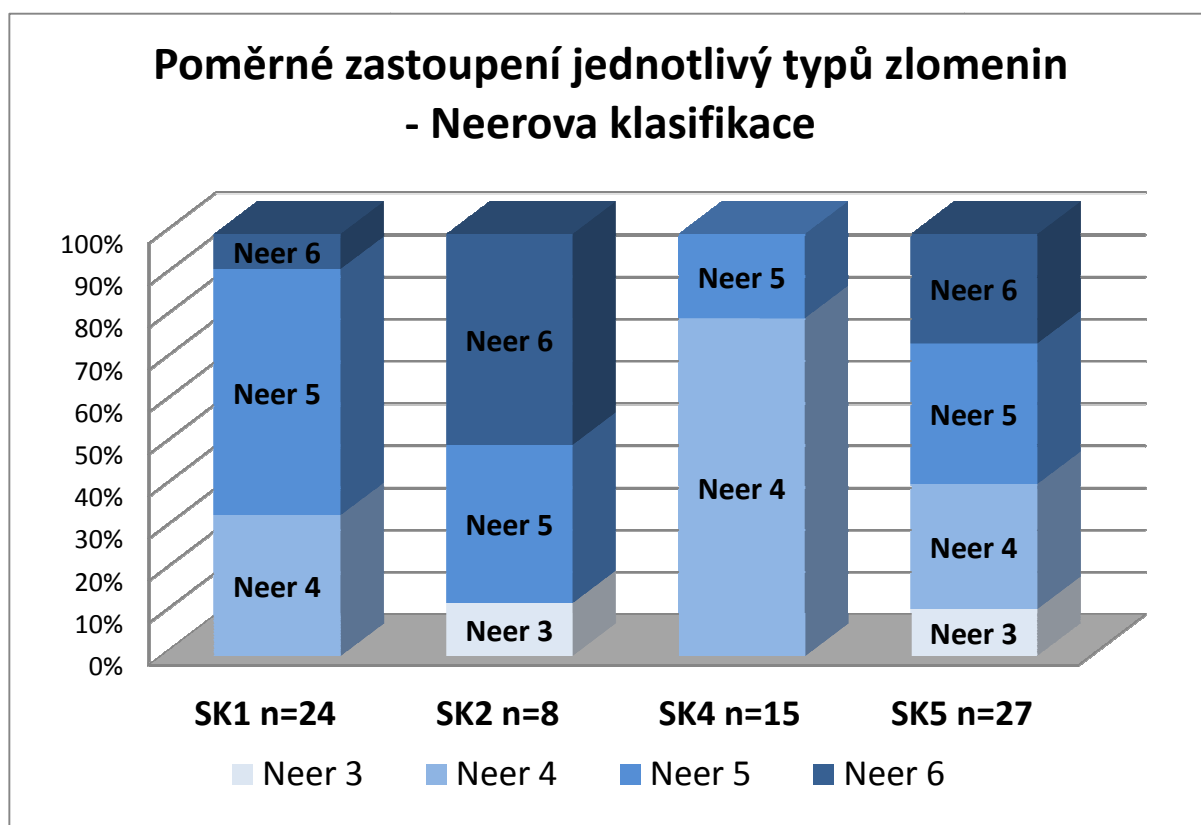
Graf č. 7.: Soubor pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem v období 2004 – 2005, skupina 5 (SK5).

Operace byla provedena v průměru za 6,3 \pm 8,2 dne (MIN 1 - MAX 45) od úrazu. Ve dvaceti případech byla použita tříúlomková verze dlahy (74 %) a v sedmi případech pětioúlomková verze implantátu (25 %). Doba operace byla v průměru 90,3 \pm 39,5 min (MIN 45 - MAX 180). Doba RTG osvětlení byla 4,3 min \pm 1,7 (MIN 1- MAX 9,4). Na operacích se podíleli celkem 4 operující lékaři. Průměrné skóre repozice bylo 4,7 bodů \pm 1,2 (MIN 2 - MAX 6). Excelentní repozice bylo dosaženo 10krát (37 %), dobré 6krát (22 %), 6krát uspokojivé (22 %) a 5krát byla kvalita repozice hodnocena jako neuspokojivá (19 %). Celkem 5krát (19 %) byla zaznamenána lehká malpozice dlahy. Jednou byla zaznamenána perforace šroubů do glenohumerálního skloubení (4 %). Doba hospitalizace byla v průměru 7,8 \pm 2,7 (MIN 4 – MAX 13) dní.

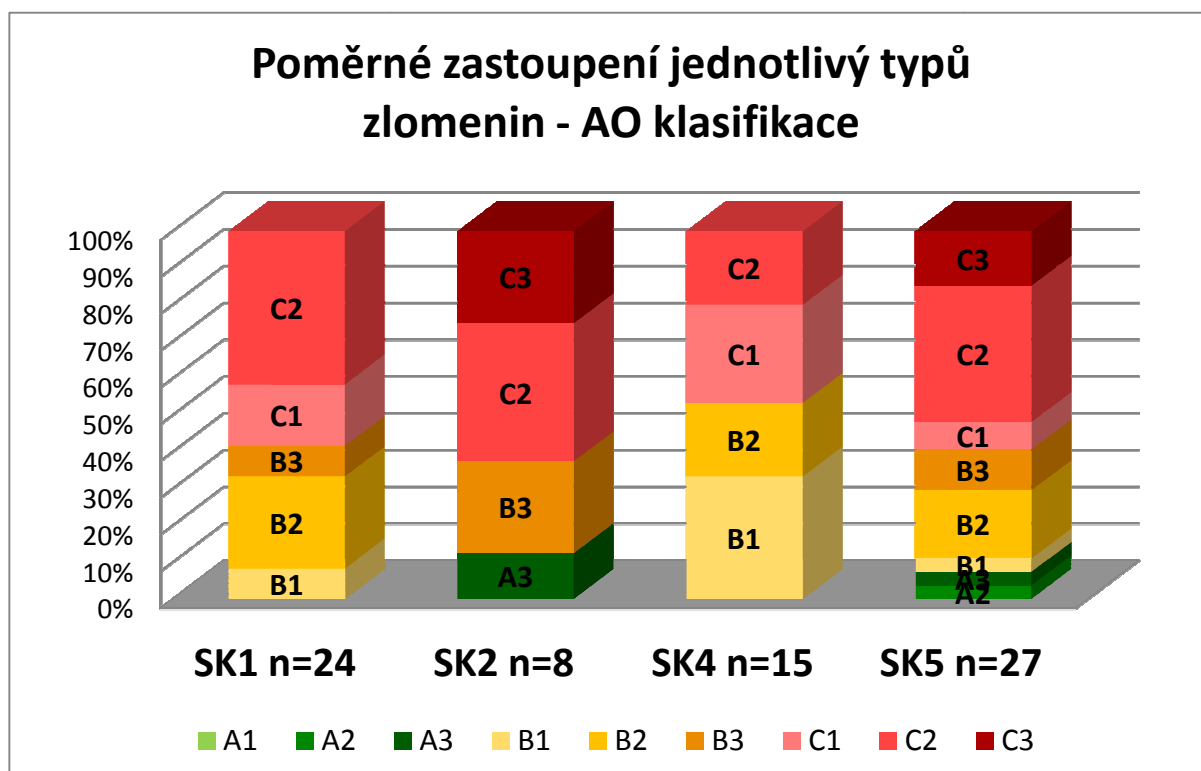
Funkční výsledky a komplikace byly hodnoceny u všech 27 pacientů. Průměrné rCMS bylo 69,4 bodů \pm 20,9 (MIN 23 – MAX 98). Pouze u pěti pacientů (19 %) nebyla v průběhu sledování zaznamenána žádná komplikace. Některá z komplikací byla zaznamenána u 22 pacientů (81 %). Dvakrát bylo zaznamenáno selhání osteosyntézy (11 %) V 11 případech (40 %) jsme provedli reoperaci. Celkem 5krát byla provedena parciální nebo kompletní extrakce kovů z důvodů impingement syndromu nebo prominence šroubů. Celkem dvakrát byla provedena reoperace pro selhání – jednou byla provedena reosteosyntéza a ve druhém případě, spojeném s hlubokým infektem, byla provedena artrodéza ramenního kloubu. V jednom případě osteosyntézy v malpozici byla provedena derotační osteotomie. Jednou byla provedena reoperace z důvodů uvolněného velkého hrbolku a jednou bylo provedeno odstranění kovů pro infekt.

Příčina úrazu u zlomenin proximálního humeru n=74								
	SK1 n=24		SK2 n=8		SK4 n=15		SK5 n=27	
	n	%	n	%	n	%	n	%
prostý pád	16	67	2	25	12	80	10	38
pád z výše	3	13	0	0	0	0	4	16
dopravní nehoda	2	8	1	12,5	2	13	6	23
sportovní úraz	2	8	4	50	1	7	6	23
napadení	1	4	0	0	0	0	0	0
epileptický záchvat	0	0	1	12,5	0	0	0	0

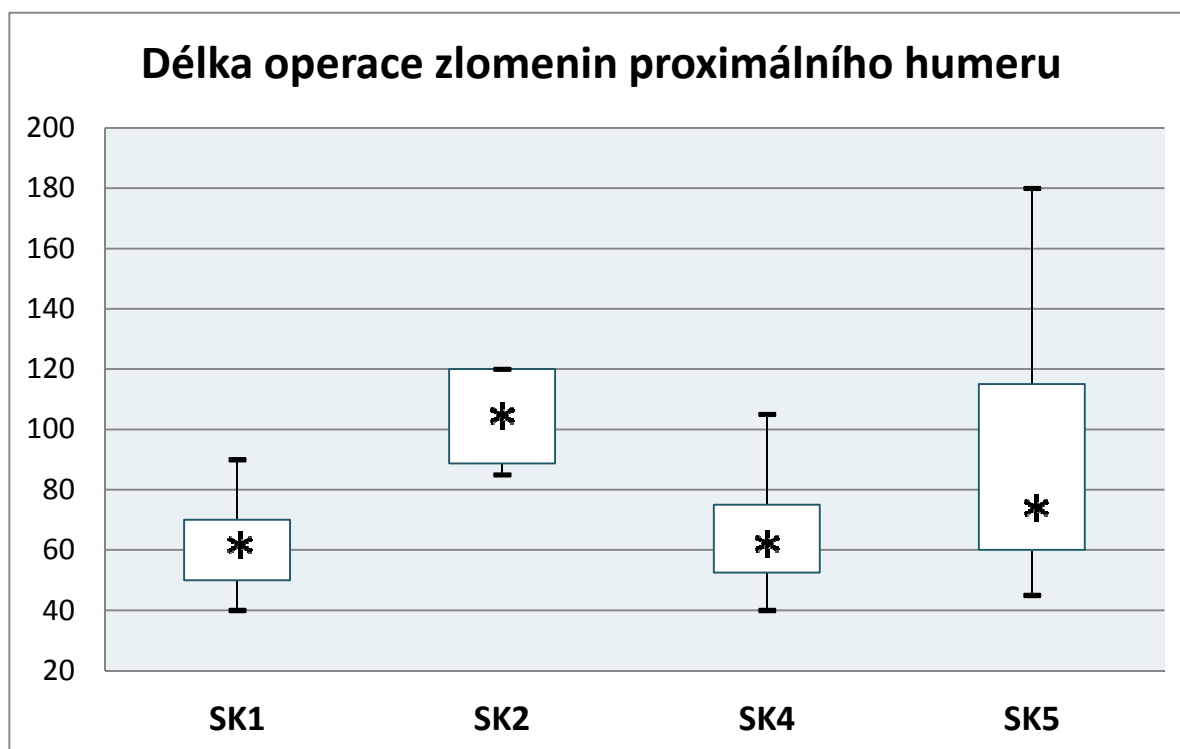
Tab. č. 7: Příčina úrazu u zlomenin proximálního humeru v jednotlivých skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor.



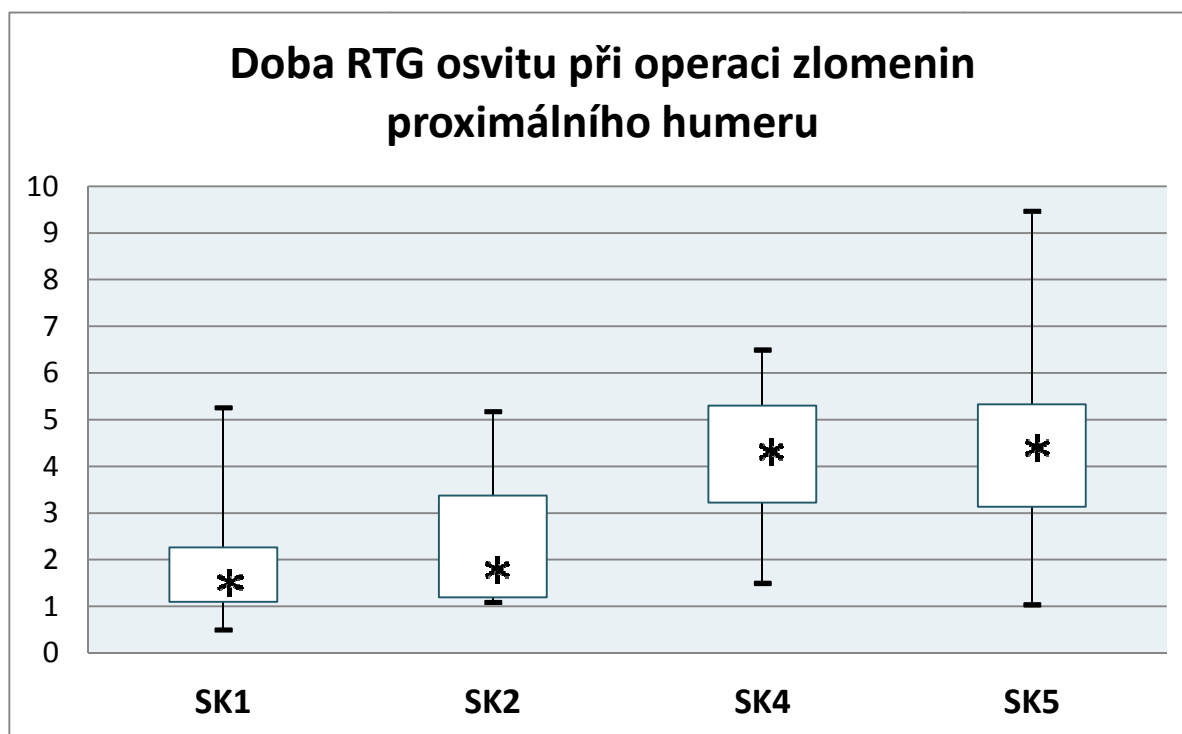
Graf č. 8: Poměrné zastoupení jednotlivých typu zlomenin dle Neerovy klasifikace v naší sledovaných skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor.



Graf č. 9: Poměrné zastoupení jednotlivých typu zlomenin dle AO klasifikace v námi sledovaných skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor.



Graf č. 10.: Délka operace zlomenin proximálního humeru – údaj je uveden v minutách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor. * označuje medián.



Graf č. 11.: Doba RTG osvitů při operaci zlomenin proximálního humeru - údaj je uveden v minutách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor. * označuje medián.

Kvalita dosažené repozice u zlomenin proximálního humeru n=74								
	SK1 n=24		SK2 n=8		SK4 n=15		SK5 n=27	
	n	%	n	%	n	%	n	%
excelentní	17	70	5	63	11	74	10	37
dobrá	5	20	2	25	2	13	6	22
uspokojivá	2	10	1	12	0	0	6	22
neuspokojivá	0	0	0	0	2	13	5	19

Tab. č. 8: Kvalita dosažené repozice v jednotlivých skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor.

Malpozice dlahy u zlomenin proximálního humeru n=74				
skupina	SK1 n=24	SK2 n=8	SK4 n=15	SK5 n=27
n	2	1	7	5
%	8	12	47	19

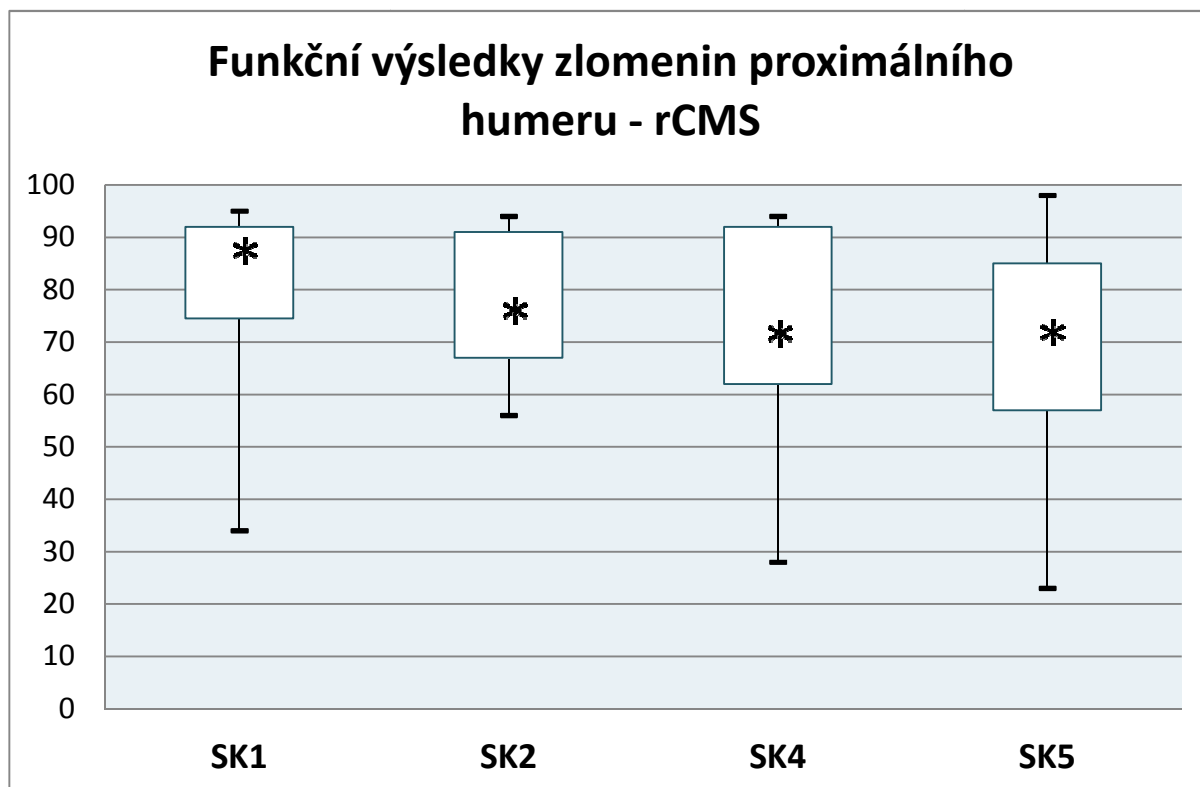
Tab. č. 9 : Výskyt malpozice dlahy při osteosyntéze zlomenin proximálního humeru v jednotlivých skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor.

Komplikace dlahové osteosyntézy proximálního humeru n=73								
skupina	bez komplikací		komplikace nevyžadující OP		selhání OS		revizní operace	
	n	%	n	%	n	%	n	%
SK1 n=23	15	65	4	17	2	9	5	22
SK2 n=8	4	50	3	38	0	0	3	38
SK4 n=15	4	27	7	47	1	7	4	27
SK5 n=27	5	19	7	29	2	7	11	41
Celkem		38,3		28,7		6,84		31,5

Tab. č. 10: Výskyt komplikací dlahové osteosyntézy v jednotlivých skupinách pacientů se zlomeninou proximálního humeru v jednotlivých skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor.

Přehled komplikací dlahové osteosyntézy proximálního humeru n=73										
	SK1 n=23		SK2 n=8		SK4 n=15		SK5 n=27		celkem	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
varotizace hlavice	3	13	0	0	4	26,6	8	29,6	15	20,5
perforace šroubů	1	4,3	0	0	0	0	4	14,8	5	6,8
selhání OS	2	8,6	0	0	1	6,6	2	7,4	6	8,2
uvolnění šroubů	1	4,3	1	12,5	1	6,6	0	0	4	5,4
poranění n. axil.	0	0	0	0	1	6,6	0	0	1	1,3
adhezivní kapsulitida	0	0	1	12,5	3	20	2	7,4	5	6,8
kompletní AVN, (parciální AVN)*	2 (2)	8,6 (8,6)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	6,6 (0)	2 (4)	7,4 (14,8)	5 (6)	6,8 (8,2)
impingement	0	0	1	12,5	1	6,6	6	22,2	8	10,9
infekt	1	4,3	1	12,5	1	6,6	2	7,4	5	6,8
uvolnění hrbolků	1	4,3	1	12,5	0	0	3	11,1	5	6,8
pararartikulární osifikace	0	0	1	12,5	0	0	2	7,4	3	4,1
malredukce k reop.	0	0	1	12,5	0	0	1	3,7	2	2,7
pakloub	0	0	0	0	0	0	1	3,7	1	1,3

Tabulka č. 11: Přehled komplikací dlahové osteosyntézy podle četnosti komplikací v jednotlivých skupinách. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor. * údaj v závorce označuje parciální avaskulární nekrózy.



Graf č. 12.: Funkční výsledky zlomenin proximálního humeru – relativní Constant Murleyovo skóre. SK1 - limitovaný přístup, sledovaný soubor, SK2 - deltoideopektorální přístup, sledovaný soubor, SK4 - limitovaný přístup, kontrolní soubor, SK5 - deltoideopektorální přístup, kontrolní soubor. * označuje medián.

9. DISKUZE

Neutuchající zájem chirurgů, ortopedů a traumatologů o problematiku zlomenin proximálního humeru je důkazem toho, že tato oblast není doposud jednoznačně vyřešena. V souvislosti s demografickým vývojem jsme svědky nárůstu počtu těchto poranění^(99, 155). V současné době jsme svědky nebývalého rozvoje operační léčby, která přímo souvisí s rozvojem nové generace implantátů^(7, 22, 25, 81, 142, 178, 190, 195, 200, 221,212). Nové technologie a pokrok ve vývoji zejména úhlově stabilní dlah (LCP) jednoznačně zlepšily naše možnosti, jak tyto zlomeniny lépe fixovat. Na druhou stranu přinášejí nové typy komplikací. Jiné problémy léčby, které jsou dány biologii zlomenin v oblasti proximálního humeru, nové implantáty neřeší nebo řeší jen částečně^(193, 210). V současné době není stanoven jednotný koncept léčby a už vůbec není doporučen konkrétní typ implantátu, který bychom mohli obecně použít pro léčbu těchto zlomenin⁽⁷²⁾. Publikované zkušenosti i pro stejný typ implantátu vykazují někdy zcela rozdílné výsledky. To vše vede k tomu, že se začínají objevovat kritické práce, které ukazují na srovnatelné výsledky operační léčby s léčbou konzervativní⁽¹¹⁰⁾. Jen počet komplikací spojených s operací je u operační léčby vyšší. Dokonce celkové náklady na léčbu včetně následné rehabilitační péče konzervativní i operační léčby jsou shodné. Fjalestad vyčíslil ve své studii celkové náklady na léčbu zlomenin proximálního humeru za jeden rok u konzervativně léčených zlomenin na 10,376 € a u operovaných na 10,946 €⁽⁵¹⁾.

Poranění proximálního humeru významně ovlivňuje běžné denní aktivity poraněných. Na rozdíl od zlomenin horního konce stehenní kosti, žila většina pacientů doposud samostatně bez nutnosti asistence další osoby. Calvo hodnotil v muticentrické studii celkem 5147 žen starších padesáti let u kterých došlo k výskytu zlomeniny v osteoporotickém terénu. Celkem prokázal 5268 zlomenin v různé lokalizaci. Zlomeniny proximálního humeru tvořily 17,5 % – tedy celkem 912 zlomenin. Velmi vysoké procento žen po zlomenině proximálního humeru – 67,3% popisuje bolesti nebo funkční omezení, 56,5% má omezeny denní aktivity, 44,5 % udává omezení soběstačnosti a 32,7 % popisuje depresivní stavy⁽²⁹⁾. Právě u starších pacientů je jednoznačnou prioritou návrat pacienta k jeho běžným denním činnostem a aktivitám. U mladých aktivních pacientů je naším cílem nebolestivé obnovení rozsahu pohybů a svalové síly a návrat k původní práci a sportu.

Konečný výsledek léčby může být významně ovlivněn celou řadou faktorů (Tab. č. 12). Právě množství těchto faktorů, kdy kterýkoliv z nich může zásadně ovlivnit celkový výsledek léčby, vede k tomu, že lze jen velmi těžko stanovit nějaké jednoduché a univerzální schéma léčby. Základem pro rozhodnutí o konečném postupu léčby je získat co možná nejvíce informací o typu zlomeniny, celkovém zdravotním stavu pacienta jeho očekáváních a nárocích na výsledek léčby – tzv. „personalizace zlomeniny“.

