

UNIVERZITA KARLOVA
3. lékařská fakulta

Autoreferát disertační práce



Léčení zlomenin diafýzy humeru metodou retrográdního elastického hřebování podle Hackethala: klinické a experimentální ověření role této metody v současné traumatologii

MUDr. Petr Obruba

2018

Doktorské studijní programy v biomedicině
Univerzita Karlova a Akademie věd České republiky

Obor: experimentální chirurgie

Předseda oborové rady: prof. MUDr. Jaroslav Živný, DrSc

Školící pracoviště: Ortopedicko-traumatologická klinika 3. LF UK a FNKV

Autor: MUDr. Petr Obruba

Školitel: prof. MUDr. Valér Džupa, CSc

Oponenti: doc. MUDr. Libor Paša, Ph.D.
doc. Ing. Zdeněk Horák, Ph.D.

Autoreferát byl rozeslán dne

Obhajoba se koná dne 10.12.2018 ve 13.30 hod. na Gynekologicko-porodnické klinice 1. LFUK a VFN, Apolinářská 18, Praha 2

S disertací je možno se seznámit na děkanátě 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy

Obsah

Souhrn	1
Summary	2
1. Úvod.....	3
1.1. Rozvaha – proč vznikla tato práce	3
1.2. Současné možnosti léčby zlomenin diafýzy humeru	3
1.2.1. Dlahová osteosyntéza.....	4
1.2.2. Nitrodřeňové hřebování.....	4
1.3. Hackethalova osteosyntéza	4
1.4. Klasifikace zlomenin diafýzy humeru.....	5
2. Cíl práce, hypotézy.....	5
2.1. Cíl práce	5
2.2. Hypotézy	5
3. Materiál a metody.....	6
3.1. Klinická studie I	6
3.1.1. Úvod.....	6
3.1.2. Materiál a metodika.....	6
3.1.3. Výsledky	7
3.1.4. Diskuse.....	9
3.1.5. Závěr	9
3.2. Klinická studie II.....	9
3.2.1. Úvod.....	9
3.2.2. Materiál a metodika.....	9
3.2.3. Výsledky	10
3.2.4. Diskuse.....	11
3.2.5. Závěr	12
3.3. Experimentální studie.....	12
3.3.1. Úvod.....	12
3.3.2. Materiál a metoda.....	12
3.3.3. Výsledky	13
3.3.4. Diskuse.....	14
3.3.5. Závěr	15
4. Ceny implantátů pro osteosyntézu humeru	15
5. Zhodnocení.....	15
6. Závěr	16
7. Literatura	17
8. Publikace autora	18
8.1. Publikace související s tématem disertační práce.....	18
8.2. Publikace bez souvislosti s disertací	18

Souhrn

Hackethalova osteosyntéza zlomenin diafýzy humeru svazkem elastických hřebů byla spolehlivou a ekonomicky nenáročnou metodou ke stabilizaci jednoduchých zlomenin diafýzy humeru.

Cílem této práce bylo zjistit, jestli stabilita uvedených metody je srovnatelná se stabilitou modernějších metod a jak závisí stabilita montáže na počtu a tloušťce použitých implantátů.

K ověření stanovených hypotéz byly vypracovány dvě klinické a jedna experimentální studie.

První klinická studie byla zaměřena na komplikace osteosyntézy. V souboru 50 pacientů vznikl u čtyř pacientů (8 %) pakloub, jednou byla zaznamenána povrchní infekce, hluboká u žádného pacienta. Devět pacientů (18 %) se zhojilo s angulační nebo rotační úchylkou. Trvalé omezení hybnosti lokte nebylo v souboru zaznamenáno, ramene u pěti pacientů (10 %) lehké bez omezení funkce, u pěti těžké.

Druhá klinická studie se zabývala příčinami vzniku pakloubů. U 156 pacientů došlo ke vzniku pakloubu u šesti pacientů (3,8 %). Ve vyšším věku vznikl pakloub častěji, se složitostí zlomeniny rostl i počet pakloubů. Na stavu měkkých tkání, na lokalizaci zlomeniny ani na mechanismu úrazu nebyl vznik pakloubu závislý. Faktorem, který nejvíce ovlivnil hojení zlomenin, byla chyba v indikaci nebo technickém provedení operace (u pěti případech ze šesti pakloubů).