Co ovlivňuje výsledek léčby zlomenin proximálního humeru		
	Faktory ovlivňující výsledek léčby	míra ovlivnění
Nejsme schopni ovlivnit	Věk	**
	Kvalita skeletu	**
	Typ zlomeniny - vitalita jednotlivých fragmentů	****
	Typ a stupeň dislokace zlomeniny	*****
	Přidružená poranění - nervově cévní léze, stav rotátorové manžety	***
	Přidružená onemocnění	**
Jsme schopni ovlivnit jen částečně	Očekávání pacienta	**
	Spolupráce - schopnost se aktivně podílet na RHC	****
Můžeme přímo ovlivnit	Volba léčebného postupu - konzervativně x operačně	***
	Operační přístup - invazivita	**
	Kvalita repozice	*****
	Typ použitého implantátu	**
	Způsob a vedení pooperační rehabilitace	****

Tabulka č. 12: Přehled faktorů ovlivňujících konečný výsledek léčby zlomenin proximálního humeru (Křivohlávek 2013). Míra závislosti je vyjádřena * – *****

Dalším důvodem, proč jsou výsledky jednotlivých studií tak rozporuplné, je neporovnatelnost jednotlivých souborů. Zlomeniny proximálního humeru zahrnují celou řadu typů a podtypů se zcela odlišnou prognózou. Míru závažnosti poranění nám pomáhají určit různé klasifikace. Neerova klasifikace udává celkem 6 základních skupin podle průběhu lomné linie a případné luxace hlavice. Největším přínosem této klasifikace je vyčlenění zlomenin typu Neer I, tedy nedislokovaných zlomenin proximálního humeru, primárně indikovaných ke konzervativní léčbě bez ohledu na počet a průběh lomných linií⁽¹⁴⁸⁾. Tyto zlomeniny představují nejméně závažný typ poranění s dobrými funkčními výsledky.

AO klasifikace popisuje tři základní typy zlomenin podle průběhu lomných linií ve vztahu ke glenohumerálnímu kloubu. A typ – extraartikulární zlomeniny, odpovídající skupině Neer III, B typ – bifokální, tříúlovkové zlomeniny dle Neerovy klasifikace, a C typ – nitrokloubní zlomeniny. Každý z typů se pak dělí na tři skupiny a dále na tři podskupiny. Výsledkem tedy může být až 3 x 9, tedy 27 různých typů zlomenin. Pokud nepoužijeme podrobnější členění, jsou do stejné skupiny zahrnuty jak nedislokované zlomeniny (Neer I), tak i luxační zlomeniny, které mají zcela jinou strategii léčby i prognózu⁽¹⁰⁷⁾.

Pro klinickou praxi se nejlépe osvědčilo vydělit se skupiny zlomenin proximálního humeru zlomeniny nedislokované nebo zlomeniny s minimální dislokací (Neer I). Zde panuje shoda na konzervativním způsobu léčby. Vzhledem tomu, že tyto zlomeniny tvoří 75 – 80 % všech zlomenin proximálního humeru (36), předpokládaná indikace k operační léčbě by se měla pohybovat kolem 20 % – 25 %.

V literatuře můžeme nalézt různá indikační kritéria pro indikaci k operační léčbě. Stále jsou používána indikační kritéria popsaná Neerem v roce 1970⁽¹⁴⁸⁾, která byla mírně modifikována školou AO⁽¹⁴⁴⁾. Rozvoj implantátů vedl k častější indikaci operační léčby, zejména u mladých pacientů. U starších pacientů s významným stupněm osteoporózy byly výsledky neuspokojivé a vedly po určitém nadšení k odklonu od AO osteosyntézy u zlomenin proximálního humeru^(124, 191). Další nárůst operační léčby v oblasti proximálního humeru můžeme vidět až po zavedení nové generace implantátů s úhlovou stabilitou. Tento nárůst je někdy až enormní a nadšení z nových implantátů vedlo k nekritickému nadužívání operační léčby. Tepass publikovat v roce 2013 výsledky dotazníku z 348 rakouských, švýcarských a německých nemocnic. Více jak 80 % pracovišť indikuje k operační léčbě více jak 40 % zlomenin, dvě třetiny více jak 60 % zlomenin a jedna čtvrtina dokonce více jak 80 % zlomenin⁽²¹⁰⁾. A to přes to, že preferovaná metoda léčby – dlahová osteosyntéza úhlově stabilní dlahou vykazuje až 30 – 48 % počet komplikací⁽¹⁹³⁾.

Tento trend se projevil i v našem souboru, i když není tak markantní. Před rokem 2002 jsme indikovali k operační léčbě přibližně 20 – 25 operací proximálního humeru za rok. Většina poranění proximálního humeru u starších pacientů byla léčena konzervativně a vysokoenergetické poranění u mladších pacientů bylo zcela výjimečné. V případě operační léčby se převážně jednalo o anatomickou náhradu ramenního kloubu u starších pacientů s dislokovanou víceúlomkovou zlomeninou proximálního humeru. Druhou skupinu představovala izolovaná odlomení velkého hrbolku s dislokací (zlomeniny typu A1), kdy jsme zpravidla volili osteosyntézu jednotlivými šrouby. Po zavedení úhlově stabilních implantátů do klinické praxe a v průběhu trvání grantu IGA 7761, výrazně narostl počet pacientů indikovaných k operačnímu výkonu (Tabulka č. 5, strana 54). V období 2004 – 2005 jsme ošetřovali přibližně 140 zlomenin proximálního humeru ročně. K operačnímu výkonu jsme indikovali 76 operací za rok. Podíl operovaných tvořil 54,5 % všech zlomenin proximálního humeru. Pouze u 9,9 % pacientů indikovaných k operaci jsme provedli náhradu ramenního kloubu.

Určitá změna léčebné strategie v průběhu dalších let je patrná i v našem souboru. V letech 2009 – 2011 jsme ošetřovali už téměř 176 zlomenin proximálního humeru za rok. V průměru došlo k nárůstu pacientů se zlomeninou proximálního humeru o 36 za rok. Nárůst počtu zlomenin odpovídá demografickému vývoji, vyššímu počtu pacientů s osteoporózou ale i častějšímu zastoupení vysokoenergetických úrazů u biologicky mladších pacientů⁽²⁹⁾. Tento počet představoval nárůst o celých 25 %. Přestože celkový počet pacientů výrazně vzrostl, podíl pacientů indikovaných k operačnímu výkonu poklesl z 54,5 % na 39,2 % ($p < 0,05$); 0,0001. Uvedený pokles je dán častější indikací ke konzervativní léčbě v případě hraničních indikací na základě analýzy funkčních výsledků a počtu komplikací operační léčby. V daném období je možno pozorovat i zvýšení počtu pacientů indikovaných k náhradě ramenního kloubu. Jak ukazuje tabulka č. 5 na straně 54, došlo prakticky k dvojnásobnému nárůstu počtu náhrad ramenního kloubu z 9,9 % na 19,2 % ($p < 0,05$); 0,0069. V 15,9 % se jednalo o primární indikaci anatomické náhrady ramenního kloubu a ve 3,3 % se jednalo o řešení poúrazové komplikace reverzní protézou. Hlavní příčinou tohoto stavu je častější indikace primární hemiarthroplastiky u biologicky starších pacientů s devitalizovanou hlavicí a zařazení

reverzních náhrad do spektra výkonů řešících komplikace zlomenin proximálního humeru. Dobré zkušenosti s použitím nitrodřeňových hřebů vedly k rozšíření indikací i na závažnější typy víceúlomkových a komplexních zlomenin. Nitrodřeňové hřeby se tak staly implantátem první volby v případě, že je možné provést repozici zlomeniny z limitovaného přístupu a v hlavicí humeru je dostatečný prostor pro bezpečné vstupní místo pro hřeb. Zastoupení nitrodřeňových hřebů na celkovém počtu operačních výkonů vzrostlo z 41,4 % na 52,8 % ($p < 0,05$); 0,0178. Naopak úhlově stabilní dlahy byly ponechány pro nejzávažnější typy zlomenin, pro případy kde nebylo možné bezpečně zavést nitrodřeňový hřeb a rekonstrukční výkony na proximálním humeru. Zastoupení dlah na celkovém počtu osteosyntéz na našem pracovišti pokleslo z 33,6 % na 15,9 % ($p < 0,05$); 0,0001.

Podle řady prací patří konzervativní léčba mezi základní metody léčby zlomenin proximálního humeru. Iyengar publikoval v roce 2011 metaanalýzu 12 prací, které zahrnovaly celkem 650 pacientů se zlomeninou proximálního humeru léčenou konzervativně. Ke zhojení došlo u 98 % pacientů, pouze ve 2 % byla popsána AVN, což je 3 – 4krát méně než u osteosyntézy LCP dlahou^(96, 193). Průměrná hodnota elevace byla 136 °. Za hlavní limit této práce lze považovat fakt, že ze 72 % zlomenin tvoří nedislokované zlomeniny Neer I 48 %, a relativně málo závažné dvouúlomkové zlomeniny chirurgického krčku Neer III 24%. Tříúlomkové zlomeniny Neer IV tvořily 23% a dislokované čtyřúlomkové dokonce pouze 5 %. Pokud byla hodnocena skupina nedislokovaných zlomenin (Neer I) samostatně byla průměrná hodnota elevace 151 °, u skupiny zlomenin chirurgického krčku (Neer III) už jen 127 °. Přitom průměrná hodnota elevace při použití LCP implantátů je udávána 137 °⁽¹⁹³⁾ a 106 ° u čtyřúlomkových zlomenin v případě implantace hemiartroplastiky⁽²²⁵⁾.

Uvedené výsledky jen podporují argument konzervativní léčby u nedislokovaných zlomenin. Jakých výsledků ale dosahuje konzervativní léčba u dislokovaných zlomenin ve srovnání s operační léčbou? V literatuře je jen velmi omezené množství randomizovaných prací porovnávajících konzervativní léčbu s operační u dislokovaných zlomenin dle Neerových kritérií.

Ilchmann srovnával konzervativní léčbu u tříúlomkových a čtyřúlomkových zlomenin s osteosyntézou pomocí „tension band sutury“. Lepší výsledky dosahovala konzervativní léčba u tříúlomkových a operační léčba u čtyřúlomkových zlomenin. Studie ale zahrnovala pouze 34 pacientů⁽⁹⁴⁾.

Fjalestad popisuje výsledky dislokovaných tříúlomkových a čtyřúlomkových zlomenin u pacientů nad 60 let věku léčených konzervativně nebo LCP dlahou doplněnou tension band suturou. V tomto případě ale nešlo o implantát speciálně určený pro osteosyntézu ramene, ale 3,5 mm T LCP dlahu. Jednoleté funkční výsledky byly shodné s vyšším výskytem AVN u konzervativně léčených zlomenin s ponechanou dislokací. U těchto zlomenin byla AVN téměř dvojnásobná⁽⁵⁰⁾.

Boons v randomizované studii u 50 pacientů nad 65 let se čtyřúlomkovou zlomeninou nezaznamenal žádné statisticky významné rozdíly mezi konzervativní léčbou a hemiartroplastikou. Jediným rozdílem byla menší bolestivost a lehce vyšší svalová síla u konzervativně léčených v období tři měsíce od úrazu⁽²³⁾.

Lepší výsledky, i když statisticky nevýznamné popisuje v randomizované studii Olerud při srovnání výsledků mezi konzervativní léčbou a osteosyntézou LCP dlahou u tříúlomkových zlomenin ⁽¹⁵⁴⁾. Relativně nízká je v této studii hodnota CMS, která je u operovaných 61 bodů a u konzervativně léčených pacientů pouhých 58 bodů. Léčba s využitím LCP je zatížena vyššími náklady s jen minimálně lepšími funkčními výsledky. V další studii hodnotící kvalitu života u čtyřúlomkových zlomenin s dvouletým sledováním vykazovala indikace hemiartroplastiky oproti konzervativní léčbě lepší výsledky. Současně byly popsány lepší i funkční výsledky podle DASH skóre a menší bolesti u pacientů s náhradou ramenního kloubu. Při hodnocení CMS a v rozsahu pohybů nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly ⁽¹⁵³⁾.

Jaké typy zlomenin tedy indikovat k operačnímu výkonu? A jaký operační výkon zvolit?

Okike analyzoval na souboru 229 pacientů, faktory, které pozitivně ovlivňovaly rozhodování o indikaci k operační léčbě. Jako statisticky významné označil nižší věk, vyšší stupeň AO klasifikace, přidružené skeletální poranění vyžadující operační výkon, přítomnost luxace nebo translační dislokace. Častěji indikovali operační léčbu ortopedi se specializací na poranění ramene. Predisponujícími faktory pro indikaci hemiartroplastiky byly vyšší stupeň AO a Neerovy klasifikace a vyšší Charlsonovo skóre (polymorbidita) ⁽¹⁵²⁾.

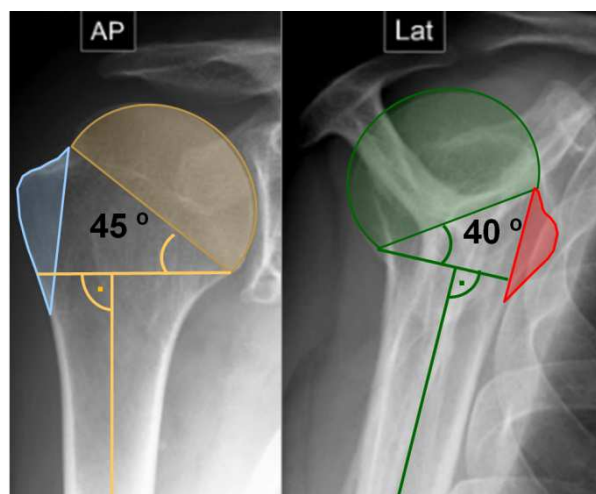
Uvedená práce jen poukazuje na to, že zejména u zlomenin proximálního humeru je nutné získat co možná největší množství informací o typu zlomeniny, mechanismu úrazu a celkovém stavu pacienta. Velké spektrum operačních metod s podobnými konečnými funkčními výsledky poukazuje na to, že důležitější než implantát je kvalita repozice a fixace jednotlivých fragmentů při zachování cévního zásobení hlavice humeru. Fixace hrbolků se svalovými úpony je zodpovědná za rozsah pohybů a vitalita hlavice pak výrazně ovlivňuje zejména bolestivost ramenního kloubu při regresivních změnách urychlených avaskulární nekrózou hlavice. V případě operační léčby LCP dlahou koreluje kvalita repozice hlavice s výskytem komplikací.

V případech, kdy se rozhodujeme pro určitý typ léčby, Wilson Li navrhuje jednoduché diagnostické schéma (ABC – Architecture, Bone stock, Circulation) ⁽²²⁸⁾. Základním smyslem je snaha systematicky hodnotit ty nejzásadnější parametry zlomeniny, které ovlivňují naše rozhodování o dalším postupu léčby.

A – architecture: Na základně minimálně dvou projekcí (předozadní snímek a Y projekce) doporučuje Li indikovat k operační léčbě zlomeniny s varózní dislokací nad 20 °, u valgózní dislokace toleruje až 40 ° a v případě laterální angulace 30 – 45 ° v Y projekci. V případě dislokace hrbolků je hranicí pro konzervativní léčbu posun do 5 mm a u dislokace diafýzy, v případě zaklínění, toleruje posun až o polovinu šíře kosti (Obr. č. 34).

Řada komplikací, kterým lze snadno předejít, vychází z nedostatečné diagnostiky. Zlomenina je často podceňena. Pokud je provedena pouze předozadní projekce, nikoliv „true AP“ snímek, může být přehlédnuta zadní luxace ramenního kloubu ⁽¹¹²⁾. I významné dislokace malého hrbolku, případně dorzální angulace celé hlavice mohou zůstat nepoznány.

V současné době je stále základem zhotovení série tří RTG snímků (trauma série) a v nejasných případech, případně u pacientů indikovaných k operační léčbě CT vyšetření s 3D rekonstrukcí^(9, 114, 118). CT vyšetření nám poskytne podstatně více informací o průběhu lomných linií ale i o kvalitě skeletu a typu dislokace jednotlivých fragmentů. CT vyšetření je v současné době natolik dostupné, že často nahrazuje nedokonale provedené RTG snímky v základních třech projekcích. Tepas uvádí ve studii z 348 švýcarských, německých a rakouských nemocnic četnost rutinního CT u všech zlomenin pouze na 4 % pracovištích⁽²¹⁰⁾.



Obr. č. 34.: Hodnocení míry dislokace na v AP snímku a Y projekci. Fyziologický nález. Zpracováno volně podle Li. Hodnocení varus, vagus dislokace na AP snímku – žlutě, angulace hlavice na Y projekci – zeleně, velký hrbolek modře, malý hrbolek červeně⁽²²⁸⁾.

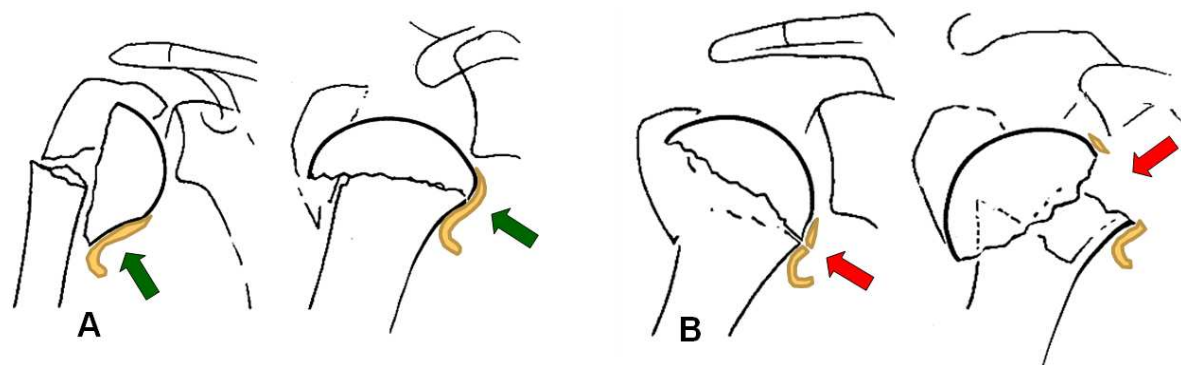
B – bone stock: Kvalita skeletu významně ovlivňuje možnosti stabilní fixace osteosyntetickým materiálem. Pevnost proximálního humeru klesá se zvyšujícím se věkem a narůstající osteoporózou. Největší úbytek spongiózní kosti je v centrální části hlavice. Naproti tomu v subchondrální oblasti, zejména posteromediálně, je i v pokročilém věku relativně pevné místo pro fixaci osteosyntetického materiálu⁽¹²⁶⁾. Před érou úhlově stabilních implantátů, právě nemožnost bezpečně fixovat implantáty v oblasti hlavice humeru často diskreditovala operační léčbu. Při použití konvenčních implantátů bylo popisováno vysoké procento sekundární ztráty repozice a uvolnění implantátů^(191, 213). Proto v případech výrazné osteoporózy u pacientů s dislokovanou tříúlomkovou zlomeninou byla často raději preferována hemiarthroplastika⁽²⁰⁹⁾.

Nová generace úhlově stabilních implantátů zlepšila naše možnosti stabilní fixace umožňující časnou funkční léčbu po operaci a to bez výrazného rizika ztráty repozice nebo uvolnění implantátů^(22, 142, 200). Úhlově stabilní implantáty v současné době prakticky úplně vytlačily konvenční dlahovou osteosyntézu. Tu lze bezpečně použít pouze v případech dostatečně kvalitního kostního bloku u mladších pacientů. Nepřímo lze kvalitu kosti hodnotit na základě RTG nebo CT vyšetření neporaněného ramene. Tingart prokázal ve své studii přímou závislost mezi šířkou kortikální kosti v oblasti metafýzy a kostní denzitou. Vyšší riziko selhání osteosyntézy hrozí v případech, kdy je šířka kortikální kosti v oblasti metafýzy na RTG snímku méně než 4 mm⁽²¹¹⁾. Využití CT vyšetření neporaněného ramene ke stanovení kostní denzity popsal Kappinger. U pacientů s kostní denzitou nižší než 95 mg/cm³ doporučuje augmentaci nebo hemiarthroplastiku⁽¹⁰⁹⁾.

C – circulation: Porušení cévního zásobení hlavice humeru může vyústit v avaskulární nekrózu hlavice s následnou destrukcí glenohumerálního kloubu. Regresivní změny ramenního kloubu jsou provázeny bolestivostí a omezením rozsahu pohybů. Stav

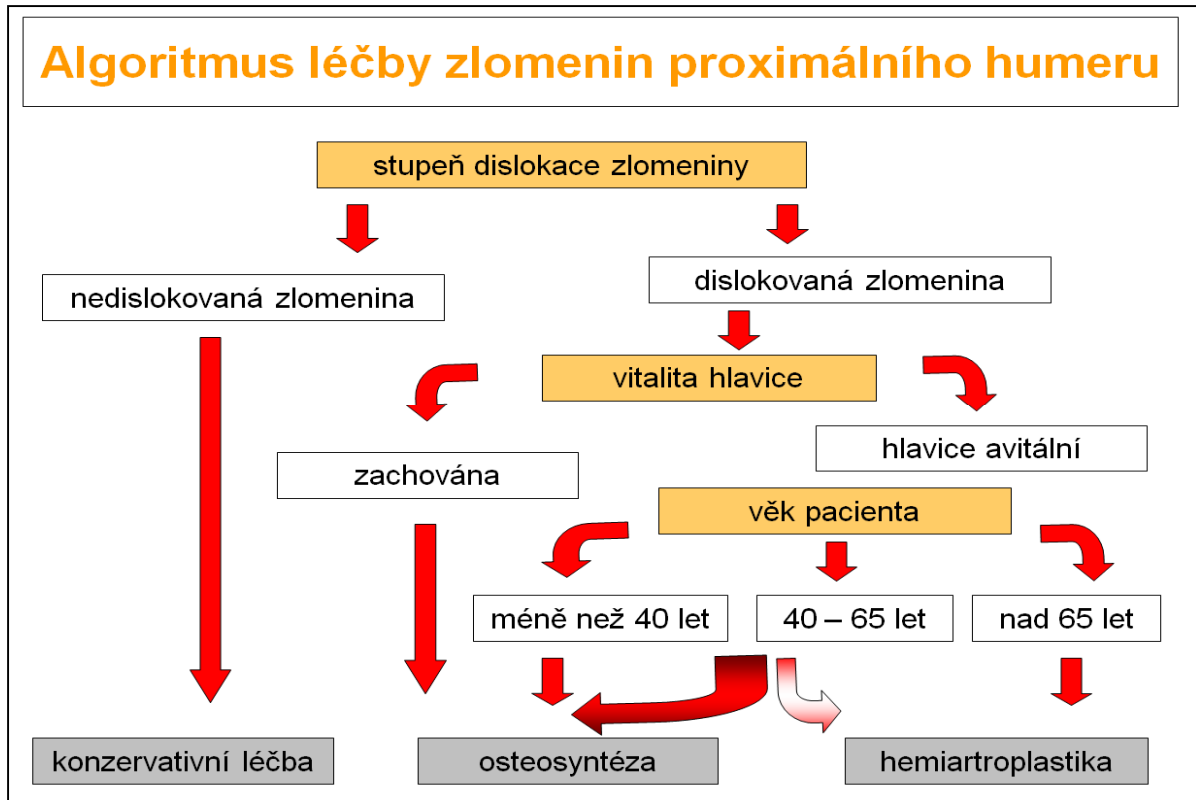
cévního zásobení tedy určuje, zda se budeme rozhodovat mezi náhradou ramenního kloubu, případně záchovným výkonem (osteosyntézou či konzervativní léčbou).

Riziko AVN stoupá se stupněm dislokace a počtem fragmentů, kdy jsou poraněny hlavní cévy vyživující hlavici humeru (*a. circumflexa humeri posterior* a *a. circumflexa humeri anterior*). Jak ukazují práce z poslední doby, hraje cévní zásobení z *a. circumflexa humeri posterior* větší roli než se původně myslelo^(69,84). Zachovalé cévní zásobení v oblasti mediálního periostu u valgus impakčních zlomenin je schopné zajistit dostatečnou perfúzi hlavice humeru a to i u čtyřúhelníkových zlomenin s porušenou Laignovou arterií (*a. circumflexa humeri anterior*)^(97, 150, 156). Asi nejzásadnější práce z hlediska predikce vitality hlavice je práce Hertela⁽⁷⁹⁾. Ten stanovil dvě základní prognosticky příznivá kritéria zachování cévního zásobení hlavice humeru prostřednictvím mediálního periostu a to dostatečně dlouhý metafyzární fragment a zachování integrity mediálního závěsu. Zachování závěsu mediálního periostu a délka metafyzálního fragmentu hlavice delší než 8 mm představují stav, kdy je cévní zásobení zachováno s nízkým rizikem AVN. Naproti tomu krátký metafyzární fragment a dislokace hlavice vůči diafýze mediálně jsou prognosticky nepříznivé známky (Obr. č. 35).

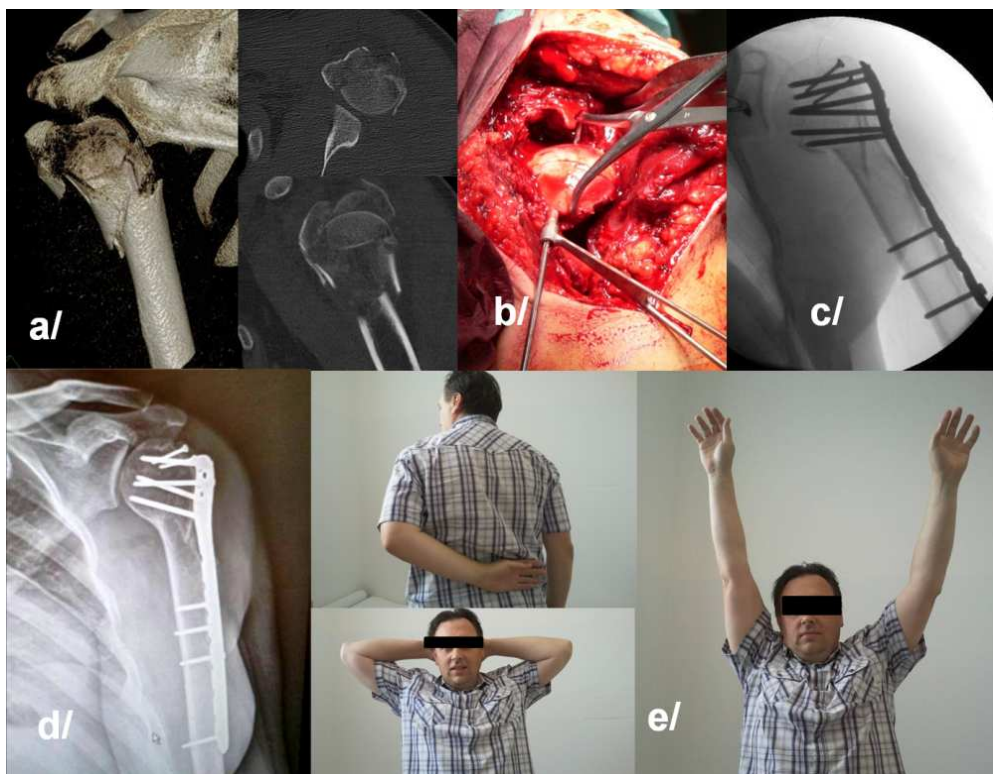


Obr. č. 35.: Hodnocení vitality hlavice – volně podle Hertela⁽⁷⁹⁾, mediální periost označen žlutě - **a/** prognosticky příznivý RTG nález – dlouhý metafyzární fragment a zachovalá integrita mediálního závěsu, **b/** prognosticky nepříznivý nález – krátký metafyzární fragment a disrupce mediálního závěsu.

Základní rozhodovací proces užívaný na našem pracovišti vychází z výše uvedených výsledků. Jako zásadní vidíme právě vitalitu hlavice a míru dislokace hlavních fragmentů. Nedislokované nebo minimálně dislokované zlomeniny indikujeme ke konzervativní léčbě. U dislokovaných zlomenin se na základě Hertelových kritérií rozhodujeme mezi osteosyntézou a primární náhradou ramenního kloubu. U dislokovaných zlomenin se zachovalým cévním zásobením hlavice je metodou volby osteosyntéza. V případě porušeného cévního zásobení je dalším parametrem v našem rozhodování věk. U mladých pacientů do 40 let, i v případech devitalizované hlavice, preferujeme osteosyntézu vzhledem k možnostem revaskularizace (Obr. č. 36) a lepším funkčním výsledkům osteosyntézy oproti hemiarthroplastice. U pacientů nad 65 let věku volíme primární hemiarthroplastiku. Ve věku mezi 40 až 65 lety není situace jednoznačná. Záleží zde na míře dislokace, době od úrazu, celkovém stavu pacienta, ale spíše se kloníme k primární osteosyntéze (Obr. č. 37) s eventuální sekundární náhradou ramenního kloubu v případě komplikací.



Obr. č. 36.: Algoritmus léčby zlomenin proximálního humeru KN Liberec a.s.

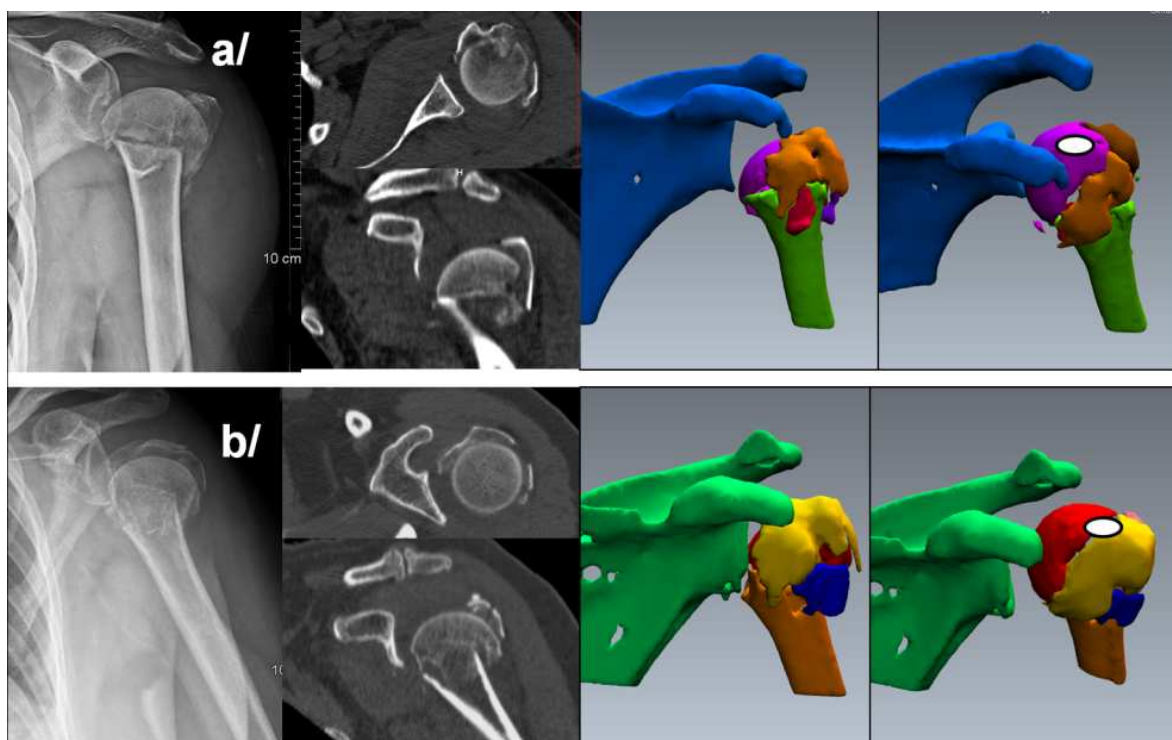


Obr. č. 37.: Čtyřúlomková zlomenina s rozlomením hlavice – devitalizované fragmenty hlavice – muž 37 let. **a/** CT vyšetření, **b/** peroperační nález – kompresní osteosyntéza hlavice samostatnými šrouby, **c/** pooperační RTG snímek, **d/** RTG snímek 2 roky po osteosyntéze – lehká přestavba hlavice, **e/** funkční výsledek 2 roky od operace rCMS 89.

Metodou volby je na našem pracovišti použití úhlově stabilních implantátů (proximální humerální hřeby a úhlově stabilní dlahy). Fixaci K – dráty využíváme jen u dětí a osteosyntézu jednotlivými šrouby u izolovaných poranění hrbolků.

Proximální humerální hřeby využíváme u dvouúlomkových, tříúlomkových a některých čtyřúlomkových zlomenin, kde můžeme zajistit bezpečné vstupní místo pro hřeb. Úhlově stabilní dlahy volíme v těch případech, kdy je lomná linie blízko vstupnímu místu pro hřeb nebo u biologicky mladých pacientů, kde se chceme vyhnout přístupu přes rotátorovou manžetu.

K hodnocení typu zlomeniny a tvaru jednotlivých fragmentů můžeme v současné době využít i speciální počítačové programy (EBS[®] – Ekliptik, Slovinsko) ⁽¹¹³⁾. Na našem pracovišti tento program využíváme v případech, kdy není ještě před operací jasné, zda je možné v uvedeném případě použít techniku nitrodřeňového hřebování proximálního humeru. Posouzení zlomeniny po virtuální repozici jednotlivých fragmentů nám umožní lépe se orientovat, zde je v oblasti hlavičky dostatečný prostor pro zavedení proximálního humerálního hřebu (Obr. č. 38).



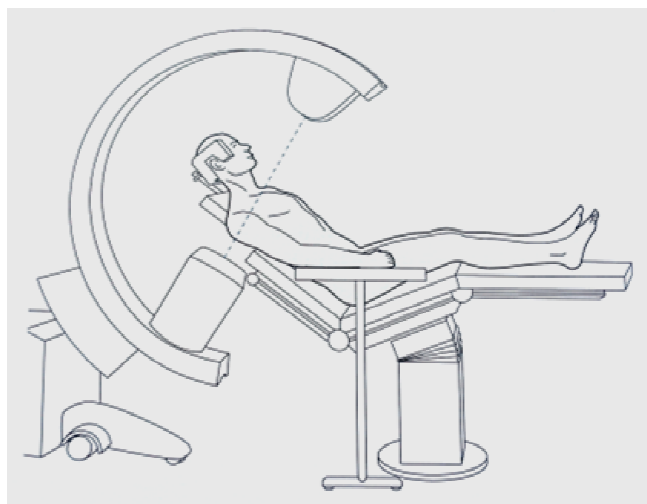
Obr. č. 38.: Počítačová analýza a virtuální repozice čtyřúlomkových zlomenin EBS Ekliptik[®] – **a/** žena 67 let, po repozici hlavičky nalézáme vhodné vstupní místo pro proximální humerální hřeb, **b/** žena 68 let, po repozici hlavičky je místo pro hřeb přímo v lomné linii – kontraindikace pro hřebování.

V případě operační léčby považujeme za velmi zásadní správnou polohu pacienta a RTG zesilovače během operačního výkonu. Současná operační technika zlomenin proximálního humeru předpokládá minimální disekci měkkých tkání a šetrnou techniku většinou nepřímé repozice. Jednotlivé, někdy velmi nestabilní, fragmenty jsou po repozici dočasně fixovány K – dráty a teprve potom je přiložen vlastní fixační implantát. Snahou je

dosáhnout co možná nejlepší možné repozice hlavních fragmentů a jejich stabilní a bezpečné fixace. To vše předpokládá, že operatér bude mít po celou dobu operace možnost volně manipulovat s jednotlivými fragmenty pod kontrolou RTG zesilovače a přitom by měl mít dobrý přístup k operované končetině. Paže by měla být pokud možno volná, tak aby bylo možné provádět nepřímé repositionální manévry. Pohyb končetiny k dosažení další projekce se nám jeví jako velmi nevýhodný, protože během rotačních pohybů paže může docházet ke ztrátě již dosažené repozice a výsledný rentgenový obraz je zavádějící.

Někteří autoři volí polohu vleže na zádech s podložením operovaného ramene. Tuto polohu doporučuje například Gallo⁽⁵⁹⁾. Hlavní výhodou je její jednoduchost. Tato poloha nevyžaduje zvláštní technické vybavení, a lze ji použít na většině operačních stůlů používaných pro ortopedii a traumatologii. K podložení ramene je možné využít klínovitého polštáře nebo složeného prostěradla. RTG zesilovač je možné umístit ve směru od operátora, z protilehlé strany nebo od hlavy pacienta. Hlavní nevýhodou této polohy je obtížnější přístup k laterální a dorzální části ramenního kloubu. Pokud tato část stolu neobsahuje speciální RTG transparentní desku, je možné další projekce dosáhnout jen mírným náklonem ramene RTG zesilovače. V tom případě se ale do obrazu promítá RTG kontrastní okraj stolu. Zpravidla lze provést náklony maximálně do 10 – 15 °. Při předozadní projekci získáme AP snímek, který není centrován do glenohumerálního kloubu. K dosažení správné centrace tzv. „true AP“ projekce by bylo nutné sklopit rameno RTG zesilovače nejméně o 30 – 40 °. To je však díky okraji stolu nemožné. Druhou projekci, kolmou na projekci předozadní, jsme schopni dosáhnout pouze za cenu rotace paže. V případech, kdy je zlomenina dočasně fixována pouze K – dráty a chceme si pomocí RTG zesilovače ověřit správnost repozice, může dojít během rotací paže nutných k získání druhé projekce ke ztrátě repozice. Tento přístup je dnes používán spíše ojediněle a dle našich zkušeností ho lze limitovaně použít u zlomenin ošetřovaných z deltoideopektorálního přístupu, kde máme částečnou vizuální kontrolu nad kvalitou repozice a polohou implantátu. Je zcela nevhodný pro dlahovou osteosyntézu z limitovaného transdeltoideálního přístupu či hřebování proximálními humerálními hřeby.

Většina autorů dnes preferuje provádět operace proximálního humeru v tzv. beach chair position^(2,75, 81, 194). Předpokladem je vybavení pracoviště polohovacím operačním stolem s výměnnými RTG transparentními deskami. V některých případech je oblast pod operovaným ramenem zcela odstraněna a máme tedy přístup k přední, zevní i zadní straně ramenního kloubu. RTG zesilovač může být umístěn na straně operátora nebo od hlavy pacienta, případně na protilehlé straně. Nejčastěji je užívána poloha RTG zesilovače od hlavy pacienta (Obr. č. 40), méně často pak z operované strany⁽¹⁶¹⁾. Hlavní nevýhodou této pozice je kolize RTG zesilovače s operačním teamem. Většinou se využívá v případech, kdy chceme RTG přístrojem pouze ověřit již provedený operační výkon. Poloha RTG přístroje z protilehlé strany je používána spíše výjimečně. Předpokládá úzký operační stůl a C rameno s dostatečně velkým průměrem.

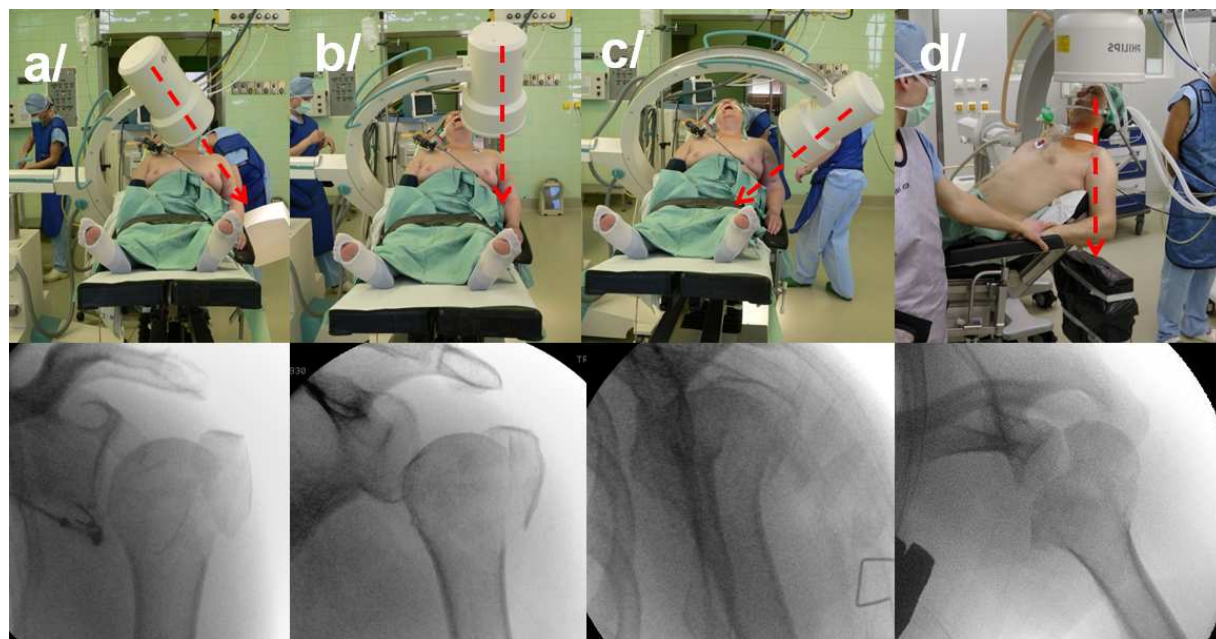


Obr. č. 40.: Beach chair pozice při operacích proximálního humeru včetně postavení RTG zesilovače. Volně podle Porteous⁽¹⁶¹⁾.

Vzhledem k tomu, že považujeme možnost dokonalého a přesného RTG zobrazení během operace za zcela zásadní, vypracovali a standardizovali jsme na našem pracovišti systém polohování a RTG zobrazení během operací proximálního humeru. Tak jako většina autorů používáme beach chair polohu. Část polohovaného stolu pod operovaným ramenem je zcela odstraněna a končetina je v mírné abdukci a elevaci, přibližně 10°. Končetina je volně položena na opěrku předloktí. Ramenní kloub je přístupný ze všech stran. Manipulací paže můžeme provádět nepřímou repozici metadiafyzální části zlomeniny. V případě nitrodřeňového hřebování je možné lehkým zapažením zpřístupnit vrchol hlavice před přední okraj akromia.

Díky odstranění segmentu stolu pod rameno pacienta získáme prostor pro RTG zesilovač, který je umístěn na protilehlé straně. C rameno je skloněno k nohám pacienta tak, aby RTG paprsky probíhaly kolmo na diafýzu paže. Obrazovka RTG zesilovače je uložena u nohou pacienta. Jednotlivé projekce získáváme pohybem ramene RTG zesilovače. Základní projekci dosáhneme rotací C ramene 30 – 40° od operovaného ramene. Na obrazovce RTG zesilovače můžeme dobře identifikovat kloubní plochu glenoidu, polohu hlavice vůči glenoidu a diafýze a anterolaterální část velkého hrbolku. Toto je pro nás výchozí RTG projekce, kde si ověřujeme správnost repozice hlavice humeru (Obr. č. 41a). Pokud paprsky probíhají kolmo na operační stůl, získáme AP projekci. Zde můžeme identifikovat laterální část velkého hrbolku (Obr. č. 41b). Pokud otočíme ramenem RTG zesilovače o dalších 20 – 30°, můžeme pozorovat kvalitu repozice hlavice vůči diafýze a můžeme vidět přední část malého hrbolku (Obr. č. 41c). Výsledkem rotací ramene RTG zesilovače jsou projekce v rozsahu 70°, bez nutnosti manipulace s končetinou. Tedy bez rizika ztráty dočasné repozice. Většího rozsahu je již možné dosáhnout jen za cenu rotace paže, ale podle našich zkušeností je tento rozsah zcela dostatečný. V poslední době připojujeme k těmto třem základním projekcím ještě čtvrtou projekci – axiální. RTG zesilovač je směřován k zemi a rameno RTG zesilovače je přibližně 10 – 15° rotováno od operovaného ramene. Končetina je abdukována přibližně 20 – 30° (Obr. č. 41d). Výsledkem je peroperační axiální projekce, kde je možné kontrolovat případnou předozadní nebo úhlovou dislokaci hlavice vůči diafýze a velmi dobře zobrazit oblast malého hrbolku. Všechny uvedené projekce využíváme nejen

k ověření kvality repozice, ale i polohy implantátu a případné prominence fixačních šroubů do glenohumerálního kloubu.

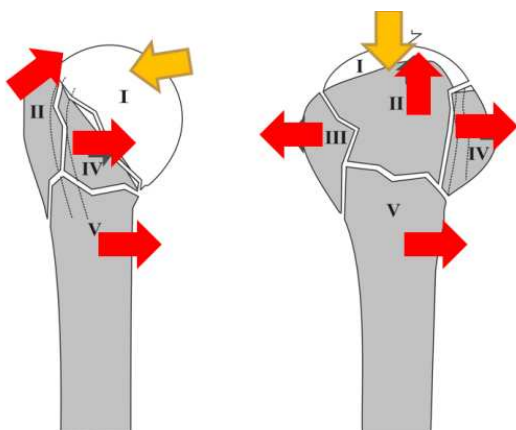


Obr. č. 41.: Námí používaná poloha RTG zesilovače – **a/** „true AP projekce“, **b/** předozadní projekce, **c/** boční projekce, **d/** axiální projekce.

Považujeme za velmi vhodné ověřit si správnou polohu pacienta a RTG zesilovače se zobrazením jednotlivých projekcí ještě před začátkem operačního výkonu. Po zarouškování již provádíme zpravidla jen test základní předozadní – true AP – projekce.

V současné době je na většině pracovišť, v případě záchovného operačního výkonu (osteosyntézy), preferována osteosyntéza úhlově stabilní dlahou^(70, 71, 100, 145, 210). Jako obecně preferovaný přístup pro dlahovou osteosyntézu zlomenin proximálního humeru je doporučován přístup deltoideopektorální s limitovanou disekcí měkkých tkání⁽⁸⁷⁾. Tento přístup je univerzálnější a je možné ho využít při osteosyntéze i náhradě ramenního kloubu. Na druhou stranu představuje přístup s vyšším rizikem poškození měkkých tkání, včetně poškození způsobených nadměrnou retrakcí nebo nutností uvolnění deltového svalu od klíční kosti. Výhodný je tento přístup v případě zlomenin spojených s přední luxací ramene, vzácném izolovaném odlomení malého hrbolku, ale obtížně dosahujeme repozice horní a zejména zadní části velkého hrbolku. Velký hrbolek je u komplexních zlomenin, tak jak popsal Stedfeld⁽¹⁹⁴⁾, zpravidla rozlomen na dva hlavní fragmenty (tzv. „five part theory“) a právě jeho zadní část se svalovým úponem *m. infraspinatus* je z deltoideopektorálního přístupu obtížně dosažitelná (Obr. č. 42). Někteří autoři dokonce doporučují u komplexních čtyřúhlovkových zlomenin kombinovat deltoideopektorální přístup s přídatnou incizí laterálně k optimální rekonstrukci zadní části velkého hrbolku a rotátorové manžety (9). Přední přístup k ramennímu kloubu s nutností retrakce deltového svalu může být příčinou malpozice dlahy. Chirurg má častěji tendenci uložit dlahu příliš ventrálně. Dlahu je pak uložena blíže bicipitálnímu sulku. Příliš ventrální uložení dlahy může iritovat šlachy bicepsu a cévní zásobení hlavičky humeru z *a. arcuata*. Díky malpozici dlahy dochází i k nerovnoměrnému rozložení úhlově stabilních šroubů v hlavičce humeru, kdy hlavní část šroubů směřuje dorzálně.

Rovněž se zvyšuje riziko perforace šroubů přes okraj hlavičky humeru do glenohumerálního kloubu.



Obr. č. 42.: Five part theory: **I** – hlavička humeru, **II** – velký hrbolík s úponem *m. supraspinatus*, **III** – zadní část velkého hrbolku s úponem *m. infraspinatus*, **IV** – malý hrbolík, **V** – diafýza, kompresní síly jsou označeny žlutě, distrakční červeně - volně podle Stedfelda⁽¹⁹⁴⁾.

Tak jako v jiných lokalitách, jsme v posledních letech svědky snahy o aplikace principu biologické osteosyntézy s využitím implantace úhlově stabilních dlah MIPO technikou^(4, 8, 59). Dlahová osteosyntéza z limitovaného transdeltoideálního přístupu (delta split) – představuje alternativní techniku oproti obecně užívanému deltoideopektorálnímu přístupu. Hlavní obavou při využití miniinvasivního přístupu je možnost iatrogenního poškození axilárního nervu, nedokonalé repozice zlomeniny a nedostatečné kontroly nad pozicí dlahy. Obvykle je v literatuře uvedeno, že délka split incize by neměla přesáhnout 4 až 5 centimetrů od horního okraje akromia, přičemž existuje poměrně velká variabilita v lokalizaci axilárního nervu^(1, 32, 63, 92, 151, 174). Proto byl tento přístup využíván hlavně pro nedislokované nebo minimálně dislokované, zpravidla dvouúlomkové zlomeniny nebo jednodušší tříúlomkové zlomeniny proximálního humeru.

Povzbudivé výsledky miniinvasivní dlahové osteosyntézy vedly k postupnému nárůstu použití této techniky^(2, 59, 170). V současné době se již objevují práce s větším počtem operovaných pacientů. S narůstající zkušeností je tato technika stále více využívána i pro závažnější typy zlomenin⁽¹³⁾. Hlavní výhodou je operační přístup k hlavičce humeru v místě avaskulární zóny proximálního humeru. Operační přístup tedy minimalizuje sekundární poškození vitality hlavičky humeru v průběhu operačního výkonu. Přímý pohled na oblast vrcholu hlavičky a jednotlivé části rotátorové manžety umožňuje přímou vizualizaci a rekonstrukci hrbolků a úponů rotátorové manžety. Snadněji než u deltoideopektorálního přístupu je dosažitelná a rekonstruovatelná zadní část velkého hrbolku s úponem *m. infraspinatus*. Transdeltoideální přístup umožňuje i přímou vizuální kontrolu uložení dlahy na laterální plochu proximálního humeru. Nepřímé reпозиční techniky využívající ligamentotaxi umožňují snadnější repozici, zejména valgus impakčních typů zlomenin. Přímý přístup k dislokovaným fragmentům snižuje nutnost použití Hohmanových elevatorií s nadměrnou retrakcí deltového svalu.

Nevýhodou transdeltoideálního přístupu je obava z iatrogenního poranění axilárního nervu. Techniky nepřímé repozice vyžadující dokonalejší skiaskopickou kontrolu během operačního výkonu. Výkon může být rovněž technicky obtížně proveditelný u oběžných

pacientů. V kadaverózní části naší studie jsme chtěli poukázat na možnosti verifikace axilárního nervu a na možnosti jak eliminovat iatrogení poškození axilárního nervu.