Cílem experimentální studie bylo zjistit, jestli průměr použitých implantátů ovlivňuje výslednou pevnost systému. Byl vytvořen parametrický 3D výpočetní model, na němž byla testována ohybová a rotační pevnost. Ohybová pevnost nezávisela na tloušťce implantátů, rotační pevnost se s průměrem implantátů zvětšovala. S průměrem implantátu rostlo i maximální napětí během ohybu i rotace, tedy i riziko zlomení implantátu. Optimálním kompromisem mezi dostatečnou pevností a přijatelným napětím se ukázala tloušťka hřebů 2-3 mm. Z výsledků uvedených studií vyplývá, že Hackethalova osteosyntéza je dostatečně stabilní metoda pro léčbu jednoduchých zlomenin diafýzy humeru. Základní podmínkou pro její úspěšné použití je správná indikace (jednoduché zlomeniny bez tříštivé zóny) a správné technické provedení (kompletní výplň dřeňové dutiny implantáty). Její výhodou je nízká ekonomická náročnost, nevýhodou úzké indikační spektrum.

Summary

Hackethal's bundle nailing of diaphyseal humeral fractures was method used for stabilization of simple humeral shaft fractures.

Goal of this work was to establish, whether the stability of this technique is comparable to those of more evolved methods and to describe how the stability of nails bundle depends on their number and diameter.

For verification of determined hypotheses, two clinical and one experimental studies were developed.

First clinical study was focused on complications of osteosynthesis. In studied population of 50 patients, 4 of them (8%) developed a non-union, superficial infection was observed once, no deep infection had developed. Nine patients (18%) have healed in rotational or axial malalignment. Permanent limitation in range of motion of elbow was not observed, gentle limitation in shoulder was observed in 5 patients (10%) other five patients had severe limitation in shoulder.

Second clinical study analyzed causes of development of non-unions. In 156 patients, non-union developed in six of them (3.8%). Older patients were more likely to develop a non-union, more complex fractures were likelier to turn into non-unions. Soft tissues condition, location of fracture line and mechanism of injury did not substantially elevate the probability of a non-union development. Factor with highest influence on fracture healing was incorrect indication or surgical technique.

Goal of the experimental study was to establish, whether the diameter of used implants affects final stiffness of system. A parametrical 3D numerical model was developed. Testing of the model did prove that bending stiffness is independent on implant diameter, the rotational stiffness is rising with higher implant diameter. With higher implant diameter is rising stress in implant during its bending and rotation, Optimal compromise between sufficient stiffness and acceptable stress in implant was observed in nail diameters of 2-3 millimeters.

Considering the study results, Hackethal's bundle nailing technique is sufficiently stable for treatment of simple humeral shaft fractures without burden of higher complication rate. Major condition for its successful usage is correct indication (simple fractures without comminution) and correct surgical technique (complete filling of medullar cavity with implant). Added value are its low financial demands.

1. Úvod

1.1. Rozvaha – proč vznikla tato práce

Zlomeniny diafýzy pažní kosti je možno léčit mnoha způsoby. Před příchodem moderních solidních hřebů byla na našich pracovištích oblíbenou metodou osteosyntéza svazkem tenkých elastických hřebů, podle svého autora nazývaná Hackethalovo hřebování. Výsledky této metody byly velmi dobré, přesto se ze spektra používaných metod na většině našich pracovišť prakticky vytratila (14). Ke stejné situaci došlo již předtím v Německu a Rakousku. Vzhledem k tomu, že na pracovišti autora se metoda Hackethalova hřebování v době vzniku této práce úspěšně používala k řešení většiny diafyzárních zlomenin humeru, objevila se otázka, proč byla tato metoda na jiných pracovištích opuštěna. Konzultace s kolegy v Čechách, na Slovensku a v Německu jasnou odpověď nepřinesly, nejčastějším uváděným důvodem byla její údajná nízká stabilita vedoucí ke vzniku paklobů. Retrospektivní studie, provedená na pracovišti autora, ale nepotvrdila nižší stabilitu Hackethalova hřebování ve srovnání s hřebováním solidními hřeby. Otázka tedy zůstala a její formulace se rozšířila. Z jakého důvodu se Hackethalovo hřebování přestává používat – je metoda sama o sobě nedostatečně stabilní, jsou špatné výsledky následkem špatné indikace či nekvalitního technického provedení, ustupuje tato ekonomicky nenáročná metoda dražším implantátům pod tlakem firem? K nalezení odpovědi bylo rozhodnuto vypracovat prospektivní klinickou studii a otestovat stabilitu metody Hackethalova hřebování na matematickém modelu. Tak vznikla tato práce.