Právě obava z poškození axilárního nervu je hlavním důvodem rezervovaného přístupu k této operační technice. Doposud publikované práce ukazují minimální výskyt této komplikace a spíše se jedná o ojedinělé případy v rámci jednotlivých studií. Jak ukazují práce využívající EMG k detekci poranění nervů, jsou nálezy EMG abnormalit srovnatelné u deltoideopektorálního i transdeltoideálního přístupu⁽²²⁹⁾, případně zcela minimální EMG nálezy denervace na EMG nejsou klinicky detekovatelné a nemají klinicky korelát v konečném funkčním výsledku^(102, 172). Nálezy poranění nervů u zlomenin proximálního humeru jsou popsány i u konzervativně léčených zlomenin. Zpravidla se jedná o vícečetná poranění. Příčinou je obvykle trakční poranění jednotlivých částí brachiálního plexu během úrazového děje, případně hematom utlačující nervové struktury v době krátce po úraze. Nálezy jsou obvykle dočasné, odeznívající do několika týdnů a klinické projevy časně po úraze jsou často zcela překryty klinickými příznaky zlomeniny⁽²¹⁸⁾.

Axilární nerv pochází ze zadního svazku infraklavikulární části brachiálního plexu, běží podél *m. subscapularis*. V oblasti krčku glenoidu prochází přes *foramen humerotricipitale* (*foramen quadrilaterum*) spolu s *vasa circumflexa humeri posterior*. Dále se obtáčí po zadní straně chirurgického krčku humeru a obvykle těsně po průchodu přes foramen se dělí na dvě základní větve (*ramus anterior a ramus posterior n. axilaris*). Nerv se v 65 % větví krátce po průběhu ve *foramen humerotricipitale*, v 35 % dochází k větvení až v průběhu deltového svalu⁽¹³³⁾. Zadní větev vydává 2 – 3 motorické větvičky pro zadní část deltového svalu a senzitivní větev pro laterální oblast ramenního kloubu (*n. cutaneus brachii lateralis superior*). Přední větev vydává 7 – 8 motorických větviček pro střední a přední část deltového svalu⁽¹⁰⁶⁾. Podrobnější členění popsal Loukas na studii 50 kadaverózních preparátů. Zadní větev ve 100 % zásobuje *m. teres minor* a senzitivní oblast zevní strany ramene, v 90 % pak vydává větve pro zadní část deltového svalu. Pouze ve 38 % vydává motorické větve pro střední část deltového svalu. Přední větev ve 100 % vydává větve pro kapsulu ramenního kloubu, přední a střední část deltového svalu. V 18 % pak vydává větve pro zadní část deltového svalu. Střední část deltového svalu má duální inervaci v 38 % a zadní část pouze v 8 % případů⁽¹³³⁾.

Vlastní průběh a vzdálenost axilárního nervu od akromia je poměrně variabilní a obvykle je uváděna průměrná vzdálenost od okraje akromia kolem 5 cm. Ke snížení rizika iatrogenního poškození je doporučováno používat split přístup maximálně v délce 4 cm.

V literatuře můžeme nalézt celou řadu prací, které se snaží průběh axilárního nervu objektivizovat a stanovit vzdálenost nervu od horního okraje akromia s ohledem na snížení rizika jeho poranění. Burkhead prokázal ve studii 102 kadaverózních preparátů, že vzdálenost je značně variabilní a může, zejména u žen, být i menší než 5 cm⁽²⁸⁾. V jednom případě naměřil dokonce 3,1 cm. I další studie ukazují poměrně velkou variabilitu vzdálenosti axilárního nervu od okraje akromia (Tab. č. 13)^(1, 32, 63, 92, 106, 151, 174). Průměrná vzdálenost je do značné míry ovlivněna i metodikou měření. V přední části deltového svalu je obvykle delší a to až o 11 mm^(98, 106, 151). Kontakis popisuje v přední části deltového svalu až u 25 %

kadaverů vzdálenost axilárního nervu od okraje akromia menší než 4 centimetry. Další studie popisují vzájemný vztah mezi vzdáleností axilárního nervu a celkovou délkou paže, případně deltového svalu ^(1, 32, 174). To vysvětluje některé extrémní případy krátké vzdálenosti nervu od akromia a kratší průměrnou vzdálenost u žen ⁽²⁸⁾.

Akromioaxilární vzdálenost				
studie	průměr (mm)	min	max	počet
Abinhav 2009 ⁽¹⁾	60	45	65	30
Cetik 2004 ⁽³²⁾	60	52	69	24
Garden 2005 ⁽⁶³⁾	63,3	53,2	70,4	20
Cheung 2009 ⁽⁹²⁾	66,6	58,4	72,4	7
Kontakis 1999 ⁽¹⁰⁶⁾	56	30	75	134
Křivohlávek 2013	53,4	48	60	24
Nijs 2008 ⁽¹⁵¹⁾	55,8	43,3	63,9	30
Rotari 2012 ⁽¹⁷⁴⁾	72	60	85	16

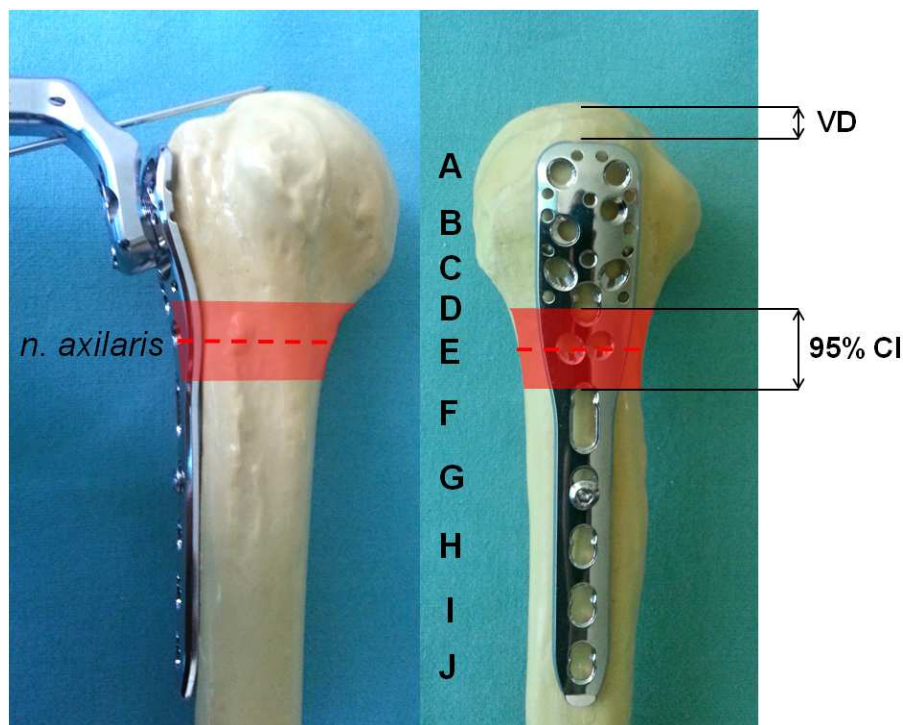
Tabulka č. 13: Vzdálenost axilárního nervu od okraje akromia. Průměrné, minimální a maximální hodnoty jsou uvedeny v milimetrech. Tučně jsou zvýrazněny minimální a maximální hodnoty.

Poloha axilárního nervu je závislá i na poloze paže. Její 90 ° elevace přiblíží axilární nerv přibližně o 30 % ⁽²⁸⁾. Cheung ve své studii 7 kadaverů zjistil průměrnou vzdálenost axilárního nervu ve střední části akromia 66,6 mm (58,4 - 72,4 mm). Přičemž při 40 ° abdukci došlo ke zkrácení vzdálenosti na 63,1 mm a při 60 ° abdukci dokonce ke zkrácení průměrné vzdálenosti na 53,9 mm (42,4 – 66,6 mm) ⁽⁹²⁾. Abhinav v případech 90 ° elevace popsal přiblížení axilárního nervu k akromiu dokonce o 20 mm ⁽¹⁾.

Řada autorů udává snadnou palpovatelnost axilárního nervu na spodní straně deltového svalu ^(3, 28, 32), což jsme potvrdili i v naší studii, kdy byl axilární nerv bezpečně palpačně identifikován na spodní straně deltového svalu a to ve všech 24 případech. Přední větve axilárního nervu byla v místě nad středem dlahy průměrně široká 1,9 ± 0,35 mm (1,4 – 2,8 mm). Nerv je v tomto místě i lehce mobilizovatelný. Gardner prokázal možnost mobilizace nervu jeho elevací bez jeho napnutí v průměru 13,4 mm ⁽²⁸⁾. Vlastní limitovaný přístup je tedy možné individuálně rozšířit na základě lokalizace nervu ověřeného palpací.

Vzhledem k tomu, že vzdálenost axilárního nervu od okraje akromia je značně variabilní a vzdálenost se může lišit i s ohledem na tonus deltového svalu v průběhu anestézie, je výhodnější hodnotit vzdálenost nervu od vrcholu velkého hrbolku. Uvedená hodnota je méně závislá na pohybu paže a svalovém tonu ramenního pletence. V současné době používané typy úhlově stabilních implantátů předpokládají anatomickou repozici před zavedením implantátu a je tedy možné stanovit vzájemný vztah nervu a použitého implantátu. Optimální poloha dlahy je 5 mm pod dolním okrajem velkého hrbolku k minimalizaci impingement syndromu způsobeného implantátem. Vzdálenost axilárního nervu od vrcholu velkého hrbolku popisuje ve studii 20 kadaverózních preparátů Gardner ⁽⁶³⁾, kdy průměrná vzdálenost byla 35,5 ± 2,3 mm (32,1 – 42,5 mm). Obdobné výsledky jsme prokázali i v naší studii, kdy průměrná vzdálenost byla 39 mm ± 2,9 mm (37 – 44 mm). Vzdálenost axilárního

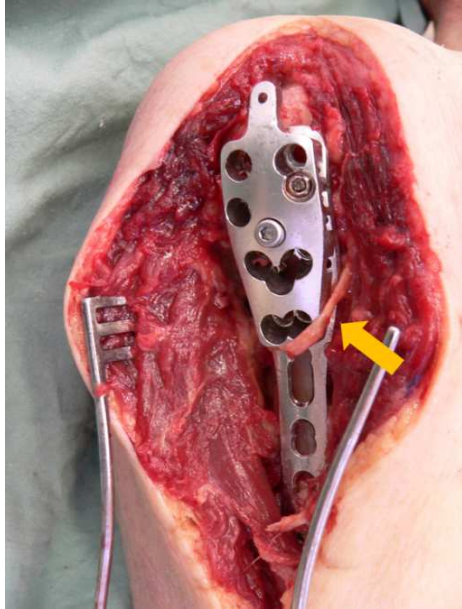
nervu k jednotlivým otvorům dlahy hodnotil Saran ve studii 9 kadaverů, kdy zkoumal vzdálenost axilárního nervu k jednotlivým otvorům dlahy Philos implantované z limitovaného transdeltoideálního přístupu ⁽¹⁷⁹⁾. U otvorů ve třetí řadě v proximální části dlahy (otvory C) byla vzdálenost k okraji axilárního nervu 15,1 mm a 95% CI (konfidenční interval spolehlivosti) byl 14,3 – 16 mm (Obr. č. 43). Tyto šrouby je tedy ještě možné využít pro stabilizaci proximálního fragmentu. Shodné výsledky ukazuje i naše studie, jako bezpečné je možné využít otvory v řadě C, zatímco otvory v řadě D a E již představují riziko iatrogenního poranění axilárního nervu.



Obr. č. 43: Lokalizace axilárního nervu od vrcholu velkého hrbolku. Projekce 95% intervalu spolehlivosti výskytu axilárního nervu. **VD** – nastavení výšky dlahy – 5 mm, **CI** – 95% konfidenční interval spolehlivosti (37,3 – 39,7 mm od okraje velkého hrbolku).

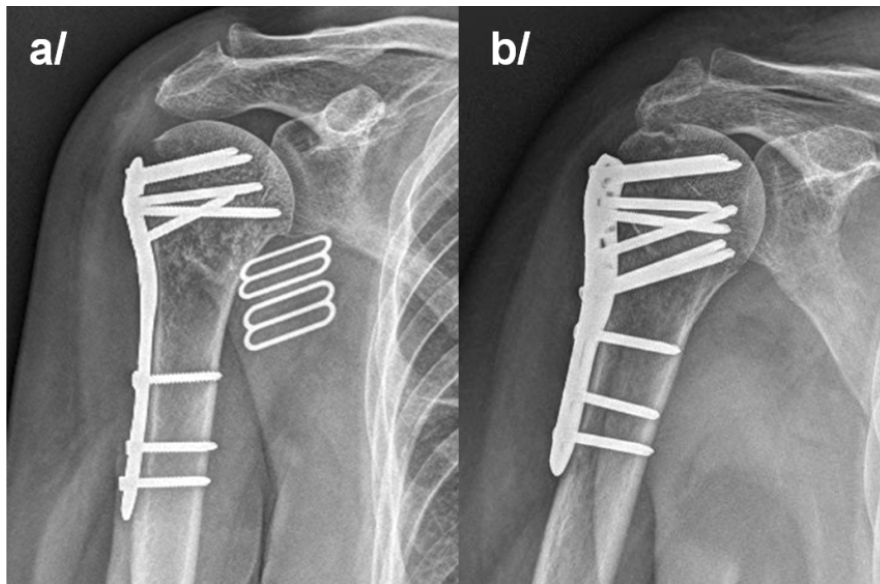
V případě fixace diafyzální části dlahy doporučuje Cheung incizi minimálně 9 cm od horního okraje akromia ⁽⁹²⁾. Podrobněji hodnotil vztah axilárního nervu k diafyzální části dlahy Saran. Prokázal průměrnou vzdálenost od prvního šroubu v diafyzální části dlahy (otvor F) jen 6,6 mm a 95 % CI 4 – 9,2 mm ⁽¹⁷⁹⁾. Relativně velká variabilita výskytu nervu nad prvním otvorem představuje riziko poškození nervu při jeho použití. Vzhledem k tomu, že je pro stabilizaci diafýzy doporučeno vynechat první otvor ve dlahy (otvor F) a k fixaci je zpravidla využíváno tří šroubů v oblasti diafýzy, je vhodné používat pouze pětiotvorovou verzi dlahy. V našem souboru byl 95% CI výskytu axilárního nervu ve vzdálenosti 51,6 – 54,8 mm od okraje akromia, respektive 37,3 – 39,7 mm od okraje velkého hrbolku (Obr. č. 43). Jako výhodné se nám v případě limitovaného přístupu jeví použití speciálního cílicího rámu (Obr. č. 33b, str. 50). Rám umožní bezpečné zavedení čtyř proximálních úhlově stabilních šroubů (otvory A - B) a čtyř distálních úhlově stabilních nebo kortikálních šroubů (otvory G – J). Horní část cílicího bloku je zmenšena vzhledem k možné nadměrné distenzi axilárního nervu. Otvory pro úhlově stabilní šrouby v řadě C jsou vyvrtány po fixaci

samostatného cílicího pouzdra pro vrták 2,8 mm ^(3, 179). Někteří autoři připouští použití původního cílicího bloku pro proximální úhlově stabilní šrouby (Obr. č. 44), za předpokladu elevace paže a mobilizace nervu před zavedením dlahy spolu s cílicím blokem ⁽¹⁸⁶⁾. Sami považujeme použití původního příliš masivního cílicího bloku za rizikové.



Obr. č. 44: Použití původního cílicího bloku. Pohled na pravý ramenní kloub – kadaverózní preparát. Stav po kompletní disekci deltového svalu k vizualizaci lokalizace axilárního nervu. Kolize axilárního nervu s cílicím blokem je označena šipkou.

Z lokalizace axilárního nervu nad otvory dlahy vychází i odlišná konstrukce finální osteosyntézy (Obr. č. 45).



Obr. č. 45: Srovnání základní montáže dlahové osteosyntézy čtyřúhlokové zlomeniny proximálního humeru – **a/** limitovaný transdeltoideální přístup, **b/** deltoideopektorální přístup.

Pokud je předpokladem zavedení alespoň 4 – 6 úhlově stabilních šroubů do proximálního fragmentu a tří šroubů do distálního fragmentu, tak při použití limitovaného přístupu, při respektování pozice axilárního nervu, musí být použita vždy pětiotvorová verze dlahy. Odlišná je konstrukce i biomechanicky. Dlahy je uložena na zevní straně humeru – na tahové straně – a z biomechanického hlediska funguje jako tzv. „tension band plate“ (tahová dlahy). Základní předpokladem správné funkce, obdobně jako u zlomenin proximálního

femoru, je rekonstrukce mediální kortikální opory. Ta zabraňuje sekundární vazotizaci, ztrátě repozice a selhání osteosyntézy – uvolnění nebo zlomení dlahy. Četné studie poukazují na vysoké riziko komplikací, při nerespektování tohoto základního principu. V případě zlomenin s tříštivou mediální kominucí doporučuje většina autorů zavedení ascendentních šroubů do oblasti *kalkar humeri* (šrouby v lini E – obrázek č. 32, strana 49). V případě pětiotvorové dlahy aplikované technikou MIPO je tříštivá zóna přemostěna. Střední část dlahy s ponechanými volnými otvory představuje elastickou část montáže. Dochází k rozložení tažných sil na větší délku dlahy. Proto se u MIPO techniky v literatuře prakticky neseťkáváme se zlomeninou implantátu. Spíše dojde jen k mírné varotizaci. Protože mediální kominuce s nemožností rekonstrukce mediální kortiky bez možnosti aplikace podpůrných šroubů do *kalkar humeri* představuje vyšší riziko komplikací, indikujeme tyto zlomeniny k jinému typu osteosyntézy. Kromě osteosyntézy dlahou z deltoideopektorálního přístupu (podpůrné šrouby), je možné využít techniku intramedulárně aplikované podpory tak jak to popsal Gardner⁽⁶²⁾. K rekonstrukci mediální kortiky využívá fibulárního štěpu aplikovaného intramedulárně během repozice z lomné linie mezi hlavicí.

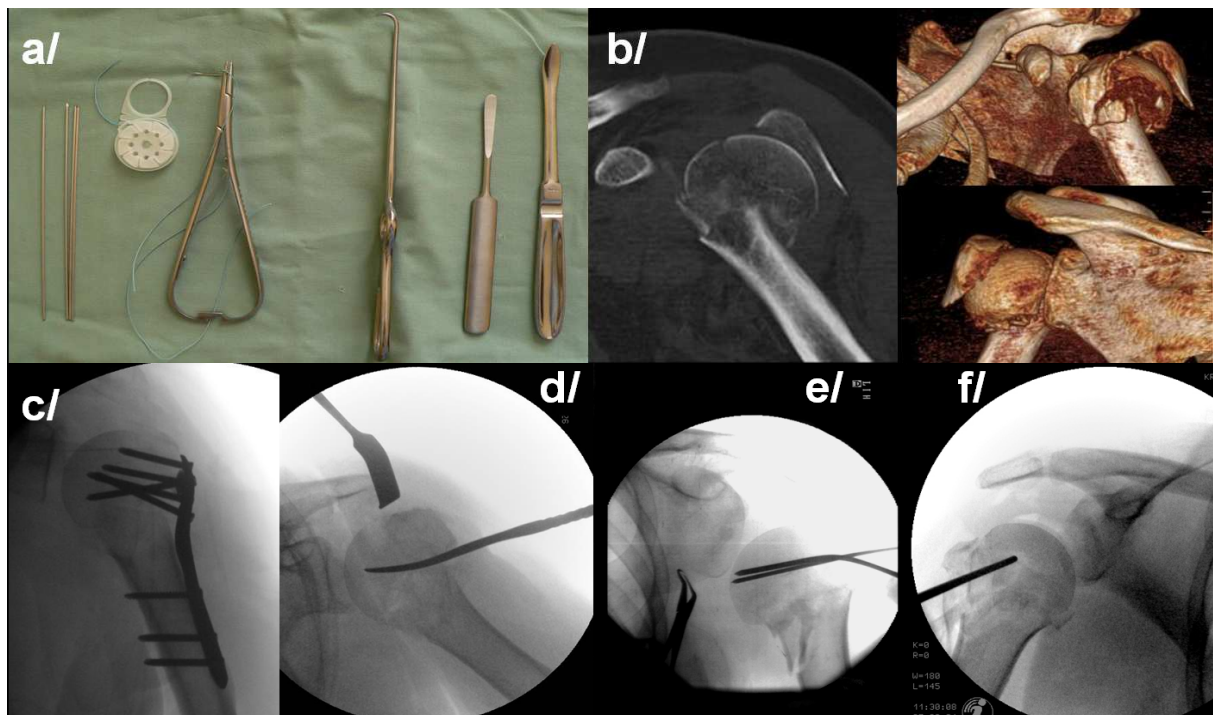
Méně invazivní přístup a snadnější repozice sebou přináší i celkově kratší operační čas i celkovou dobu RTG osvitů. Na uvedených datech se odráží i zkušenosti, které jsme získali během zavádění těchto metod do klinické praxe. Průměrná délka operace (Graf č. 10, str. 63) byla ve sledovaném období 2009 – 2011 u MIPO přístupu (SK1) $60,8 \pm 12,6$ min a u deltoideopektorálního přístupu (SK2) $103,1 \pm 14,9$ min ($p < 0,05$); 0,0001. V kontrolním období 2004 – 2005 byly sledované parametry obdobné. Průměrný operační čas u MIPO přístupu (SK4) byl $65 \pm 18,1$ min a u skupiny pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem (SK5) $90,3 \pm 39,5$ min ($p < 0,05$); 0,0135. V případě doby RTG osvitů (Graf č. 11, str. 64) je průměrná doba kratší u MIPO přístupu (SK1) $1,89 \pm 1,21$ min oproti deltoideopektorálnímu přístupu (SK2) $2,43 \pm 1,52$ min, ale rozdíly nejsou statisticky významné ($p > 0,05$); 0,1269. Daleko významnější rozdíly najdeme při srovnání souborů pacientů z let 2004 – 2005 oproti souboru z let 2009 – 2011. Významné zkrácení doby RTG osvitů odpovídá získaným zkušenostem s reпозиčními technikami. U deltoideopektorálního přístupu došlo ke statisticky významnému zkrácení doby ($p < 0,05$); 0,0055 z $4,33 \pm 1,67$ min (SK5) na $2,43 \pm 1,52$ min (SK2). Obdobně vypadala situace u MIPO přístupu. Průměrná doba byla statisticky významně zkrácena ($p < 0,05$); 0,0001 z $4,25 \pm 1,42$ min (SK4) na $1,89 \pm 1,21$ min (SK1).

Kvalita repozice je významným faktorem, který ovlivňuje konečný výsledek a zejména množství komplikací spojených s dlahovou osteosyntézou. Přestože operační léčba zlomenin proximálního humeru je problematikou často publikovanou, tak kvalitě dosažené repozice se příliš mnoho studií nevěnuje^(50, 73, 166, 187, 188). Na souboru 383 pacientů ošetřených v průběhu 7 let sledovat Hardemam kvalitu dosažené repozice u pacientů ošetřených proximálním humerálním hřebem nebo úhlově stabilní dlahou. Nedokonalá repozice zejména v oblasti mediální kortiky znamenala výrazné zvýšení počtu selhání osteosyntézy z 6 % na 26,6 %⁽⁷³⁾.

I to bylo jedním z důvodů, proč jsme se v naší studii zaměřili na kvalitu dosažené repozice. Nedostatečná repozice a fixace hrbolků vede k omezení rozsahu pohybů hlavně

z důvodů impingement syndromu a selhání rotátorové manžety jako funkčního celku. Nedostatečná rekonstrukce mediální kortiky významně ovlivňuje ztrátu repozice či selhání osteosyntézy a správná repozice kolodiazálního úhlu přímo souvisí s konečnými funkčními výsledky. Hardeman prokázal statisticky významný rozdíl funkčních výsledků v ASES skóre. U pacientů s varózní dislokací bylo skóre 70,8 bodů, v případě neutrální pozice 77,8 bodů a v případě valgózní dislokace bylo funkční ASES skóre 78,7 bodů. Pooperační malpozice více jak 10 ° byla zaznamenána u jedné třetiny operovaných⁽⁷³⁾. Solberg prokázal vztah mezi konečnými funkčními výsledky a kvalitou repozice. U pacientů s varózní dislokací menší než 5 ° již nebylo zaznamenáno další zhoršování postavení a výsledné CM skóre bylo 76 bodů. U pacientů s nedokonalou repozicí hlavice s ponechanou varozitou 5 – 20 °, docházelo v průběhu léčby k progresivnímu zhoršení o 7,9 ° a výsledné CM skóre bylo 66 bodů. Tam, kde byla primární repozice hlavice ve varozitě více jak 20 ° došlo ve všech případech (čtyři pacienti) k selhání osteosyntézy s nutnou konverzí na hemiartroplastiky s výsledným CM skóre 47 bodů⁽¹⁸⁸⁾. Obdobné zkušenosti publikoval Agudelo. U zlomenin, kde byla po repozici ponechána hlavice v úhlu nad 120 °, byla pozorována ztráta repozice v 11 % a u pacientů s varózní hlavicí pod 120 ° byla 30,4 %. Ve většině případů se jednalo o časné selhání fixace po operaci, kdy v 76 % došlo k dislokaci do 4 týdnů, do 12 týdnů pak ve 100 %⁽⁶⁾.

Repozice zlomenin s intaktním mediálním periostem je poměrně snadná. Hlavice bývá dislokována varózně. Fixační stehy naložené na hrbolky se svalovými úpony nám umožní získat prostor pro manipulaci s hlavicí. Z limitovaného přístupu můžeme metodou postupných kroků naložit stehy na všechny části hrbolků (malý hrbolok – m. subscapularis, laterální část velkého hrbolku – m. supraspinatus, a zadní část velkého hrbolku – m. infraspinatus). Jejich odtazením získáme přístup k hlavici humeru, kterou můžeme reponovat pomocí raspatoria nebo elevatorii (Obr. č. 46). V případě intaktního mediálního periostu je tento způsob repozice čtyřúhlových zlomenin snadný. Pokud je mediální periost roztržen, reпозиční manévry doplňujeme repozicí pomocí K – drátů zavedených jako joystick nebo pomocí šetrné repozice kostním hákem. V případě, že je některý ze svalových úponů spojen s hlavicí, napomáhá tah za stehy vlastní repozici. Po dosažení repozice transfixujeme jednotlivé úlomky K – dráty. Podle našich zkušeností je repozice z limitovaného přístupu nejen šetrnější, s nižším rizikem sekundárního poškození cévního zásobení hlavice, ale i snadnější (Tab. č. 8, str. 65). Pokud jsme hodnotili výslednou kvalitu dosažené repozice u všech pacientů operovaných MIPO přístupem (SK1 a SK4), tak v případě excelentní repozice, nebo excelentní a dobré repozice jsou dosažené výsledky statisticky významně lepší oproti pacientům operovaným deltoideopektorálním přístupem ($p < 0,05$); 0,0005 a 0,0137. Excelentní nebo dobré repozice bylo dosaženo až v 90 % případů. Rovněž bylo zaznamenáno zlepšení kvality repozice v případě deltoideopektorálního přístupu. Při hodnocení výsledků z let 2004 – 2005 oproti výsledkům z let 2009 – 2011 došlo ke zvýšení počtu pacientů s excelentní repozicí z 37 % na 63 %, ($p < 0,05$); 0,0361. V případě excelentní a dobré repozice bylo zlepšení z 59 % na 87 % ($p > 0,05$); 0,0686.



Obř. ř. 46: Repoziční techniky – **a/** nástroje pro miniinvařivní repoziçi, **b/** dislokovaná řtyřlůmkovř zlořenina – CT rekonstrukce, **c/** stav po perkutřnní repoziçi a osteosyntřze, **d/** repoziçe hlavice pomocí elevatoria, **e/** repoziçe pomocí K - drřtř technikou joystick, **f/** repoziçe kostnřm hřkem

Pokud jsme v souboru vřech nařich 73 prospektivně sledovanřch pacientřů ořetřenřch řhlově stabilnř dlahou (SK1,SK2,SK4,SK5) sledovali zřvislost kvality dosaženě repoziçe, bez ohledu na typ pouřitěho přřstupu nebo typ zlořeniny, tak byla zaznamenřna statisticky vřznamnř zřvislost dosaženě pooperační kvality repoziçe na konečnřm funkčnřm vřsledku (Tab. ř. 14). Ve 42 přřpadech (57 %) bylo dosaženo excelentnř repoziçe zlořeniny a funkčnř vřsledky byly vyhodnoceny jako statisticky vřznamně lepřř oproti vřem zbřvajřcřm skupinřm. Obdobně vřsledky platřř i pro stav, kdy jsme porovnávali vřsledku u pacientřů s excelentnř a dobrou repoziçí (78 %). To je podle nařeho nřzoru jednřm z hlavnřch dřvodř, proř rřzně typy operačnřch vřkonř dřvřjř přbliřně stejně vřsledky. Vřce neř na typu pouřitěho implantřtu zřleřř na kvalitě repoziçe!

Zřvislost kvality repoziçe na funkčnřch vřsledcřch n = 73 (SK1, SK2, SK4 a SK5)							
kvalita repoziçe	n	%	rCMS	5	≤ 4	4	≤ 3
6	42	57	80,4 ± 15	0,0225 *	0,000191 *	0,000443 *	0,009566 *
6 - 5	57	78	77,6 ± 17,3	X	0,001168 *	0,001168 *	0,034948 *
5	15	21	69,9 ± 20,6	X	0,137777	0,116147	0,290921
≤ 4	16	22	60,9 ± 22	0,137777	X	X	X
4	9	12	58,2 ± 23,1	0,116147	X	X	X
≤ 3	7	10	64,4 ± 20	0,290921	X	X	X

Tab. ř. 14: Zřvislost kvality repoziçe zlořeniny proximřlnřho humeru na konečnřch funkčnřch vřsledcřch. Kvalita repoziçe: 6 – excelentnř, 5 – dobrř, 4 – uspokojivř, 3 ≤ neuspokojivř, * – statisticky vřznamně vřsledky.

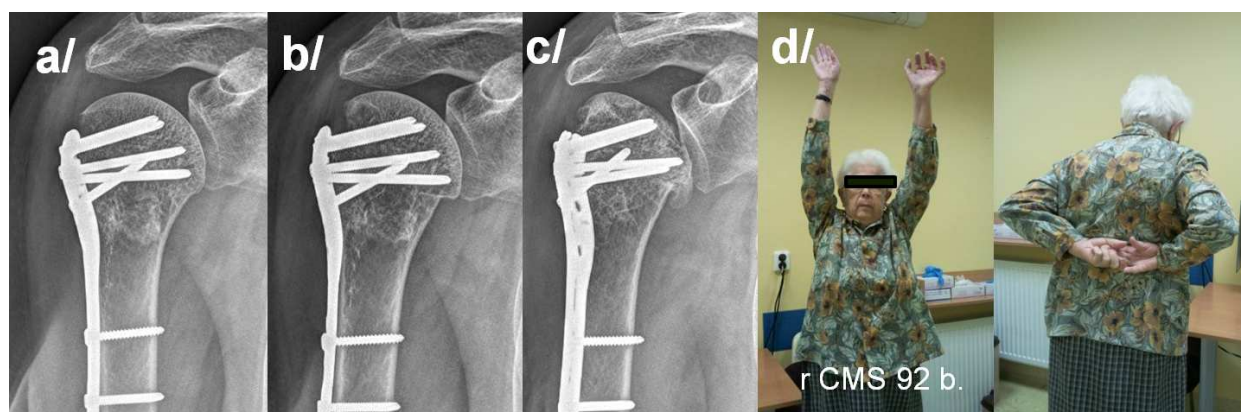
MIPO zlomenin proximálního humeru - přehled literatury												
autor	n	věk	typ zlomeniny - úlomkové A, B, C	3 a 4 (%)	typ dlahy	funkční výsledky	AVN (%)	infekt (%)	poranění n. axilaris (%)	varus dislokace	selhání OS	poznámka
Lill H. 2004 (128)	29	63	8 - 16 - 5	72	LPHP	rCMS 74	*	0	0	1 (3,4 %)	3x zlomená dlahá (10,3 %)	
Lafamme G. 2008 (116)	34	64	22 - 12 - 0	35	Philos	rCMS 82	0	*	*	*	*	
Acklin Y. 2009 (2)	29	64	14 - 10 - 5	52	Philos	rCMS 78	0	0	1 parc. (3,4 %)	1 (3,4 %)	*	MIPO 45 % všech OP
Röderer G. 2010 (171)	52	70	15 - 27 - 10	71	NCB-PH	rCMS 77	3 (5,7 %)	2 (3,8 %)	0	*	*	
Altman G. 2011 (8)	21	56	8 - 8 - 5	62	Philos	DASH 26	0	0	0	*	*	
Rucholtz S. 2011 (177)	80	67	18 - 48 - 14	78	NCB-PH	rCMS 68	0	1 (1,3 %)	*	7 (8,7 %)	2 (2,5 %)	
Barco R. 2012 (10)	23	62	0 - 23 - 0	100	NCB-PH	rCMS 74	0	2 (8,6 %)	1 parc. (4,3 %)	4 (17,7 %)	*	MIPO 64 % všech OP
Acklin Y. 2012 (3)	41	64	20 - 14 - 7	52	Philos	rCMS 78	*	*	1 parc. (2,4 %)		*	MIPO vše mimo předních luxaci a vaskul. poranění
Acklin Y. 2013 (4)	97	62	18 - 46 - 33	81	Philos	rCMS 91	8 (8,2%)	*	4 parc. (4,1 %)	7 - 7,2 %	0	
Imarisio D. 2013 (59)	29	53	15 - 11 - 3	48	NCB-PH	rCMS 79	0	0	0	2 (6,9 %)	1 (3,4 %)	
Křivohlávek M. 2013	23	58	0 - 10 - 14	100	Philos	rCMS 79	2 parc. + 2 kompl. (8,6 %)+ 8,6 %	1 (4,3 %)	0	3 (13 %)	2 (8,6 %)	

Tab. č. 15.: Přehled miniinvazivní dlahové osteosyntézy proximálního humeru, * - uvedeny údaj není v publikaci uveden

Pokud jsme hodnotili námi dosažené funkční výsledky s ostatními autory, tak jsme nezaznamenali zásadní rozdíly (Tab. č. 15).

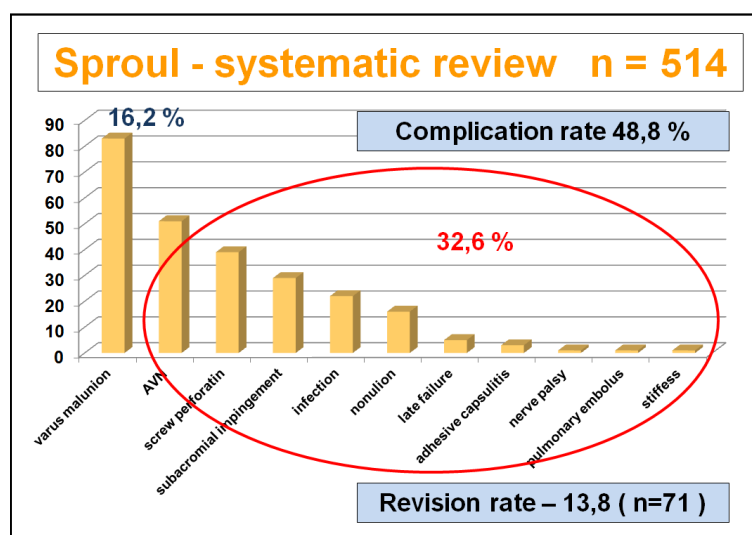
Nejlepších funkčních výsledků dosahuje Acklin⁽⁴⁾ s 91 body rCMS. Jeho soubor ale obsahuje 18 (19 %) méně závažných dvouúlomkových zlomenin. Dále je publikovaný soubor jen částí pacientů operovaných v letech 2007 – 2010. Autor uvádí, že celkem operovali 223 zlomenin proximálního humeru a MIPO přístup byl využit u 191 pacientů, ale konečné funkční výsledky byly vyhodnoceny jen u 97 (50 %). Za povšimnutí stojí nárůst počtu MIPO přístupů v jednotlivých publikacích. Zatímco v roce 2009 činil podíl MIPO na celkovém počtu osteosyntéz proximálního humeru 45 %⁽²⁾, tak v roce 2012 to bylo již 64 %⁽³⁾ a v roce 2013 dokonce 85 %⁽⁴⁾. Na základě zkušeností autor doporučuje použití této techniky ve všech případech osteosyntéz zlomenin proximálního humeru s výjimkou zlomenin spojených s přední luxací ramene nebo zlomenin se současným cévním poraněním. Další větší soubor celkem 80 pacientů publikoval Rucholtz⁽¹⁷⁷⁾. Obdobně i tento soubor obsahuje 22 % dvouúlomkových zlomenin, ale funkční výsledky rCMS dosahují jen 68 bodů. Röderer publikovat soubor 52 pacientů ale pouze ve 37 případech (71 %) se jednalo o tří- nebo čtyřúlomkové zlomeniny⁽¹⁷¹⁾. Ostatní publikované práce zahrnují počty pacientů srovnatelné s naším souborem (21 -34 pacientů)^(8, 10, 95, 116, 128). Pouze jedna práce zahrnuje jen závažnější typy zlomenin. Barco, hodnotil 23 pacientů s tříúlomkovými zlomeninami ošetřenými MIPO technikou s využitím úhlově stabilní dlahy NCB-PH (Zimmer)⁽¹⁰⁾. Práce nezahrnuje čtyřúlomkové zlomeniny, které tvořily v našem souboru 60 %.

Napřič všemi pracemi je prezentováno nízké procento nejzávažnějších komplikací. Infekční komplikace (0 – 8,6 %), selhání osteosyntézy (0 – 10,3 %), poranění *n. axilaris* (0 – 4,3 %) jsou zaznamenány jen jako ojedinělé případy. Acklin popisuje 4 případy parciální léze axilárního nervu (4,1 %) s částečnou hypotrofií přední porce deltového svalu, která neměla vliv na konečný funkční výsledek. Žádná z uvedených prací nevyužívala hodnocení poranění axilárního nervu EMG vyšetření. Kompletní avaskulární nekróza se pohybovala od 0 do 8,6 %. V našem souboru (SK1) pak byla zaznamenána parciální avaskulární nekróza v dalších dvou případech (8,6 %). Sproul ve své metaanalýze pacientů ošetřených úhlově stabilní dlahou z deltoideopektorálního přístupu udává AVN 10 %⁽¹⁹³⁾. Přítomnost kompletní avaskulární nekrózy zásadně ovlivňuje funkční výsledek. Pokud jsme hodnotili AVN v našem souboru všech pacientů ošetřených úhlově stabilní dlahou s kompletním sledovacím protokolem (n=73), tak jsme zaznamenali AVN celkem v jedenácti případech (15 %), z toho v pěti případech (6,8 %) se jednalo o kompletní AVN. Funkční výsledky pacientů s nálezem AVN byly $55,9 \pm 19,8$, respektive $48,5 \pm 16,9$ bodů rCMS ve skupině pouze s kompletní AVN, zatímco u pacientů bez známek AVN byly funkční výsledky $77,9 \pm 17,8$ bodů rCMS ($p < 0,05$); 0,0004, respektive při porovnání s pacienty s kompletní AVN ($p < 0,05$); 0,0001. Parciální AVN hlavice neznamenala zásadní rozdíl ve výsledné funkci ramene. Funkční rCMS bylo $75,6 \pm 11,5$ a zjištěné hodnoty nebyly statisticky významné ($p < 0,05$); 0,4428, naproti tomu rozdíl ve funkčních výsledcích parciální a kompletní AVN statisticky významný byl ($p < 0,05$); 0,0229.



Obr. č. 46: Parciální avaskulární nekróza, funkční výsledky. Čtyřúlomková vagus impakční zlomenina (Obr. č. 5, str. 14), 75 let - **a/** stav po operaci MIPO, **b/** RTG nález 1 rok po OP, **c/** RTG nález 2 roky po OP, **d/** funkční výsledek 2 roky po OP.

Kritické práce hodnotící operační léčbu zlomenin proximálního humeru úhlově stabilnímu dlahami poukazují na poměrně vysoké procento komplikací^(110, 193). Sproul sestavil metaanalýzu dvanácti studií do které zařadil celkem 514 pacientů. Průměrný věk byl 62 let, 66,3 % žen (n = 341) a 33,7 % mužů (n = 173), 34 % zlomenin dvouúlomkových (n = 175), 44,7 % tříúlomkových (n = 230) a 21 % čtyřúlomkových (n = 109). Celkem bylo zaznamenáno 48,8 % (n = 251) komplikací a reoperace byly provedeny v 13,8 % (n = 71). Četnost jednotlivých komplikací je uvedena na obrázku č. 47. V našem sledovaném souboru pacientů ošetření MIPO (SK1) byla četnost komplikací 35 %. Z čehož 17 % komplikací nevyžadovalo operační výkon (Tab. č. 10, str. 65). Následný operační výkon byl proveden celkem u pěti pacientů (21 %). V jednom případě se jednalo o infekční komplikaci, která si vyžádala extrakci materiálu po zhojení zlomeniny. Ve dvou případech došlo k selhání osteosyntézy. V jednom případě byla provedená prostá extrakce kovů, ve druhém případě byl stav řešen implantací reverzní protézy. V jednom případě byla pro AVN hlavice indikována konverze na hemiarthroplastiku. Rovněž jednou jsme prováděli refixaci dislokovaného velkého hrbolku. Procento revizních operací je v našem souboru vyšší ve srovnání a souborem Sproula, ale je třeba si uvědomit, že náš soubor obsahuje pouze větší počet prognosticky závažnějších zlomenin. Procento nejzávažnějších čtyřúlomkových zlomenin je v našem souboru 60 % a je oproti práci Sproula prakticky trojnásobný⁽¹⁹³⁾. Hardeman udává průměrný počet selhání 15,5 % a průměrný počet revizních operací 23,3 %. Vyšší počet selhání pozoroval v případě nedokonalé repositiony mediální kortiky, jak bylo uvedeno výše. Vyšší procento komplikací rovněž našel u zlomenin typu C podle AO klasifikace. Tyto zlomeniny mají výrazně horší prognózu a počet selhání dosahoval už 31,9 % a počet reoperací 38,1 %. Kombinace zlomeniny typu C a varózní dislokace znamenala nárůst počtu selhání na 47,1 % a počtu reoperací na 52,9 %. Ještě vyšší počet komplikací byl zaznamenán v případě přítomnosti známek avitální hlavice podle Hertelových kritérií (Obr. č. 35, str. 74), kdy zlomeniny proximálního humeru se zachovalou hlavici měli pouze 7 % selhání a 16,1 % komplikací oproti 57,7 % selhání a 63,5 % komplikací u pacientů s devitalizovanou hlavici⁽⁷³⁾.



Obr. č. 47: Přehled komplikací – metaanalýza literatury. Volně podle Sproula ⁽¹⁹³⁾.

Jako další významný faktor v případě osteosyntézy úhlově stabilní dlahou je často udávána inciální dislokace zlomeniny. Solberg zaznamenal statisticky významně horší funkční výsledky u pacientů s primární varózní dislokací. Ti měli rCMS 71,2 oproti 63,3 ⁽¹⁸⁷⁾. Tyto zlomeniny tvoří přibližně jen 10 % všech zlomenin a tvoří nehomogenní skupinu poranění napříč jednotlivými klasifikačními systémy. Ale právě tato skupina, s častou mediální kominucí, představuje ty případy, kdy dlahová osteosyntéza často selhává a dává špatné funkční výsledky ^(121, 168). Robinson publikoval studii 47 pacientů s inciální varózní dislokací více než 100 °, s průměrným kolodiafyzálním úhlem 68 ° ⁽¹⁶⁸⁾. Jedná se o prognosticky velmi nestabilní zlomeniny s vysokým počtem komplikací a selhání. Všechny zlomeniny byly reponovány z deltoideopektorálního přístupu s repozicí kolodiafyzálního úhlu na průměrných 136 °. Tedy do lehké valgozity. Velký důraz byl kladen na rekonstrukci mediální kortiky. V případě kominutivní nebo defektní kortiky byl během operace, intramedulárně z lomné linie, aplikován alloštěp. Výsledné rCMS bylo 86 bodů s reoperací v 7 případech (14 %) a selháním osteosyntézy pouze ve dvou případech (4,2 %). Obdobným způsobem doporučuje rekonstruovat defektní mediální kortiku Gardner, který používal podobným způsobem alloštěp fibuly ⁽⁶¹⁾. Podle našich zkušeností je v případech kominutivní mediální kortikálie výhodnější použití intramedulárního implantátu – tedy proximálního humerálního hřebu. Jde o obdobnou situaci jako je v případě nestabilních pertochanterických zlomenin, kdy většina autorů dnes dává přednost proximálnímu femorálnímu hřebu.

Závislost počtu komplikací u miniinvazivní dlahové osteosyntézy zlomenin proximálního humeru na zkušenostech operátora sledoval ve své práci Rucholtz ⁽¹⁷⁷⁾. Při hodnocení komplikací u 80 operovaných pacientů, rozdělil operační výkony podle zkušeností operátora do třech skupin. První skupinu tvořili zkušení operatři specializovaní na miniinvazivní osteosyntézu (board-certified trauma surgeons trained in MIPO), druhou skupinu tvořili, mladí chirurgové (junior surgeons) s asistencí chirurga z první skupiny a třetí skupinu tvořili zkušení chirurgové bez speciální přípravy nebo tréninku v miniinvazivní osteosyntéze (senior surgeon without MIPO training). Prokázal statisticky významné rozdíly mezi první a druhou skupinou při hodnocení, počtu komplikací, trvání operačního výkonu a vysoce statisticky významné výsledky mezi první a třetí skupinou (Tab. č. 16).

Závislost počtu komplikací MIPO proximálního humeru na zkušenostech operátora			
	Experienced Surgeon	Junior Surgeon Assisted by Experienced Surgeon	Untrained Surgeon
n	45	24	11
počet komplikací	4	6	5
% komplikací	8,9	25	45
trvání OP výkonu (min)	57,4 ± 19,8	70,4 ± 17,6	88,9 ± 48,6

Tab. č. 16: Závislost počtu komplikací MIPO proximálního humeru na zkušenostech operátora. Volně podle Rucholtze ⁽¹⁷⁷⁾.

Hlavním limitem kadaverózní části naší studie je implantace dlahy na neporaněnou pažní kost. Na druhou stranu použití úhlově stabilní dlahy předpokládá repozici ještě před implantací dlahy. Repozice dislokovaných zlomenin z limitovaného přístupu je po zvládnutí přímých a nepřímých reпозиčních technik s dokonalým RTG zobrazením, podle našich zkušeností mnohem snazší. Hodnocení poškození axilárního nervu bylo pouze makroskopické. Jako vhodnější by bylo provést studii s EMG (elektromyografickým) vyšetřením na dostatečně velkém souboru pacientů, které by mohlo odhalit subklinické nálezy denervace.

Sledovaný soubor operovaných pacientů miniinvazivním přístupem (SK1) je relativně malý. Zahrnoval pouze 23 pacientů. Jde ale o skupinu prognosticky závažnějších typů poranění ramenního kloubu a v tomto ohledu je naše skupina jedinečná. Dalším limitem je selekce pacientů pro MIPO. Část pacientů na našem pracovišti s tříúlomkovou a čtyřúlomkovou je indikována k osteosyntéze úhlově stabilním proximálním humerálním hřebem, podle zkušeností a preferencí operujícího lékaře. V některých případech je dlahy indikována jako implantát druhé volby při pooperačním selhání osteosyntézy hřebem. Naším hlavním cílem bylo určit pro jaké typy zlomenin je tato technika vhodná a jakým způsobem je možné eliminovat komplikace.

Jak ukazují četné práce z poslední doby, bude problematika zlomenin proximálního humeru i nadále jedním ze zásadních témat současné traumatologie a ortopedie. Pro správné zhodnocení léčebného algoritmu bude nutné provést prospektivní, randomizované, studie na dostatečně velkém souboru pacientů. V současné době probíhá několik projektů. Anglická studie ProFHER (PROximal Fracture of the Humerus: Evaluation by Randomisation) ⁽⁷¹⁾. Tato studie porovnává výsledky konzervativní léčby s osteosyntézou u dvouúlomkových zlomenin, přičemž k operační léčbě je možné použít úhlově stabilní dlahu nebo proximální humerální hřeb. V případě tříúlomkových a čtyřúlomkových zlomenin budou výsledky porovnány ve skupinách pacientů léčených konzervativně, osteosyntézou úhlově stabilní dlahou nebo proximálním humerálním hřebem a třetí skupinu tvoří primární hemiarthroplastika. Doba minimálního sledování je stanovena na dva roky. Holandská studie HOMERUS si vzala za cíl porovnat výsledky konzervativní léčby a primární náhrady

ramenního kloubu hemiartroplastikou u dislokovaných luxačních tříúložkových a čtyřúložkových zlomenin u pacientů nad šedesát let ⁽⁷⁵⁾. Srovnání výsledků dislokovaných tříúložkových a čtyřúložkových zlomenin u pacientů nad 60 let ošetřených LCP dlahou nebo hemiartroplastikou plánuje srovnat v prospektivní studii Verbeek ⁽²¹⁶⁾. Obdobně je postavena finská studie Launonen, opět prospektivní, randomizovaná, multicentrická studie, která bude srovnávat výsledky konzervativně léčených dvouúložkových zlomenin oproti osteosyntéze úhlově stabilní dlahou. V případě komplexních poranění (tříúložkové a čtyřúložkové zlomeniny) budou pacienti randomizováni do tří skupin – konzervativní léčba, úhlově stabilní dlaha (Philos Synthes) a hemiartroplastika (Epoca – Synthes) ⁽¹¹⁹⁾.

10. ZÁVĚR

A. Závěry kadaverózní části projektu:

V první části projektu jsme provedli 24 implantací úhlově stabilní dlahy na kadaverózních preparátech s cílem ověřit bezpečnost MIPO techniky. Z naší studie vyplývají následná doporučení pro klinickou praxi.

1. Vzdálenost axilárního nervu je poměrně variabilní. V našem případě byl axilární nerv uložen v rozmezí 48 – 60 mm od okraje akromia. Literární údaje udávají rozptyl od 30 do 72 mm.
2. Axilární nerv je dobře palpovatelný na spodní straně deltového svalu. V případě limitovaného přístupu je vhodné provést nejprve krátkou incizi a po palpační verifikaci nervu ji případně rozšířit.
3. Axilární nerv je lehce mobilizovatelný což umožňuje bezpečnou implantaci dlahy z limitovaného přístupu. Před implantací dlahy pod deltový sval je vhodné lehce elevovat paži.
4. V případě správně zreponované zlomeniny a správně přiložené dlahy je možné bezpečné použití šesti proximálních a čtyř distálních šroubů u pětiovtvorové verze dlahy.
5. Použití původního cílicího bloku představuje riziko trakčního poranění axilárního nervu. Bezpečnější je implantace dlahy s využitím nové verze cílicího rámu.