1.2. Současné možnosti léčby zlomenin diafýzy humeru

Léčba zlomenin diafýzy humeru v dnešní době nabízí široké spektrum postupů od konzervativních po operační s implantací sofistikovaných implantátů. Způsob léčby je regionálně odlišný (3).

V zámoří, převažuje konzervativní léčba, v evropských zemích je patrná dominance operační léčby vycházející z principů AO školy. Měřítkem úspěšnosti jednotlivých operačních technik je míra nezhojení zlomenin – vznik paklobu. Ta je podle současných srovnávacích studií obdobná u dlahové i hřebové osteosyntézy a více než výběrem techniky je ovlivněna kvalitou jejího provedení (4, 6, 10, 13).

1.2.1. Dlahová osteosyntéza

Pro osteosyntézu diafyzárních zlomenin se používají dlahy rovné, jak klasické pro kompresní osteosyntézu zlomeniny, tak úhlově stabilní, které umožňují díky své unikátní konstrukci osteosyntézu kompresní i dynamickou-přemostňující. Způsob osteosyntézy je určen typem zlomeniny.

1.2.2. Nitrodřeňové hřebování

Obdobně jako u dlah existuje pestrá škála hřebů určených k ošetření zlomeniny diafýzy pažní kosti. Jejich konstrukce vychází ze dvou možností stabilizace kostních úlomků nitrodřeňovým implantátem. První možnost je fixace úlomků solidním hřebem se systémem čepů, které stabilizují úlomky ve správné délce a rotaci. Druhou možností je stabilizace úlomků třením vznikajícím mezi kostí a implantátem. K tomu je nezbytné kompletní vyplnění nitrodřeňové dutiny implantátem, optimálně v místě zlomeniny. To je možné buď implantací solidního hřebu, jehož průměr odpovídá vnitřnímu průměru diafýzy, zavedením expansního hřebu, který vyplní diafýzu zvětšením svého objemu až po implantaci, nebo použitím většího množství postupně zaváděných tenkých hřebů (Hackethalovo hřebování).

1.3. Hackethalova osteosyntéza

V roce 1961 byla vydána Hackethalova monografie *Die Bündel-Nagelung* (8), kde autor podrobně popsal retrográdní hřebování humeru. Pacienta operoval ležícího v poloze na břiše, repozice docíloval distračním aparátem. Trepanační otvor v humeru doporučoval umístit více ulárně a jeho rozměry volit dle tloušťky implantátu. Nejprve zaváděl tři předehtuté hřeby, doplňoval rovnými do výplně dutiny. Konce hřebů zkracoval nad kostí, ale neohýbal. Doplnkovou fixaci sádrou dlahou nepoužíval.

Ve všech anatomických lokalitách zdůrazňoval Hackethal nutnost dodržet dva základní principy pro úspěšnost své metody: kompletní výplň dutiny kosti a správná indikace.

Hřebování dlouhých kostí svazkem hřebů Hackethalovým postupem neobstálo v konkurenci modernějších jištěných a solidních hřebů. Jedinou lokalitou, kde bylo přijato, byla diafýza humeru. Jako metoda volby byla uvedena již v prvním AO manuálu v roce 1969.