B. Závěry klinické části projektu:

V druhé klinické části naší studie se nám podařilo vytvořit skupinu celkem 24 prospektivně sledovaných pacientů s kompletním sledovacím protokolem. Ve všech případech se jednalo o prognosticky závažnější typy dislokovaných zlomenin proximálního humeru (tří a čtyřúhlovkové zlomeniny).

1. MIPO zlomenin proximálního humeru s sebou přináší statisticky významně kratší operační čas ve srovnání s deltoideopektorálním přístupem ($p = 0,0001$).
2. Doba RTG osvitů je v průměru kratší u techniky MIPO oproti osteosyntéze z deltoideopektorálního přístupu, ale výsledky nejsou statisticky významné ($p = 0,1269$). Statisticky významný rozdíl v délce RTG osvitů byl pozorován při hodnocení pacientů operovaných v roce 2009 – 2011 v porovnání s kontrolním souborem pacientů z let 2004 – 2005 ($p = 0,0056$).

3. Limitovaný přístup nebrání dosažení dostatečné repozice i u dislokovaných zlomenin. Excelentní repozice bylo dosaženo u 70 % pacientů a dobré u dalších 20 %.
4. Při srovnání pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem v letech 2009 – 2011 (SK2) ve srovnání s kontrolním souborem z let 2004 – 2005 (SK5) došlo ke zvýšení počtu pacientů s excelentní repozicí z 37 na 63 % ($p = 0,0361$). Při hodnocení excelentní a dobré repozice bylo zlepšení z 59 na 87 % již statisticky nevýznamné ($p = 0,0687$).
5. Kvalita dosažené repozice je přímo úměrná funkčním výsledkům. Průměrné rCMS (u obou operačních přístupů) u pacientů s excelentní repozicí bylo $80,4 \pm 15$ a u pacientů s excelentní a dobrou repozicí $77,6 \pm 17,3$ bodů. Uvedené hodnoty jsou statisticky významně lepší ($p < 0,05$) než funkční výsledky pacientů kterékoliv skupiny s horší kvalitou repozice.
6. V 8,6 % jsme u limitovaného přístupu prokázali kompletní a v 8,6 % parciální avaskulární nekrózu. Vyšší výskyt odpovídá selekci závažnějších typů poranění. Funkční výsledky (ve všech sledovaných skupinách) u pacientů bez známek AVN jsou statisticky významně lepší oproti pacientům bez známek AVN ($p = 0,0003$). Rovněž statisticky významné jsou rozdíly mezi funkčními výsledky parciální a kompletní AVN ($p = 0,0229$). Jako statisticky nevýznamné byly vyhodnoceny rozdíly ve funkčních výsledcích mezi pacienty bez známek AVN a s parciální AVN ($p = 0,4428$).
7. V našem souboru jsme v sledovaném období nezaznamenali klinicky manifestní poranění axilárního nervu při limitovaném transdeltoideálním přístupu. Nízký výskyt této komplikace ukazuje na bezpečnost tohoto přístupu při dodržení závěrů kadaverózní studie.
8. Funkční výsledky a počty komplikací v naší studii jsou srovnatelné s literaturou. Náš soubor je menší, než udávají některé publikace, na druhou stranu je jedinečný poměrem prognosticky závažnějších typů zlomenin.
9. MIPO proximálního humeru představuje bezpečný postup při ošetření těchto zlomenin.

11. SOUHRN

Úvod:

Zlomeniny proximálního humeru patří mezi tři nejčastěji se vyskytující zlomeniny v dospělém věku. Obvykle vznikají jako následek nízkoenergetického úrazu u pacientů vyššího věku s určitým stupněm osteoporózy. Většina zlomenin je nedislokovaných nebo s minimální dislokací a mohou být léčeny konzervativně s dobrým funkčním výsledkem. Operační léčba dislokovaných osteoporotických a zejména víceúlomkových zlomenin je zatížena vysokým procentem komplikací. Strategie léčby je nejednotná. Použití nové generace úhlově stabilních implantátů výrazně zvětšilo naše možnosti stabilní fixace zlomenin a to i v osteoporotickém terénu.

Dlahová osteosyntéza úhlově stabilní dlahou nebo úhlově stabilním hřebem je v současné době většinou traumatologů a ortopedů považována za metodu volby. Jako obecně preferovaný přístup pro dlahovou osteosyntézu zlomenin proximálního humeru je doporučován deltoideopektorální přístup s limitovanou disekcí měkkých tkání. Tak jako v jiných lokalitách, jsme v posledních letech svědky snahy o aplikace principu biologické osteosyntézy s využitím implantace úhlově stabilních dlah MIPO technikou. Dlahová osteosyntéza z limitovaného transdeltoideálního přístupu (delta split) – představuje alternativní techniku oproti obecně užívanému deltoideopektorálním přístupu. Hlavní obavou při využití miniinvazivního přístupu je možnost iatrogenního poškození axilárního nervu, nedokonalé repozice zlomeniny a nedostatečné kontroly nad pozicí dlahy. Proto byl tento přístup využíván hlavně pro nedislokované nebo minimálně dislokované, zpravidla dvouúlomkové zlomeniny nebo jednodušší tříúlomkové zlomeniny proximálního humeru. První dobré zkušenosti s MIPO technikou u málo dislokovaných, převážně jednodušších typů zlomenin nás vedly k rozšíření této techniky i na závažnější a více dislokované zlomeniny.

Materiál a metodika:

Vlastní studie byla rozdělena do dvou základních částí. Kadaverózní a klinickou. V kadaverózní části studie bylo provedeno celkem 24 implantací úhlově stabilní dlahy Philos z miniinvazivního anterolaterálního přístupu na 12 kadaverech. Po provedení proximální incize byl proveden pokus o palpační verifikaci *n. axilaris* na spodní straně deltového svalu, následně byla implantována pětiovtvorová verze úhlově stabilní dlahy Philos, která byla zaváděna s pomocí cílícího rámu. Dlahy byla proximálně fixována čtyřmi šrouby a třemi šrouby v oblasti diafýzy. Na závěr byly oba řezy spojeny. Axilární nerv byl vypreparován na zevní straně paže a byly změřeny vzdálenosti axilárního nervu od vrcholu velkého hrbolku a okraje akromia.

V klinické části projektu byli prospektivně hodnoceni pacienti s tří a čtyřúlomkovou zlomeninou proximálního humeru operovaní v Traumacentru KN Liberec a.s. v letech 2009 – 2011 úhlově stabilní dlahou z limitovaného transdeltoideálního přístupu. Konečné funkční výsledky a komplikace byly hodnoceny po 12 měsících. Dosažené výsledky byly porovnány

se skupinou pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem z let 2009 – 2011 a skupinou prospektivně sledovaných pacientů ošetřených úhlově stabilní dlahou v Traumacentru KN Liberec a.s. v průběhu trvání Grantu IGA MZ ČR č. 7761 z let 2004 – 2005.

Ke statistickému zhodnocení výsledků byl použit Studentův T-test na hladině statistické významnosti 0,05.

Výsledky:

V kadaverózní části studie byl axilární nerv ve všech případech bezpečně palpačně identifikovatelný na spodní straně deltového svalu. Ani v jednom případě implantace dlahy MIPO technikou nebylo prokázáno přerušení nervu. Proximální řez byl průměrně $56 \pm 2,8$ mm dlouhý (52 – 64 mm), distální incize pak $32 \pm 2,5$ mm (28 – 35 mm). Střední volná část kryjící axilární nerv byla dlouhá průměrně $45 \pm 4,3$ mm (38 – 54 mm). Průměrná šířka nervu byla $1,9 \text{ mm} \pm 0,35 \text{ mm}$ (1,4 – 2,8 mm). Průměrná vzdálenost axilárního nervu od vrcholku velkého hrbolku byla $39 \pm 2,9 \text{ mm}$ (37 – 44 mm) a $53 \pm 3,9 \text{ mm}$ (48 – 60 mm) od dolního okraje akromia. V 80 % se nerv nacházel v prostoru určenému pro šrouby směřující do oblasti *calcar humeri* ve 20 % pak nad otvorem pro šroub směřující do centra hlavice. Ani v jednom případě nebyla prokázána lokalizace nervu nad prvními šesti nejproximálněji uloženými šrouby.

Do klinické části studie limitovaného transdeltoideálního přístupu bylo zařazeno celkem 24 pacientů 6 mužů (25 %) a 18 žen (75 %) s průměrným věkem $59,1 \text{ let} \pm 15,4$ (MIN 21 - MAX 80). Kontrolní skupinu pacientů tvořilo 8 pacientů operovaných deltoideopektorálním přístupem; 6 mužů (75 %) a 2 ženy (25 %) s průměrným věkem $53 \text{ let} \pm 11$ (MIN 35 - MAX 70). Druhou kontrolní skupinu pacientů operovaných a sledovaných v průběhu trvání Grantu IGA 7761 tvořilo 15 pacientů operovaných z limitovaného transdeltoideálního přístupu, 3 muži (20 %) a 12 žen (80 %) s průměrným věkem $64,5 \text{ let} \pm 18,6$ (MIN 19 - MAX 82) a 27 pacientů operovaných z deltoideopektorálního přístupu; 13 mužů (48 %) a 14 žen (52 %) s průměrným věkem $53 \text{ let} \pm 11$ (MIN 35 - MAX 70).

Ve sledovaném souboru pacientů s tří a čtyřúločkovou zlomeninou operovaných v Traumacentru KN Liberec a.s. v letech 2009 – 2011 byly zaznamenány následující výsledky. Celkem 8krát se jednalo o tříúločkovou zlomeninu Neer IV, 14krát o čtyřúločkovou zlomeninu Neer V a ve dvou případech se jednalo o luxační zlomeninu Neer VI. V obou těchto případech se jednalo o tříúločkovou luxační zlomeninu. Deset zlomenin bylo typu B dle AO klasifikace a 14 zlomenin typu C. Operace trvala v průměru $60,8 \pm 12,6$ min (MIN 40 - MAX 90). Doba RTG osvitů byla $1,9 \text{ min} \pm 1,2$ (MIN 0,5 - MAX 5,29). Excelentní repozice bylo dosaženo 17krát (70 %), dobré 5krát (20 %) a 2krát (10 %) uspokojivé. Funkční výsledky a komplikace byly zhodnoceny pouze u 23 pacientů, protože jednu pacientku jsme ztratili v průběhu sledování a nebylo možné zhodnotit konečné výsledky. Průměrné rCMS bylo $79,3 \text{ bodů} \pm 17,8$ (MIN 34– 95 MAX). U patnácti pacientů (65 %) nebyla v průběhu sledování zaznamenána žádná komplikace. Selhání osteosyntézy bylo zaznamenáno 2krát (8,6 %), kompletní AVN byla zaznamenána 2krát (8,6 %) a parciální AVN rovněž 2krát (8,6 %). Varózní dislokace hlavice byla zaznamenána 3krát (13 %) a

infekční komplikace jednou (4,3 %). Ani v jednom případě nebylo zaznamenáno poranění axilárního nervu.

Závěr:

Limitovaný transdeltoideální přístup představuje alternativní techniku v osteosyntéze zlomenin proximálního humeru úhlově stabilními dlahami. Tento přístup je možné, po získání zkušeností, efektivně využít i u závažnějších a více dislokovaných typů zlomenin proximálního humeru. Funkční výsledky a počty komplikací jsou srovnatelné se standardním deltoideopektorálním přístupem.

Klíčová slova:

axilární nerv, MIPO, transdeltoideální přístup, zlomeniny proximálního humeru, kvalita repozice

12. LITERATURA

1. ABHINAV, G., SIVARAMAN, B., MATTHEW, N., GRAHAME J S, T.: A contribution to the calculation of a safe deltoid split. *International journal of shoulder Sumery.* 2, 2008, 3, 52–55.
2. ACKLIN, Y., P., JENNI, R., WALLISER, M., SOMMER, C.: Minimal Invasive PHILOS®-Plate Osteosynthesis in Proximal Humeral Fractures. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery.* 35, 2009, 1, 35–39.
3. ACKLIN, Y., P., SOMMER, C.: Plate fixation of proximal humerus fractures using the minimally invasive anterolateral delta split approach. *Operative Orthopädie und Traumatologie.* 24, 2012, 1, 61–73.
4. ACKLIN, Y., P., STOFFEL, K., SOMMER, C.: A prospective analysis of the functional and radiological outcomes of minimally invasive plating in proximal humerus fractures. *Injury.* 44, 2013, 4, 456–460.
5. ADEAPO, A, IKPEME, J.: The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury.* 32, 2001, 2, 115–121.
6. AGUDELO, J., SCHÜRMAN, M., STAHEL, P., ET AL.: Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *Journal of orthopaedic trauma.* 21, 2007, 10, 676–681.
7. ALT, V., PERSOONS, D.: Der BEHAC-Nagel – ein neues intramedulläres Implantat zur Versorgung von 2-Etagen-Frakturen des Humerus. *Der Unfallchirurg.* 105, 2002, 5, 471–473.
8. ALTMAN, G., T., GALLO, R. A., MOLINERO, K., G., MUFFLY, M., T., MASCARENHAS, L.: Minimally invasive plate osteosynthesis for proximal humerus fractures: functional results of treatment. *American journal of orthopedics.* 40, 2011, 3, 40–47.
9. BAHRS, C., ROLAUFFS, B., SÜDKAMP, N., P., ET AL.: Indications for computed tomography (CT-) diagnostics in proximal humeral fractures: a comparative study of plain radiography and computed tomography. [on line], *BMC musculoskeletal disorders.* 10, 2009, 33, dostupné z <http://www.biomedcentral.com>, spatřeno 31-07-2013.
10. BARCO, R., BARRIENTOS, I., ENCINAS, C., ANTUÑA, S., A.: Minimally invasive poly-axial screw plating for three-part fractures of the proximal humerus. *Injury.* 43, 2012, Suppl 2, 7–11.
11. BARON, J., A., KARAGAS, M., BARRETT, J., ET AL.: Basic epidemiology of fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age. *Epidemiology.* 7, 1996, 6, 612–618.
12. BARTONÍČEK, J.: Ramenní kloub. In: BARTONÍČEK, J., DOSKOČIL, M., HEŘT, J., SOSNA, A.: *Chirurgická anatomie velkých končetinových kloubů.* Praha, Avicenum, 1991, 82–103, ISBN 80-201-0151-9.

13. BARTONÍČEK, J.: Ramenní kloub. In.: BARTONÍČEK, J., HEŘT, J.: Základy klinické anatomie hybného systému. Praha, Maxdorf, 2004, 82–103, ISBN 80-7345-017-8.
14. BARTONÍČEK, J., DŽUPA, V., FRIČ, V., PACOVSKÝ, V., SKÁLA-ROSENBAUM, J., SVATOŠ, F.: Epidemiologie a ekonomie zlomenin proximálního femuru, proximálního humeru, distálního radia a luxačních zlomenin hlezna. *Rozhledy v chirurgii*, 87, 2008, 4, 213–219.
15. BARTONÍČEK, J., STEHLÍK, J., DLOUHÝ, M.: Osteosyntéza zlomenin proximálního konce humeru modifikovanou dlahou. 1. část: Operační technika. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca*. 62, 1995, 4, 207–220.
16. BASTLOVÁ, P., KROBOT, A., MIKOVA, M., SKOUMAL, P., FREIWALD, J.: Strategie rehabilitace po frakturách proximálního humeru. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 11, 2004, 1, 3–18.
17. BENEGAS, E., ZOPPI FILHO, A., FERREIRA FILHO, A., A., ET AL.: Surgical treatment of varus malunion of the proximal humerus with valgus osteotomy. *Journal of shoulder and elbow*. 16, 2007, 1, 55–59.
18. BEREDJIKLIAN, P., K., IANNOTTI, J., P., NORRIS, T., R., WILLIAMS, G., R.: Operative treatment of malunion of a fracture of the proximal aspect of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 80, 1998, 10, 1484–1497.
19. BERNARD, J., CHARALAMBIDES, C., ADERINTO, J., MOK, D.: Early failure of intramedullary nailing for proximal humeral fractures. *Injury*. 31, 2000, 10, 789–792.
20. BLOM, S., DAHLBÄCK, L., O.: Nerve injuries in dislocations of the shoulder joint and fractures of the neck of the humerus. A clinical and electromyographical study. *Acta chirurgica Scandinavica*. 136, 1970, 6, 461–466.
21. BLUM, J., HESSMANN, M., H., ROMMENS, P., M.: Behandlung proximaler metaphysärer Humerusfrakturen mit Verriegelungsmarknagelung und Spiralklinge - erste Erfahrungen mit einem neuen Implantat. *Aktuelle Traumatologie*. 33, 2003, 1, 7–13.
22. BOGNER, R., HÜBNER, C., MATIS, N., AUFFARTH, A., LEDERER, S., RESCH, H.: Minimally-invasive treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 90, 2008, 12, 1602–1607.
23. BOONS, H., W., GOOSEN, J., H., VAN GRINSVEN, S., VAN SUSANTE, J., L., VAN LOON, C., J.: Hemiarthroplasty for humeral four-part fractures for patients 65 years and older: a randomized controlled trial. *Clinical orthopaedics and related research*. 470, 2012, 12, 3483–3491.
24. BRORSON, S.: Management of proximal humeral fractures in the nineteenth century: an historical review of preradiographic sources. *Clinical orthopaedics and related research*. 469, 2011, 4, 1197–1206.
25. BRUNNER, A., THORMANN, S., BABST, R.: Minimally invasive percutaneous plating of proximal humeral shaft fractures with the Proximal Humerus Internal Locking System (PHILOS). *Journal of shoulder and elbow Surgery*. 21, 2012, 8, 1056–1063.

26. BRUNNER, A., WELLER, K., THORMANN, S., JÖCKEL, J., A., BABST, R.: Closed reduction and minimally invasive percutaneous fixation of proximal humerus fractures using the Humerusblock. *Journal of orthopaedic trauma*. 24, 2010, 7, 407–413.
27. BUFQUIN, T., HERSAN, A., HUBERT, L., MASSIN, P.: Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: a prospective review of 43 cases with a short-term follow-up. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 89, 2007, 4, 516–520.
28. BURKHEAD, W., Z., JR, SCHEINBERG, R., R., BOX, G.: Surgical anatomy of the axillary nerve. *Journal of shoulder and elbow Surgery*. 1, 1992, 1, 31–36.
29. CALVO, E., MORCILLO, D., FORURIA, A., M., ET AL.: Nondisplaced proximal humeral fractures: high incidence among outpatient-treated osteoporotic fractures and severe impact on upper extremity function and patient subjective health perception. *Journal of shoulder and elbow Surgery*. 20, 2011, 5, 795–801.
30. CASTOLDI, F., BONASIA, D., E., BLONNA, D., ET AL.: The stability of percutaneous fixation of proximal humeral fractures. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 92, 2010, Suppl 2, 90–97.
31. CAZENEUVE, J., F., CRISTOFARI, D. J.: The reverse shoulder prosthesis in the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 92, 2010, 4, 535–539.
32. CETIK, O., USLU, M., ACAR, H., I., COMERT, A., TEKDEMIR, I., CIFT, H.: Is there a safe area for the axillary nerve in the deltoid muscle? A cadaveric study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 88, 2006, 11, 2395–2399.
33. CONSTANT, C., R.: Beurteilung der Funktion des Schulthers. *Der Orthopäde*. 20, 1991, 5, 289–294.
34. CONSTANT, C., R., MURLEY, A., H.: A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clinical orthopaedics and related research*. 214, 1987, 160–164.
35. COURT-BROWN, C., M., CATTERMOLE, H., MCQUEEN, M., M.: Impacted valgus fractures (B1.1) of the proximal humerus. The results of non-operative treatment. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 84, 2002, 4, 504–508.
36. COURT-BROWN, C., M., GARG, A., AND MCQUEEN, M., M.: The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 72, 2001, 4, 365–371.
37. COURT-BROWN, C., M., MCQUEEN, M., M.: The relationship between fractures and increasing age with reference to the proximal humerus. *Current Orthopaedics*. 16, 2002, 3, 213–222.
38. COURT-BROWN, C. M. AND MCQUEEN, M., M.: Nonunions of the proximal humerus: their prevalence and functional outcome. *The Journal of trauma*. 64, 2008, 6, 1517–1521.
39. CRUESS, R., L.: Osteonecrosis of bone. Current concepts as to etiology and pathogenesis. *Clinical orthopaedics and related research*. 208, 1986, 30–39.

40. CUNY, C., PFEFFER, F., IRRAZI, M., ET AL.: Un nouveau clou verrouillé pour les fractures proximales de l'humérus. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*. 88, 2002, 1, 62–67.
41. DE LAAT, E. A., VISSER, C., P., COENE, L., N., PAHLPLATZ, P., V., TAVY, D., L.: Nerve lesions in primary shoulder dislocations and humeral neck fractures. A prospective clinical and EMG study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 76, 1994, 3, 381–383.
42. DOBBS, M., B., LUHMANN, S., L., GORDON, J., E., STRECKER, W., B., SCHOENECKER, P., L.: Severely displaced proximal humeral epiphyseal fractures. *Journal of pediatric orthopedics*. 23, 2003, 2, 208–215.
43. DURALDE, X., A., FLATOW, E., L., POLLOCK, R., G., NICHOLSON, G., P., SELF, E., B., BIGLIANI, L., U.: Operative treatment of nonunions of the surgical neck of the humerus. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 5, 1986, 3, 169–180.
44. EDELMANN, K., OBRUBA, P., KOPP, L., CIHLÁŘ, J., ČELKO, A., M.: Porovnání funkčních výsledků úhlově stabilních osteosyntéz víceúlomkových zlomenin proximálního humeru a perkutánní fixace Kirschnerovými dráty ve střednědobém horizontu: prospektivní studie. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca*. 78, 2011, 4, 314–320.
45. EISELE, R., KINZL, L.: Nailing of Articular and Extraarticular Fractures of the Head of the Humerus. *Osteosynthesis and Trauma Care*. 10, 2002, Suppl 1, 1–4.
46. ERHARDT, J., B., STOFFEL, K., KAMPSHOFF, J., BADUR, N., YATES, P., KUSTER, M., S.: The position and number of screws influence screw perforation of the humeral head in modern locking plates: a cadaver study. *Journal of orthopaedic trauma*. 26, 2012, 10, 188–192.
47. FANKHAUSER, F., SCHIPPINGER, G., WEBER, K., ET AL.: Cadaveric-biomechanical evaluation of bone-implant construct of proximal humerus fractures (Neer type 3). *The Journal of trauma*. 55, 2003, 2, 345–349.
48. FENICHEL, I., ORAN, A., BURSTEIN, G., PERRY PRITSCH, M.: Percutaneous pinning using threaded pins as a treatment option for unstable two- and three-part fractures of the proximal humerus: a retrospective study. *International orthopaedics*. 30, 2006, 3, 153–157.
49. FIALKA, C., OBERLEITNER, G., STAMPFL, P., BRANNATH, W., HEXEL, M., VÉCSEI, V.: Modification of the Constant-Murley shoulder score-introduction of the individual relative Constant score Individual shoulder assessment. *Injury*. 36, 2005, 10, 1159–1165.
50. FJALESTAD, T., HOLE, M.Ø., HOVDEN, I., A., H., BLÜCHER, J., AND STRØMSØE, K.: Surgical treatment with an angular stable plate for complex displaced proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *Journal of orthopaedic trauma*. 26, 2012, 2, 98–106.
51. FJALESTAD, T., HOLE, M., Ø., JØRGENSEN, J., J., STRØMSØE, K., AND KRISTIANSEN, I., S.: Health and cost consequences of surgical versus conservative treatment for a comminuted proximal humeral fracture in elderly patients. *Injury*. 41, 2010, 6, 599–605.

52. FORURIA, A., M., DE GRACIA, M., M., LARSON, D. R., MUNUERA, L., SANCHEZ-SOTELO, J.: The pattern of the fracture and displacement of the fragments predict the outcome in proximal humeral fractures. *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 93, 2011, 3, 378–386.
53. FRIČ, V., PAZDÍREK, P., BARTONÍČEK, J.: Nepředvrtané zajištěné nitrodřeňové hřebování zlomenin humeru - základní hodnocení souboru. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca.* 68, 2001, 6, 345–356.
54. FRIČ, V., SOSNA, A.: Příspěvek k problematice klasifikací zlomenin proximálního konce humeru u dospělých. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca.* 62, 1995, 4, 196–206.
55. FRIČ, V., SOSNA, A.: Aoplastika ramenního kloubu - úvod do problematiky. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca.* 62, 1995, 5, 297–313.
56. FUCHS, M., LOSCH, A., AND STÜRMER, K., M.: Die durchbohrte Winkelplatte 90° bei der dislozierten proximalen Humerusfraktur im hohen Lebensalter. *Zentralblatt für Chirurgie.* 128, 2003, 1, 22–27.
57. GAEBLER, C., MCQUEEN, M., M., COURT-BROWN, C., M.: Minimally displaced proximal humeral fractures: epidemiology and outcome in 507 cases. *Acta orthopaedica Scandinavica.* 74, 2003, 5, 580–585.
58. GALATZ, L., M. AND IANNOTTI, J., P.: Management of surgical neck nonunions. *The Orthopedic clinics of North America.* 31, 2000, 1, 51–61.
59. GALLO, R., A., HUGHES, T., ALTMAN, G.: Percutaneous plate fixation of two- and three-part proximal humerus fractures. *Orthopedics.* 31, 2008, 3, 237–242.
60. GALLO, R., A., ZEIDERS, G., J., AND ALTMAN, G., T.: Two-incision technique for treatment of complex proximal humerus fractures. *Journal of orthopaedic trauma.* 19, 2005, 10, 734–740.
61. GARDNER, M., J., BORAIAH, S., HELFET, D., L., LORICH, D., G.: The anterolateral acromial approach for fractures of the proximal humerus. *Journal of orthopaedic trauma.* 22, 2008, 2, 132–137.
62. GARDNER, M., J., BORAIAH, S., HELFET, D., L., LORICH, D. G.: Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant. *Journal of orthopaedic trauma.* 22, 2008, 3, 195–200.
63. GARDNER, M., J., GRIFFITH, M., H., DINES, J., S., BRIGGS, S., M., WEILAND, A., J., LORICH, D., G.: The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to the proximal humerus. *Clinical orthopaedics and related research.* 434, 2005, 123–129.
64. GARNAVOS, C., LASANIANOS, N.: Intramedullary nailing of combined/extended fractures of the humeral head and shaft. *Journal of orthopaedic trauma.* 24, 2010, 4, 199–206.

65. GARRIGUES, G. E., JOHNSTON, P., S., PEPE, M., D., TUCKER, B., S., RAMSEY, M., L., AUSTIN, L., S.: Hemiarthroplasty versus reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fractures in elderly patients. *Orthopedics*. 35, 2012, 5, 703–708.
66. GAVASKAR, A., S., CHOWDARY, N., ABRAHAM, S.: Complex proximal humerus fractures treated with locked plating utilizing an extended deltoid split approach with a shoulder strap incision. *Journal of orthopaedic trauma*. 27, 2013, 2, 73–76.
67. GAVASKAR, A., S., MUTHUKUMAR, S., CHOWDARY, N.: Biological osteosynthesis of complex proximal humerus fractures: surgical technique and results from a prospective single center trial. *Archives of orthopaedic and trauma Sumery*. 130, 2010, 5, 667–672.
68. GERBER, C., SCHNEEBERGER, A., G., VINH, T., S.: The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 72, 1990, 10, 1486–1494.
69. GORTHI, V., MOON, Y., L., JO, S., H., SOHN, H., M., HA, S., H.: Life-Threatening Posterior Circumflex Humeral Artery Injury Secondary to Fracture-Dislocation of the Proximal Humerus. *Orthopedics*, 2010, 200–202.
70. GUY, P., SLOBOGEAN, G., P., MCCORMACK, R., G.: Treatment preferences for displaced three- and four-part proximal humerus fractures. *Journal of orthopaedic trauma*. 24, 2010, 4, 250–254.
71. HANDOLL, H., BREALEY, S., RANGAN, A., ET AL.: Protocol for the ProFHER (PROximal Fracture of the Humerus: Evaluation by Randomisation) trial: a pragmatic multi-centre randomised controlled trial of surgical versus non-surgical treatment for proximal fracture of the humerus in adults. [on line], *BMC musculoskeletal disorders*. 10, 2009, 140, dostupné z <http://www.biomedcentral.com>, spatřeno 31-05-2013.
72. HANDOLL, H., H., G., OLLIVERE, B., J., ROLLINS, K., E.: Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane database of systematic reviews*, [on line], 12, CD000434. 2012. dostupné z <http://www.thecochranelibrary.com/>, spatřeno 31-05-2013.
73. HARDEMAN, F., BOLLARS, P., DONNELLY, M., BELLEMANS, J., NIJS, S.: Predictive factors for functional outcome and failure in angular stable osteosynthesis of the proximal humerus. *Injury*. 43, 2012, 2, 153–158.
74. HART, R., JANECEK, M., BUCEK, P.: Treatment of Displaced Fractures of the Proximal Humerus. *Osteosynthesis and Trauma Care*. 10, 2002, 2, 68–75.
75. HARTOG, D., VAN LIESHOUT, E., M., TUINEBREIJER, W., E., ET AL.: Primary hemiarthroplasty versus conservative treatment for comminuted fractures of the proximal humerus in the elderly (ProCon): A Multicenter Randomized Controlled trial. [on line], *BMC Musculoskeletal Disorders*. 11, 2010, 97, dostupné z <http://www.biomedcentral.com>, spatřeno 31-05-2013.
76. HASAN, S., A., CORDELL, C., L., RAULS, R., B., EIDT, J., F.: Brachial artery injury with a proximal humerus fracture in a 10-year-old girl. *American journal of orthopedics*. 38, 2009, 9, 462–466.

77. HEALY, W., L., JUPITER, J., B., KRISTIANSEN, T., K., WHITE, R., R.: Nonunion of the proximal humerus. A review of 25 cases. *Journal of orthopaedic trauma*. 4, 1990, 4, 424–431.
78. HELMY, N., HINTERMANN, B.: New trends in the treatment of proximal humerus fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 442, 2006, 100–108.
79. HERTEL, R., HEMPFING, A., STIEHLER, M., LEUNIG, M.: Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 13, 2004, 4, 427–433.
80. HESSMANN, M., H., BAUMGAERTEL, F., GEHLING, H., KLINGELHOEFFER, I., GOTZEN, L.: Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury*. 30, 1999, 7, 453–462.
81. HESSMANN, M., H., NIJS, S., MITTLMEIER, T., ET AL.: Internal fixation of fractures of the proximal humerus with the MultiLoc nail. *Operative Orthopädie und Traumatologie*. 24, 2012, 4-5, 418–431.
82. HESSMANN, M., H., STERNSTEIN, W., BLUM, J., KRUMMENAUER, F., ROMMENS, P., M.: Die winkelstabile Plattenosteosynthese am proximalen Humerus. *Aktuelle Traumatologie*. 33, 2003, 1, 2–6.
83. HESSMANN, M. H., BLUM, J., HOFMANN, A., KÜCHLE, R., ROMMENS, P., M.: Internal Fixation of Proximal Humeral Fractures: Current Concepts. *European Journal of Trauma*. 29, 2003, 5, 253–261.
84. HETTRICH, C., M., BORAIHAH, S., DYKE, J., P., NEVIASER, A., HELFET, D., L., LORICH, D., G.: Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 92, 2010, 4, 943–948.
85. HODGSON, S.: Proximal humerus fracture rehabilitation. *Clinical orthopaedics and related research*. 442, 2006, 131–138.
86. HODGSON, S., A., MAWSON, S., J., STANLEY, D.: Rehabilitation after two-part fractures of the neck of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 85, 2003, 3, 419–422.
87. HOFFMEYER, P.: The operative management of displaced fractures of the proximal humerus. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 84, 2002, 4, 469–480.
88. HOFMAN, M., GROMMES, J., KROMBACH, G., A., SCHMIDT-ROHLFING, B.: Vascular Injury Accompanying Displaced Proximal Humeral Fractures: Two Cases and a Review of the Literature. [on line]. *Emergency Medicine International* 2011, dostupné z <http://www.hindawi.com/journals/emi/2011/742870/abs/>, spatřeno 31-05-2013.
89. HORAK, J., NILSSON, B., E.: Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clinical orthopaedics and related research*. 112, 1975, 250–253.
90. HUDAK, P., L., AMADIO, P., C., BOMBARDIER, C.: Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) *The Upper*

- Extremity Collaborative Group (UECG). *American journal of industrial medicine*. 29, 1996, 6, 602–608.
91. HUNSAKER, F., G., CIOFFI, D., A., AMADIO, P., C., WRIGHT, J. G., CAUGHLIN, B.: The American academy of orthopaedic surgeons outcomes instruments: normative values from the general population. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 84-A, 2002, 2, 208–215.
 92. CHEUNG, S., FITZPATRICK, M., LEE, T., Q.: Effects of shoulder position on axillary nerve positions during the split lateral deltoid approach. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 18, 2009, 5, 748–755.
 93. IANNOTTI, J., P., GABRIEL, J., P., SCHNECK, S., L., EVANS, B., G., MISRA, S.: The normal glenohumeral relationships. An anatomical study of one hundred and forty shoulders. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 74, 1992, 4, 491–500.
 94. ILCHMANN, T., OCHSNER, P., E., WINGSTRAND, H., JONSSON, K.: Non-operative treatment versus tension-band osteosynthesis in three- and four-part proximal humeral fractures. A retrospective study of 34 fractures from two different trauma centers. *International orthopaedics*. 22, 1998, 5, 316–320.
 95. IMARISIO, D., TRECCI, A., SABATINI, L., SCAGNELLI, R.: Treatment for proximal humeral fractures with percutaneous plating: our first results. *Musculoskeletal surgery*. 97, 2013, Suppl 1, 85–91.
 96. IYENGAR, J., J., DEVCIC, Z., SPROUL, R., C., FEELEY, B., T.: Nonoperative treatment of proximal humerus fractures: a systematic review. *Journal of orthopaedic trauma* 25, 2011, 10, 612–617.
 97. JAKOB, R., P., MINIACI, A., ANSON, P., S., JABERG, H., OSTERWALDER, A., GANZ, R.: Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 73, 1991, 2, 295–298.
 98. KAMINENI, S., ANKEM, H., SANGHAVI, S.: Anatomical considerations for percutaneous proximal humeral fracture fixation. *Injury*. 35, 2004, 11, 1133–1136.
 99. KANNUS, P., PALVANEN, M., NIEMI, S., SIEVÄNEN, H., PARKKARI, J.: Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007. *Bone*. 44, 2009, 4, 656–659.
 100. KARATAGLIS, D., STAVRIDIS, S., I., PETSATODIS, G., PAPADOPOULOS, P., CHRISTODOULOU, A.: New trends in fixation of proximal humeral fractures: a review. *Injury*. 42, 2011, 4, 330–338.
 101. KATOLIK, L., I., ROMEO, A., A., COLE, B., J., VERMA, N., N., HAYDEN, J., K., BACH, B., R.: Normalization of the Constant score. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 14, 2005, 3, 279–285.
 102. KHAN, L., A., K., ROBINSON, C., M., WILL, E., WHITTAKER, R.: Assessment of axillary nerve function and functional outcome after fixation of complex proximal humeral fractures using the extended deltoid-splitting approach. *Injury*. 40, 2009, 2, 181–185.

103. KHODADADYAN-KLOSTERMANN, C., RASCHKE, M., STEENLAGE, E., SEEBACH, M. VON, MELCHER, I., HAAS, N.: Intramedullary Wiring of Proximal Humerus Fractures Results of a Minimally Invasive Treatment Concept. *European Journal of Trauma*. 28, 2002, 4, 234–241.
104. KLEIN, M., JUSCHKA, M., HINKENJANN, B., SCHERGER, B., OSTERMANN, P., A., W.: Treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *Journal of orthopaedic trauma*. 22, 2008, 10, 698–704.
105. KÖNIGSHAUSEN, M., KÜBLER, L., GODRY, H., CITAK, M., SCHILDHAUER, T., A., SEYBOLD, D.: Clinical outcome and complications using a polyaxial locking plate in the treatment of displaced proximal humerus fractures. A reliable system? *Injury*. 43, 2012, 2, 223–231.
106. KONTAKIS, G., M., STERIOPOULOS, K., DAMILAKIS, J., MICHALODIMITRAKIS, E.: The position of the axillary nerve in the deltoid muscle. A cadaveric study. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 70, 1999, 1, 9–11.
107. KOVAL, K., J., GALLAGHER, M., A., MARSICANO, J., G., CUOMO, F., MCSHINAWY, A., ZUCKERMAN, J., D.: Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 79, 1997, 2, 203–207.
108. KRALINGER, F., IRENBERGER, A., LECHNER, C., WAMBACHER, M., GOLSER, K., SPERNER, G.: Vergleich der offenen vs. perkutanen Versorgung der Oberarmkopffraktur. *Der Unfallchirurg*. 109, 2006, 5, 406–410.
109. KRAPPINGER, D., ROTH, T., GSCHWENTNER, M., ET AL.: Preoperative assessment of the cancellous bone mineral density of the proximal humerus using CT data. *Skeletal radiology*. 41, 2012, 3, 299–304.
110. KRETTEK, P., C., WIEBKING, U.: Proximale Humerusfraktur. *Der Unfallchirurg*. 114, 2011, 12, 1059–1067.
111. KRISTIANSEN, B., ANGERMANN, P., LARSEN, T., K.: Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 108, 1989, 6, 339–341.
112. KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., AND TALLER, S.: Nepoznané zadní luxace ramenního kloubu. Předběžné sdělení. *Rozhledy v chirurgii*. 86, 2007, 1, 41–48.
113. KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., TALLER, S.: Předoperační plánování s využitím 3D počítačové simulace s virtuální osteosyntézou. *Ortopedie*. 6, 2012, 4 Suppl., 19–19.
114. KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., TALLER, S., ŠRÁM, J.: Použití úhlově stabilní dlahy Philos u zlomenin proximálního humeru. *Úrazová chirurgie*. 13, 2005, 2, 52–60.
115. KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., TALLER, S., ŠRÁM, J.: Použití úhlově stabilních implantátů při ošetření zlomenin proximálního humeru - prospektivní studie. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca*. 75, 2008, 3, 212–220.

116. LAFLAMME, G., Y., ROULEAU, D., M., BERRY, G., K., BEAUMONT, P., H., REINDL, R., HARVEY, E., J.: Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. *Journal of orthopaedic trauma*. 22, 2008, 3, 153–158.
117. LAING, P., G.: The arterial supply of the adult humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 38-A, 1956, 5, 1105–1116.
118. LANTING, B., MACDERMID, J., DROSDOWECH, D., FABER, K., J.: Proximal humeral fractures: a systematic review of treatment modalities. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 17, 2008, 1, 42–54.
119. LAUNONEN, A., P., LEPOLA, V., FLINKKILÄ, T., ET AL.: Conservative treatment, plate fixation, or prosthesis for proximal humeral fracture. A prospective randomized study. [on line], *BMC Musculoskeletal Disorders*. 13, 2012, 167, dostupné z <http://www.biomedcentral.com>, spatřeno 31-05-2013.
120. LEBEDOVÁ, H., TALLER, S., KUČERA, L.: Rehabilitace po akutní hemiartroplastice ramenního kloubu. *Úrazová chirurgie*. 4, 1996, 4, 8–10.
121. LEE, C., W., SHIN, S., J.: Prognostic factors for unstable proximal humeral fractures treated with locking-plate fixation. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 18, 2009, 1, 83–88.
122. LEVY, J., FRANKLE, M., MIGHELL, M., PUPELLO, D.: The use of the reverse shoulder prosthesis for the treatment of failed hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 89, 2007, 2, 292–300.
123. LEVY, J., C., BADMAN, B.: Reverse shoulder prosthesis for acute four-part fracture: tuberosity fixation using a horseshoe graft. *Journal of orthopaedic trauma*. 25, 2011, 5, 318–324.
124. LILL, D., H., LANGE, K., PRASSE-BADDE, J., SCHMIDT, A., VERHEYDEN, P., ECHTERMEYER, V.: Die T-Platten-Osteosynthese bei dislozierten proximalen Humerusfrakturen. *Unfallchirurgie*. 23, 1997, 5, 183–190.
125. LILL H.: Die proximale Humerusfraktur: neue Techniken - neue Implantate - Tipps und Tricks. Thieme, Stuttgart. 2006, 212. ISBN 3-13-134191-2.
126. LILL, H., HEPP, P., GOWIN, W., ET AL.: Alters- und geschlechtsabhängige Knochenmineraldichteverteilung und mechanische Eigenschaften des proximalen Humerus. *RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren*. 174, 2002, 12, 1544–1550.
127. LILL, H., HEPP, P., HOFFMANN, J., E., ET AL.: Neue Implantate zur Stabilisierung proximaler Humerusfrakturen - Eine vergleichende in-vitro Studie -. *Osteosynthese International*. 9, 2001, 2, 85–93.
128. LILL, H., HEPP, P., ROSE, T., KÖNIG, K., JOSTEN, C.: Die winkelstabile Plattenosteosynthese (LPHP®) proximaler Humerusfrakturen über den kleinen anterolateralen Delta-Splitting-Zugang - Technik und erste Ergebnisse. *Zentralblatt für Chirurgie*. 129, 2004, 1, 43–48.

129. LILL, H., KORNER, J., GLASMACHER, S., ET AL.: Die gekreuzte Schraubenosteosynthese proximaler Humerusfrakturen. *Der Unfallchirurg*. 104, 2001, 9, 852–859.
130. LIN, J., HOU, S., M., INOUE, N., CHAO, E., Y., HANG, Y., S.: Anatomic considerations of locked humeral nailing. *Clinical orthopaedics and related research*. 368, 1999, 247–254.
131. LINHART, W., GROßTERLINDEN, L., HASSUNIZADEH, B., JANSSEN, A., SOMMERFELDT, D., W., RUEGER, J., M.: A New Approach to Operative Treatment of Proximal Humeral Fractures: Intramedullary Nailing with Fixed-Angle Locking Screws. *Osteosynthesis and Trauma Care*. 10, 2002, Suppl 1, 83–85.
132. LINHART, W., UEBLACKER, P., GROSSTERLINDEN, L., ET AL.: Antegrade nailing of humeral head fractures with captured interlocking screws. *Journal of orthopaedic trauma*. 21, 2007, 5, 285–294.
133. LOUKAS, M., GRABSKA, J., TUBBS, R. S., APAYDIN, N., JORDAN, R.: Mapping the axillary nerve within the deltoid muscle. *Surgical and radiologic anatomy*. 31, 2009, 1, 43–47.
134. MAŇÁK, P., KLEIN, J.: Axillary artery injury in closed fracture of the humeral neck. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae*. 140, 1996, 87–88.
135. MARTI, R., K., EYGENDAAL, D., LOON, T., V.: Osteotomies. Humerus, proximal In.: MARTI, R., K., HEERWAARDEN, R., J.: *Osteotomies for posttraumatic deformities*. Thieme, New York, 2008, 78-113.
136. MARTI, R., K.: Nonunion of the proximal humerus. In.: MARTI, R., K., KLOEN, P.: *Concepts and cases in nonunion treatment*. Thieme Verlag, Davos Platz, Switzerland; Stuttgart; New York. 2011, 206–247. ISBN 978-3-13-165851-7.
137. MATZIOLIS, D., KAEAEB, M., ZANDI, S., S., PERKA, C., AND GREINER, S.: Surgical treatment of two-part fractures of the proximal humerus: comparison of fixed-angle plate osteosynthesis and Zifko nails. *Injury*. 41, 2010, 10, 1041–1046.
138. MEIER, R., A., MESSMER, P., REGAZZONI, P., ROTHFISCHER, W., GROSS, T.: Unexpected high complication rate following internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an angled blade plate. *Journal of orthopaedic trauma*. 20, 2006, 4, 253–260.
139. MEYER, C., ALT, V., HASSANIN, H., ET AL.: The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment. *Surgical and radiologic anatomy*. 27, 2005, 3, 232–237.
140. MICHENER, L., A., MCCLURE, P., W., SENNETT, B., J.: American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 11, 2002, 6, 587–594.
141. MISRA, A., KAPUR, R., MAFFULLI, N.: Complex proximal humeral fractures in adults--a systematic review of management. *Injury*. 32, 2001, 5, 363–372.
142. MITTLMEIER, T., W., F., STEDTFELD, H., W., EWERT, A., BECK, M., FROSCH, B., GRADL, G.: Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 85-A, 2003, Suppl 4, 136–146.

143. MOONOT, P., ASHWOOD, N., HAMLET, M.: Early results for treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus using the PHILOS plate system. *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 89, 2007, 9, 1206–1209.
144. MÜLLER, M. E., NAZARIAN, S., KOCH, P ET AL.: *The comprehensive classification of fractures of long bones*, Springer, Berlin, New Your, Heidelberg, 1990. 201. ISBN 978-3-540-18165-1.
145. MURRAY, I., R., AMIN, A., K., WHITE, T., O., ROBINSON, C., M.: Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes. *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 93, 2011, 1, 1–11.
146. NAM, D., KEPLER, C., K., NEVIASER, A.S., ET AL.: Reverse total shoulder arthroplasty: current concepts, results, and component wear analysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume.* 92, 2010, Suppl 2, 23–35.
147. NARAEN, A., FARAJ, A., A., LIVESLEY, P., J., HAMBRIDGE, J., E.: A preliminary clinical experience with Polarus nail for proximal humeral fractures. A pilot study on ten patients. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology.* 11, 2001, 3, 191–193.
148. NEER, C., S., 2ND.: Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *The Journal of bone and joint surgery. American volume.* 52, 1970, 6, 1077–1089.
149. NEER, C., S., 2ND.: Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *The Journal of bone and joint surgery. American volume.* 52, 1970, 6, 1090–1103.
150. NEER, C., S., 2ND.: Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 11, 2002, 4, 389–400.
151. NIJS, S., SERMON, A., BROOS, P.: Intramedullary fixation of proximal humerus fractures: do locking bolts endanger the axillary nerve or the ascending branch of the anterior circumflex artery? A cadaveric study. *Patient safety in surgery.* 2, 2008, 1, 33.
152. OKIKE, K., LEE, O., C., MAKANJI, H., HARRIS, M., B., VRAHAS, M., S.: Factors associated with the decision for operative versus non-operative treatment of displaced proximal humerus fractures in the elderly. *Injury.* 44, 2013, 4, 448–455.
153. OLERUD, P., AHRENGART, L., PONZER, S., SAVING, J., TIDERMAR, J.: Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 20, 2011, 5, 747–755.
154. OLERUD, P., AHRENGART, L., PONZER, S., SAVING, J., TIDERMAR, J.: Hemiarthroplasty versus nonoperative treatment of displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 20, 2011, 7, 1025–1033.

155. PALVANEN, M., KANNUS, P., NIEMI, S., PARKKARI, J.: Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 442, 2006, 87–92.
156. PANAGOPOULOS, A., M., DIMAKOPOULOS, P., TYLLIANAKIS, M., ET AL.: Valgus impacted proximal humeral fractures and their blood supply after transosseous suturing. *International orthopaedics* 28, 2004, 6, 333–337.
157. PLAGA, B., R., LOOBY, P., FELDHAUS, S., J., KREUTZMANN, K., BABB, A.: Axillary artery injury secondary to inferior shoulder dislocation. *The Journal of emergency medicine*. 39, 2010, 5, 599–601.
158. POKORNÝ, D., SOSNA, A.: *Aloplastika ramenního kloubu*, Triton, Praha, 2007, 161. ISBN 978-80-7387-037-9.
159. POKORNÝ, D., SOSNA, A., JAHODA, D., PECH, J., ŠIMKOVÁ, M., SZEKERESOVÁ, M.: Rehabilitace ramenního kloubu po aloplastice. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae čechoslovaca*. 67, 2000, 4, 280–290.
160. POKORNÝ, V.: Zlomeniny proximálního humeru. In.: POKORNÝ, V, ET AL.: *Traumatologie*, Triton, Praha, 2002, 147-154, ISBN 80-7254-277-X.
161. POLIMB, D.: Proximal humeral fractures. In.: PORTEOUS, M., BÄUERLE, S.: *Techniques and principles for the operating room. AOTrauma*, Thieme, Davos Platz, Switzerland; Stuttgart; New York, 2010, 265-289. ISBN 978-3-13-151081-5.
162. PRITCHETT, J., W.: Inferior subluxation of the humeral head after trauma or surgery. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 6, 1997, 4, 356–359.
163. RAJASEKHAR, C., RAY, P., S., BHAMRA, M., S.: Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 10, 2001, 1, 7–10.
164. RESCH, H., POVACZ, P., FRÖHLICH, R., WAMBACHER, M.: Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 79, 1997, 2, 295–300.
165. RING, D., MCKEE, M., D., PEREY, B., H., JUPITER, J., B.: The use of a blade plate and autogenous cancellous bone graft in the treatment of ununited fractures of the proximal humerus. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 10, 2001, 6, 501–507.
166. ROBINSON, C., M., KHAN, L., AKHTAR, A., WHITTAKER, R.: The extended deltoid-splitting approach to the proximal humerus. *Journal of orthopaedic trauma*. 21, 2007, 9, 657–662.
167. ROBINSON, C., M., MURRAY, I., R.: The extended deltoid-splitting approach to the proximal humerus: variations and extensions. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 93, 2011, 3, 387–392.
168. ROBINSON, C., M., WYLIE, J., R., RAY, A., G., ET AL.: Proximal humeral fractures with a severe varus deformity treated by fixation with a locking plate. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 92, 2010, 5, 672–678.