1.4. Klasifikace zlomenin diafýzy humeru

S rozvojem operativy diafýzy humeru ve druhé polovině 20. století bylo třeba kvůli stanovení indikací správné metody léčby a k porovnání výsledků léčby zavést klasifikaci zlomenin, která by to umožnila. **Maurice E. Müller** vypracoval v 80. letech klasifikační systém pro zlomeniny diafýz dlouhých kostí, který byl po doplnění o klasifikaci zlomenin metaepifýz přijat v roce 1987 společností AO jako univerzální klasifikace zlomenin. AO klasifikace je všeobecně akceptována i pro zlomeniny diafýzy humeru, přesto ve své základní podobě (čtyřmístný kód) nedokáže rozlišit zlomeniny jednotlivých částí diafýzy (proximální, střední, distální). Vícemístná podoba AO klasifikace diafyzárních zlomenin se prakticky nepoužívá.

2. Cíl práce, hypotézy

2.1. Cíl práce

Cílem této práce je zjistit, jestli stabilita elastického hřebování jednoduchých zlomenin diafýzy humeru svazkem hřebů podle Hackethala je dostatečná ke kostnímu zhojení.

2.2. Hypotézy

Hypotéza 1: Metoda elastického hřebování jednoduchých zlomenin diafýzy humeru svazkem hřebů technikou podle Hackethala je srovnatelně stabilní jako metoda hřebování solidním hřebem a ve srovnání s dlahovou osteosyntézou a solidním hřebováním neprodlužuje dobu léčení.

Hypotéza 2: Metoda elastického hřebování jednoduchých zlomenin diafýzy humeru svazkem hřebů technikou podle Hackethala nevykazuje větší množství komplikací ve srovnání s technikami dlahové osteosyntézy a zajištěného hřebování.

Hypotéza 3: Stabilita montáže a její biomechanické vlastnosti při hojení zlomenin diafýzy pažní kosti ošetřených metodou elastického hřebování nezávisí na počtu a tloušťce implantovaných elastických hřebů, dojde-li k maximálnímu vyplnění dřevové dutiny kosti osteosyntetickým materiálem.

Hypotéza 4: Léčení indikovaných diafyzárních zlomenin pažní kosti metodou elastického hřebování podle Hackethala je finančně méně nákladné ve srovnání s ostatními současnými metodami (dlahová osteosyntéza, zajištěné hřebování).

3. Materiál a metody

K ověření stanovených hypotéz byly vypracovány dvě klinické studie a vytvořen matematický model umožňující simulovat stabilitu a odolnost testovaného systému.

3.1. Klinická studie I

3.1.1. Úvod

K nitrodřeňové osteosyntéze zlomenin diafýzy pažní kosti jsou nejčastěji používány zajištěné nepředvrtané hřeby. Dříve často používaná Hackethalova metoda osteosyntézy je považována za méně stabilní, přestože literární údaje ji popisují jako velmi úspěšnou (6, 7, 8, 12, 14). Rozhodli jsme se zhodnotit její výsledky a komplikace na vlastním souboru pacientů.

3.1.2. Materiál a metodika

Soubor pacientů

V období leden 2006 - prosinec 2009 jsme odoperovali 60 pacientů, doba sledování byla minimálně 12 měsíců. Z 60 pacientů bylo dosledováno 50 (83 %). Průměrný věk v souboru byl 51,2 roku (16 – 89 let).

15 zlomenin (30 %) bylo lokalizováno v horní třetině, 32 (64 %) ve střední a 3 (6 %) v dolní třetině diafýzy. Podle AO klasifikace se jednalo o zlomeniny typu A ve 29 (58 %) případech, typu B v 16 (32 %) a typu C v 5 (10 %) případech. Nejčastější byla zlomenina typu A3 (26 %).

V horní třetině diafýzy převládaly zlomeniny typu A2 (27 %) a B1 (20 %), ve střední třetině A3 (31 %). V dolní třetině nebylo možno žádnou zlomeninu považovat za dominantní – malý počet zlomenin.