169. ROCKWOOD, C., A., MATSEN, F., A., WRITH, M., A.: *The Shoulder*. Saunders/Elsevier, Philadelphia, 2009. 1417. ISBN 0-7216-0148-0.
170. RÖDERER, G., ABOUELSOUD, M., GEBHARD, F., BÖCKERS, T., M., KINZL, L.: Minimally invasive application of the non-contact-bridging (NCB) plate to the proximal humerus: an anatomical study. *Journal of orthopaedic trauma*. 21, 2007, 9, 621–627.
171. RÖDERER, G., ERHARDT, J., GRAF, M., KINZL, L., GEBHARD, F.: Clinical results for minimally invasive locked plating of proximal humerus fractures. *Journal of orthopaedic trauma*. 24, 2010, 7, 400–406.
172. RÖDERER, G., SPERFELD, A., D., HANSEN, P., KRISCHAK, G., GEBHARD, F., KASSUBEK, J.: Electrophysiological assessment of the deltoid muscle after minimally invasive treatment of proximal humerus fractures - a clinical observation. *The open orthopaedics journal*. 5, 2011, 223–228.
173. ROMMENS, P., M., HEYVAERT, G.: Conservative treatment of subcapital humerus fractures. A comparative study of the classical Desault bandage and the new Gilchrist bandage. *Unfallchirurgie*. 19, 1993, 2, 114–118.
174. ROTARI, V., MOUSSALLEM, C., D., DAVID, E., MERTL, P., HAVET, E.: Position of the anterior branch of the axillary nerve in relation to the humeral bone length. *American journal of orthopedics*. 41, 2012, 10, 452–455.
175. ROTHSTOCK, S., PLECKO, M., KLOUB, M., SCHIUMA, D., WINDOLF, M., GUEORGUIEV, B.: Biomechanical evaluation of two intramedullary nailing techniques with different locking options in a three-part fracture proximal humerus model. *Clinical biomechanics*. 27, 2012, 7, 686–691.
176. ROWLES, D., J., MCGRORY, J., E.: Percutaneous pinning of the proximal part of the humerus. An anatomic study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 83-A, 2001, 11, 1695–1699.
177. RUCHHOLTZ, S., HAUKE, C., LEWAN, U., FRANZ, D., KÜHNE, C., ZETTL, R.: Minimally invasive polyaxial locking plate fixation of proximal humeral fractures: a prospective study. *The Journal of trauma*. 71, 2011, 6, 1737–1744.
178. SADOWSKI, C., RIAND, N., STERN, R., HOFFMEYER, P.: Fixation of fractures of the proximal humerus with the PlantTan Humerus Fixator Plate: early experience with a new implant. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 12, 2003, 2, 148–151.
179. SARAN, N., BERGERON, S., G., BENOIT, B., REINDL, R., HARVEY, E., J., BERRY, G., K.: Risk of axillary nerve injury during percutaneous proximal humerus locking plate insertion using an external aiming guide. *Injury*. 41, 2010, 10, 1037–1040.
180. SEIDEL, H.: HLN bei proximalen oberarmfrakturen. In: GAHR, R., H. *Die Markraumosteosynthese*. Neumünster, 1996, Wachholtz, 56–69. ISBN 978-3-529-09980-9.
181. SEYHAN, M., KOCAOGLU, B., NALBANTOGLU, U., AYDIN, N., GUVEN, O.: Technique of Kirschner wire reduction and fixation of displaced two-part valgus angulated proximal

- humerus fractures at the surgical neck. *Journal of orthopaedic trauma*. 26, 2012, 6, 46–50.
182. SHRADER, M., W., SANCHEZ-SOTELO, J., SPERLING, J., W., ROWLAND, C., M., COFIELD, R., H.: Understanding proximal humerus fractures: image analysis, classification, and treatment. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 14, 2005, 5, 497–505.
183. SIEGEL, J., A., DINES, D., M.: Proximal humerus malunions. *The Orthopedic clinics of North America*. 31, 2000, 1, 35–50.
184. SIEGEL, J., A., DINES, D., M.: Techniques in managing proximal humeral malunions. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 12, 2003, 1, 69–78.
185. SKUTEK, M., FREMEREY, R., W., BOSCH, U.: Level of physical activity in elderly patients after hemiarthroplasty for three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 117, 1998, 4-5, 252–255.
186. SMITH, J., BERRY, G., LAFLAMME, Y., BLAIN-PARE, E., REINDL, R., HARVEY, E.: Percutaneous insertion of a proximal humeral locking plate: an anatomic study. *Injury*. 38, 2007, 2, 206–211.
187. SOLBERG, B., D., MOON, C., N., FRANCO, D., P., PAIEMENT, G., D.: Locked plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome. *Journal of orthopaedic trauma* 23, 2009, 2, 113–119.
188. SOLBERG, B., D., MOON, C., N., FRANCO, D., P., PAIEMENT, G., D.: Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 91, 2009, 7, 1689–1697.
189. SOSNA, A. : Přední přístup k ramennímu kloubu a proximální části pažní kosti. In.: SOSNA, A., ČECH, O.: *Operační přístupy ke skeletu pohybového aparátu*. Avicenum, Praha 1987, 30–35. ISBN 735-21-08-16.
190. SOSNA, A., POKORNÝ, D., VAVŘÍK, P., JAHODA, D.: Endoprotéza ramenního kloubu v traumatických indikacích - operační technika. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae checoslovaca*. 71, 2004, 5, 265–271.
191. SPECK, M., LANG, F., J., REGAZZONI, P.: Proximal humeral multiple fragment fractures--failures after T-plate osteosynthesis. *Swiss Sumery*, 2, 1996, 51–56.
192. SPROSS, C., PLATZ, A., RUFIBACH, K., LATTMANN, T., FORBERGER, J., DIETRICH, M.: The PHILOS plate for proximal humeral fractures--risk factors for complications at one year. *The journal of trauma and acute care surgery*. 72, 2012, 3, 783–792.
193. SPROUL, R., C., IYENGAR, J., J., DEVCIC, Z., FEELEY, B., T.: A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury*. 42, 2011, 4, 408–413.
194. STEDTFELD, H., W., MITTLMEIER, P., D., T.: Fixation of Proximal Humeral Fractures with an Intramedullary Nail: Tipps and Tricks. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 33, 2007, 4, 367–374.

195. STEDTFELD, H., W., WICK, M., WINKLER, R., ATTMANSPACHER, W.: Marknagelosteosynthesen—Indikation, Technik, sinnvoller Fortschritt. *Trauma und Berufskrankheit*, 6, 2004, 2, 241–246.
196. STENNING, M., DREW, S., BIRCH, R.: Low-energy arterial injury at the shoulder with progressive or delayed nerve palsy. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 87, 2005, 8, 1102–1106.
197. STEPANEK, E., ELSER, A., WESTERMANN, K.: Intramedullary Fixation of the Proximal Humerus with Prevot Pins. *Osteosynthesis and Trauma Care*. 10, 2002, Suppl 1, 56–58.
198. STURZENEGGER, M., FORNARO, E., JAKOB, R., P.: Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Archives of orthopaedic and traumatic surgery. Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie*. 100, 1982, 4, 249–259.
199. SÜDKAMP, N., BAYER, J., HEPP, P., ET AL.: Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 91, 2009, 6, 1320–1328.
200. SÜDKAMP, P., D.: Erste Erfahrungen mit winkelstabilen Implantaten. *Trauma und Berufskrankheit*. 6, 2004, 1, 13–18.
201. SUKEIK, M., VASHISTA, G., SHAATH, N.: Axillary artery compromise in a minimally displaced proximal humerus fracture: a case report. *Cases journal.*, 2009, 2, 9308.
202. SYED, A., A., WILLIAMS, H., R.: Shoulder disarticulation: a sequel of vascular injury secondary to a proximal humeral fracture. *Injury*. 33, 2002, 9, 771–774.
203. SZYSYKOWITZ, R.: HUMERUS: PROXIMAL. IN.: RÜEDI, T., P., MURPHY, W., M. ET. AL.: AO principles of fracture management. Second expand edition. Thieme, Stuttgart; New York; Davos Platz, 2007, 573-695. ISBN 978-3-13-117442-0.
204. ŠMEJKAL, K., LOCHMAN, P., DĚDEK, T., TRLICA, J., KOČÍ, J., ŽVÁK, I.: Operační léčba zlomenin proximálního humeru. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca* 78, 2011, 4, 321–327.
205. ŠMEJKAL, K., ŽVÁK, I., TRLICA, J., ET AL.: Operační léčba zlomenin proximálního humeru metodou podle Hackethala (Zifka) – case serie. *Rozhledy v chirurgii*. 87, 2008, 2, 101–107.
206. ŠRÁM, J., LUKÁŠ, R., KŘIVOHLÁVEK, M., TALLER, S.: Použití hřebu Targon PH long u etážových zlomenin a zlomenin metafýzy proximálního humeru. *Rozhledy v chirurgii*. 86, 2007, 5, 254–262.
207. TAKEUCHI, R., KOSHINO, T., NAKAZAWA, A., NUMAZAKI, S., SATO, R., SAITO, T.: Minimally invasive fixation for unstable two-part proximal humeral fractures: surgical techniques and clinical results using j-nails. *Journal of orthopaedic trauma*. 16, 2002, 6, 403–408.

208. TALLER, S., KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., ŠRÁM, J., KRÁL, M.: Hemiartroplastika v léčbě zlomenin proximálního humeru. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca* 74, 2007, 4, 262–267.
209. TALLER, S., LUKÁŠ, R., ŠRÁM, J., KUČERA, L., LEBEDOVÁ, H.: Akutní úrazová hemiartroplastika ramenního kloubu - operační technika. *Úrazová chirurgie : časopis České společnosti pro úrazovou chirurgii*. 4, 1996, 4, 4–7.
210. TEPASS, A., BLUMENSTOCK, G., WEISE, K., ROLAUFFS, B., BAHRS, C.: Current strategies for the treatment of proximal humeral fractures: an analysis of a survey carried out at 348 hospitals in Germany, Austria, and Switzerland. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 22, 2013, 1, 8–14.
211. TINGART, M., J., APRELEVA, M., VON STECHOW, D., ZURAKOWSKI, D., WARNER, J., J.: The cortical thickness of the proximal humeral diaphysis predicts bone mineral density of the proximal humerus. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 85, 2003, 4, 611–617.
212. TISCHER, T., ROSE, T., IMHOFF, A., B.: The reverse shoulder prosthesis for primary and secondary treatment of proximal humeral fractures: a case report. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 128, 2008, 9, 973–978.
213. TRUPKA, A., WIEDEMANN, E., RUCHHOLTZ, S., BRUNNER, U., HABERMEYER, P., SCHWEIBERER, L.: Dislozierte Mehrfragmentfrakturen des Humeruskopfes Bedeutet die Luxation des Kopffragments eine Prognoseverschlechterung? *Der Unfallchirurg*. 100, 1997, 2, 105–110.
214. ULRICH, C., KELSCH, G.: Four-Part Fractures of the Humeral Head: Clinical Results of Primary Hemiarthroplasty. *Osteosynthesis and Trauma Care*. 10, 2002, 4, 202–204.
215. VALLIER, H., A.: Treatment of proximal humerus fractures. *Journal of orthopaedic trauma*. 21, 2007, 7, 469–476.
216. VERBEEK, P., A., VAN DEN AKKER-SCHEEK, I., WENDT, K., W., DIERCKS, R., L.: Hemiarthroplasty versus angle-stable locking compression plate osteosynthesis in the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: design of a randomized controlled trial. [on line], *BMC Musculoskeletal Disorders*. 13, 2012, 16., dostupné z <http://www.biomedcentral.com>, spatřeno 31-07-2013.
217. VISSER, C., P., COENE, L., N., BRAND, R., TAVY, D., L.: The incidence of nerve injury in anterior dislocation of the shoulder and its influence on functional recovery. A prospective clinical and EMG study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 81, 1999, 4, 679–685.
218. VISSER, C., P., COENE, L., N., BRAND, R., TAVY, D., L.: Nerve lesions in proximal humeral fractures. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 10, 2001, 5, 421–427.
219. VISSER, C., P., TAVY, D., L., COENE, L., N., BRAND, R.: Electromyographic findings in shoulder dislocations and fractures of the proximal humerus: comparison with clinical neurological examination. *Clinical neurology and neurosurgery*. 101, 1999, 2, 86–91.

220. VOGT, F., TABUTIN, J., CAMBAS, P., M., TORGA SPAK, R.: Internal Fixation of Proximal Humeral Fractures with a Blade-Plate. *Osteosynthesis & Trauma Care*. 10, 2002, 1, 8–12.
221. VOIGT, C., GEISLER, A., HEPP, P., SCHULZ, A., P., LILL, H.: Are polyaxially locked screws advantageous in the plate osteosynthesis of proximal humeral fractures in the elderly? A prospective randomized clinical observational study. *Journal of orthopaedic trauma*. 25, 2011, 10, 596–602.
222. VOIGT, C., HURSCHLER, C., RECHI, L., VOSSHENRICH, R., LILL, H.: Additive fiber-cerclages in proximal humeral fractures stabilized by locking plates: no effect on fracture stabilization and rotator cuff function in human shoulder specimens. *Acta orthopaedica*. 80, 2009, 4, 465–471.
223. VOOS, J., E., DINES, J., S., DINES, D., M.: Arthroplasty for fractures of the proximal part of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 92, 2010, 6, 1560–1567.
224. WACHTL, S., W., MARTI, C., B., HOOGEWOU, H., M., JAKOB, R., P., GAUTIER, E.: Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 120, 2000, 3-4, 171–175.
225. WAND, R., J., DEAR, K., E., A., BIGSBY, E., WAND, J., S.: A review of shoulder replacement surgery. *Journal of perioperative practice* 22, 11, 354–359.
226. WANNER, G., A., WANNER-SCHMID, E., ROMERO, J., ET AL.: Internal fixation of displaced proximal humeral fractures with two one-third tubular plates. *The Journal of trauma*. 54, 2003, 3, 536–544.
227. WIJGMAN, A., J., ROOLKER, W., PATT, T., W., RAAJMAKERS, E., L. MARTI, R., K.: Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 84-A, 2002, 11, 1919–1925.
228. WILSON., LI, WANG, LEI.: Technical pitfalls in osteosynthesis of proximal humeral fractures and how to avoid them. [on line], https://aofoundation.adobeconnect.com/_a937961678/p9pjr2uespy/?launcher=false&fcsContent=true&pbMode=normal, spatřeno 31-07-2013.
229. WU, C., H., MA, C., H., YEH, J., J., H., YEN, C., Y., YU, S., W., TU, Y., K.: Locked plating for proximal humeral fractures: differences between the deltopectoral and deltoid-splitting approaches. *The Journal of trauma*. 71, 2011, 5, 1364–1370.
230. YAGUBYAN, M., PANNETON, J., M.: Axillary artery injury from humeral neck fracture: a rare but disabling traumatic event. *Vascular and endovascular surgery*, 38, 2004, 2, 175–184.
231. YAMANE, S., SUENAGA, N., OIZUMI, N., MINAMI, A.: Interlocking intramedullary nailing for nonunion of the proximal humerus with the Straight Nail System. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 17, 2008, 5, 755–759.

232. YIAN, E., H., RAMAPPA, A., J., ARNEBERG, O., GERBER, C.: The Constant score in normal shoulders. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 14, 2005, 2, 128–133.
233. YÜKSEL, H., Y., YIMAZ, S., AKŞAHİN, E., CELEBI, L., MURATLI, H., H., BIÇIMOĞLU, A.: The results of nonoperative treatment for three- and four-part fractures of the proximal humerus in low-demand patients. *Journal of orthopaedic trauma*, 25, 2011, 10, 588–595.
234. ZYTO, K.: Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury*. 29, 1998, 5, 349–352.

13. SEZNAM PUBLIKOVANÝCH PRACÍ A PŘEDNÁŠEK

a) Původní vědecké publikace uveřejněné v časopisech s IF

TALLER, S., KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., ŠRÁM, J., KRÁL, M.: Hemiartroplastika v léčbě zlomenin proximálního humeru. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca.*, 74, 2007, 4, 262–267.

Uvedený časopis byl zařazen do databáze Web of Science – číselný IF pro tento rok nebyl vyjádřen.

Zahraněční citace článku dle databáze Scholar Google 10krát

KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., TALLER S., ŠRÁM, J.: Použití úhlově stabilních implantátů při ošetření zlomenin proximálního humeru - prospektivní studie. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca.* 75, 2008, 3, 212–220.

Uvedený časopis byl zařazen do databáze Web of Science – číselný IF pro tento rok nebyl vyjádřen.

Zahraněční citace článku dle databáze Scholar Google 15krát

KŘIVOHLÁVEK, M., TALLER, S. LUKÁŠ, R., DRÁČ, P.: Anatomické poznámky k miniinvazivní dlahové osteosyntéze proximálního humeru – kadaverózní studie. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae czechoslovaca.*

Uvedený časopis byl zařazen do databáze Web of Science – číselný IF pro tento rok nebyl vyjádřen.

Práce byla odeslána k recenznímu řízení, přijata do tisku.

b) Původní vědecké publikace uveřejněné v ostatních recenzovaných vědeckých časopisech

KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., TALLER, S.: Nepoznané zadní luxace ramenního kloubu. Předběžné sdělení. *Rozhledy v chirurgii*, 86, 2007, 1, 41–48.

LUKÁŠ, R., KŘIVOHLÁVEK, M., ŠRÁM J., TALLER, S.: Použití úhlově stabilních implantátů při ošetření zlomenin proximálního konce humeru. *Závěrečná zpráva o řešení grantu Interní grantové agentury MZ ČR č. NR7761.*

ŠRÁM, J., LUKÁŠ, R., KŘIVOHLÁVEK M., TALLER, S.: Použití hřebu Targon PH long u etážových zlomenin a zlomenin metafýzy proximálního humeru. *Rozhledy v chirurgii.*, 86, 2007, 5, 254–262.

KRÁL, M., PILNÁČEK, J., TALLER, S., KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R.: Artrodéza ramene zevním fixátorem v léčbě chronických zánětlivých komplikací zlomenin proximálního humeru. *Rozhledy v chirurgii.*, 92, 2013, 5, 255–59.

- c) **Přehledné/souborné vědecké práce v daném oboru uveřejněné v časopisech s IF**
- d) **Přehledné/souborné vědecké práce uveřejněné v ostatních recenzovaných vědeckých časopisech**

KRÁL, M., KŘIVOHLÁVEK, M.: Moderní úhlově stabilní dlahy – pokrok v současné traumatologii. *Medical tribune*. 4, 2008, 35, s. I–III temat. příl.

- e) **Kapitoly v monografiích**

- f) **Publikovaná abstrakta**

KRÁL, M., LUKÁŠ, R., KŘIVOHLÁVEK, M., ŠRÁM, J.: Artrodéza a reverzní protéza ramene, řešení poúrazových komplikací. *Ostravské traumatologické dny: Sborník přednášek: Rožnov p. Radhoštěm*, 2010, s. 52–52.

SKAČKOV, A., KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R.: Použití cílícího zařízení pro PHILOS MIPO - zkušenosti a výsledky. *Časopis lékařů českých.*, 150, 2011, 12, 676–677.

KŘIVOHLÁVEK, M., LUKÁŠ, R., TALLER, S.: Miniinvazivní osteosyntéza zlomenin proximálního humeru úhlově stabilními dlahami - kadaverózní studie. Národní ortopedický kongres Olomouc 2012. Sborník přednášek. *Ortopedie*. 6, 2012, 4 Suppl., 18–19.

- g) **Seznam přednášek/posterů k tématu disertační práce přednesených uchazečem na veřejných odborných fórech – vždy první autor.** Celkem 42 přednášek – z toho 9krát v anglickém jazyce.

1/ 29.9.2006 – Osteosynthese International 2006, Berlin – Křivohlávek M., Taller S., Šrám J., Lukáš R.: Derotational osteotomy after 4-part fracture dislocation – case report

2/ 9. 11. 2006 – CMMIC, Brno – Křivohlávek M., Taller S., Šrám J., Lukáš R.: Stabilní miniinvazivní osteosyntéza metadiafyzálních zlomenin proximálního humeru hřebem Targon PH long

3/ 1.4. 2007 – AO kurz pro pokročilé, Praha – Křivohlávek M.: Zlomeniny hlavičky humeru

4/ 11. 5. 2007 – Motolské dny úrazové chirurgie, Harrachov – Křivohlávek M., Taller S., Šrám J., Lukáš R.: Polohování a přístup při operacích proximálního humeru

5/ 18. 10. 2007 – Moravské ortopedické dny II., Přerov - Křivohlávek M., Lukáš R., Taller S., Šrám J. – Nepoznané zadní luxace ramenního kloubu

6/ 18. 10. 2007 – Moravské ortopedické dny II., Přerov - Křivohlávek M., Lukáš R., Taller S., Šrám J. – Chyby a omyly při ošetření zlomenin proximálního humeru

7/ 1. 4. 2008 – AO kurz, Brno – Křivohlávek M.: Zlomeniny proximálního humeru

- 8/ 24. – 27. 5. 2008 - 9th European Congress of Trauma and Emergency Medicine, Budapest – Křivohlávek M., Lukáš R., Taller S., Šrám J., Pazour J.: Unrecognised posterior shoulder dislocations – case series, POSTER
- 9/ 19. 6. 2008 – 19th International Targon Course, Prague – Křivohlávek M.: Targon PH – Operative technique
- 10/ 3.10. 2008 – Moravské ortopedické dny, Přerov – Křivohlávek M., Lukáš R., Taller S.: Komplikace hřebování zlomenin proximálního humeru
- 11/ 29. 10. 2008 – AO kurz základní, Banská Bystrica – Křivohlávek M.: Nitrodřeňové hřebování humeru
- 12/ 29. 4. 2009 – AO Traumavideosymposium, České Budějovice – Křivohlávek M.: MIPO zlomenin proximálního humeru technikou LCP
- 13/ 29. 4. 2009 – AO Traumavideosymposium, České Budějovice – Křivohlávek M.: Zlomeniny proximálního humeru – přehled recentní literatury
- 14/ 5. 11. 2009 – AO seminář, Brno – Křivohlávek M.: Komplikace dlahové osteosyntézy proximálního humeru
- 15/ 5. 11. 2009 – AO seminář, Brno – Křivohlávek M.: Zlomeniny proximálního humeru – přehled recentní literatury
- 16/ 8.4. 2010 – AO kurz pro lékaře, Seč – Křivohlávek M.: Zlomeniny horního konce humeru
- 17/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humerus, Brno – Křivohlávek M.: Zlomeniny proximální třetiny humeru
- 18/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humerus, Brno – Křivohlávek M.: Dlahování nebo hřebování
- 19/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humerus, Brno – Křivohlávek M.: Přístupy k proximálnímu humeru, implantáty
- 20/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humerus, Brno – Křivohlávek M.: Paklouby diafýzy a proximálního humeru
- 21/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humerus, Brno – Křivohlávek M.: Transdeltoideální přístup, MIPO
- 22/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humerus, Brno – Křivohlávek M.: Deltoideopectorální přístup
- 23/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humeru, Brno – Křivohlávek M.: Zlomeniny lopatky plovoucí rameno
- 24/ 17. 4. 2010 – Ramenní pletenec a humeru, Brno – Křivohlávek M.: Judetův a zadní přístup ke glenohumerálnímu kloubu
- 25/ 7. 5. 2010 – 15th Targon Course, Paris – Křivohlávek M.: Clinical results from Czech republic
- 26/ 17. 6. 2010 – 5. Liberecké dny úrazové chirurgie, Liberec – Křivohlávek M.: Klinická anatomie a biomechanika zlomenin proximálního humeru
- 27/ 4. 11. 2010 – IV. Beskydské ortopedické dny, Frýdek Místek – Křivohlávek M.: MIPO osteosyntéza zlomenin proximálního humeru s využitím cílicího rámu. Operační technika a první zkušenosti
- 28/ 7. 4. 2011 – AO trauma course – pokročilí, Seč, Křivohlávek M.: Zlomeniny proximálního humeru – dlahy

- 29/ 7. 4. 2011 – AO trauma course – pokročilí, Seč, Křivohlávek M.: Praktické cvičení – demonstrace Philos a PHN
- 30/ 24. 5. 2011 AO Trauma Masters Course, Prague – Křivohlávek M.: Treatment outcome – the experts outcome – Philos minimal invasive
- 31/ 24. 5. 2011 AO Trauma Masters Course, Prague – Křivohlávek M.: Treatment tips and tricks – video sesion – Philos
- 32/ 25. 5. 2011 AO Trauma Masters Course, Prague – Křivohlávek M.: Treatment outcome – failiure analysis – angular stable plating
- 33/ 25. 5. 2011 AO Trauma Masters Course, Prague – Křivohlávek M.: Treatment outcome – salvage – Failed osteosynthesis
- 34/ 1. 12. 2011 – Moravské ortopedické a traumatologické dny, Olomouc – Křivohlávek M.: Lze predikovat selhání osteosyntézy proximálního humeru LCP dlahou?
- 35/ 2. 12. 2011 – Moravské ortopedické a traumatologické dny, Olomouc – Křivohlávek M.: Zlomeniny proximálního humeru – dlaho versus hřeb, optimální výsledek léčby, neúspěchy v oblasti léčby zlomenin proximálního humeru
- 36/ 19. 4. 2012 – Základní AO kurz pro lékaře, Seč - Křivohlávek M.: Zlomeniny horního konce humeru
- 37/ 19. 4. 2012 – Základní AO kurz pro sestry operačních sálů, Seč - Křivohlávek M.: Zlomeniny horního konce humeru
- 38/ 18. 5. 2012 – XVI. Národní kongres ČSOT , Olomouc - Křivohlávek M.: Miniinvazivní osteosyntéza zlomenin proximálního humeru úhlově stabilními dlahami – kadaverózní studie
- 39/ 18. 12. 2012 – 18. Vánoční vinohradské symposium, Praha - Křivohlávek M.: Anatomické náhrady ramene, indikace, technika
- 40/ 2. 2. 2013 – Poranění ramenního pletence, Praha – Křivohlávek M.: Zlomeniny proximálního humeru
- 41/ 2. 2. 2013 – Poranění ramenního pletence, Praha – Křivohlávek M.: Komplikace dlahové osteosyntézy zlomenin proximálního humeru
- 42/ 21. 6. 2013 – AO Bohemian – Bavarian symposium, Plzeň - Křivohlávek M.: MIPO 4part proximal humeral fracture