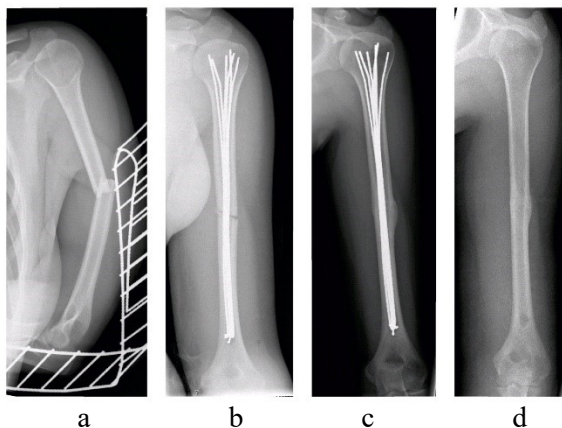
Metoda

Indikace: K operaci byli indikováni pacienti s jednoduchými zlomeninami diafýzy humeru (obr.3.1.1).

Operační postup: Vlastní operace byla prováděna podle původního Hackethalova postupu, tvar trepanačního otvoru byl přizpůsoben větší elasticitě Kirschnerových drátů. Kirschnerovy dráty byly zaváděny až do kompletní výplně dřeňové dutiny, nejčastější počet byl 9 drátů (v rozpětí 4-17).

Pooperační péče: Po operaci byla končetina fixována šátkovým obvazem, po odstranění odsavného drénu (2. pooperační den) byla zahájena rehabilitace ramene. Po extrakci stehů byla zahájena řízená rehabilitace ramene a lokte s šetřením rotací v rameni, od šestého týdne bez omezení. Ambulantní kontroly byly prováděny 6 týdnů, 3, 6, 9 a 12 měsíců od operace.

Hodnocení: Hodnoceno bylo hojení operační rány, doba kostního hojení a výsledné postavení úlomků ve zlomenině na RTG, rozsah hybnosti ramene a lokte a subjektivní vnímání pacienta, t.j. bolest a celková spokojenost.



Obr. 3.1.1. Ošetření příčné zlomeniny (12-A3 dle AO klasifikace) střední třetiny diafýzy humeru Hackethalovou technikou; žena 31 let: a - úrazový snímek, b - 2. pooperační den, c - 5. měsíc, kostně zhojeno, d - 1 rok po osteosyntéze, 2 měsíce po odstranění osteosyntetického materiálu

3.1.3. Výsledky

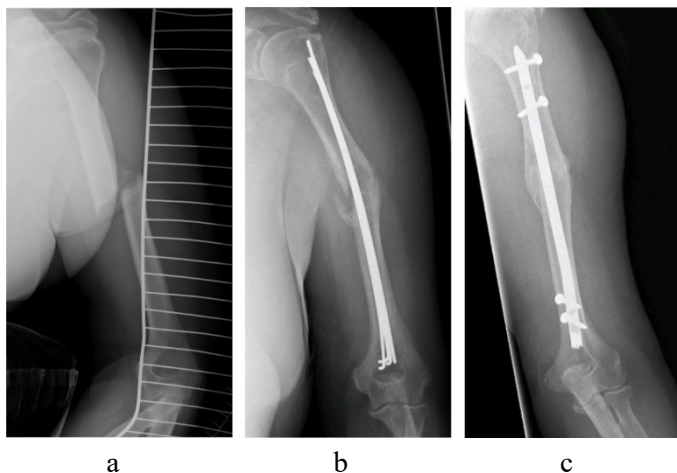
Ze souboru 50 dosledovaných pacientů se primárně zhojilo 45 (90 %). U čtyř pacientů (8 %) se vytvořil paklob, jeden pacient (2 %) byl časně reoperován.

Hojení operační rány

V souboru nebyl zaznamenán hluboký infekt. Jednou (2 %) došlo ke vzniku povrchní kožní nekrózy v operační ráně, 7krát (14 %) dráždil kov v oblasti zavedení implantátů (palpační citlivost).

Hojení zlomenin

K úplnému kostnímu zhojení došlo u 18 pacientů (36 %) do 3 měsíců od operace, u dalších 28 pacientů (56 %) do 6 měsíců. U 4 pacientů vznikl paklob, příčinou vzniku byla chyba indikace (rozsáhle tříštvivá zlomenina jednou) nebo chyba v technickém provedení osteosyntézy (nekompletní výplň dřevové dutiny implantáty třikrát). U těchto pacientů byla v jedné době provedena extrakce osteosyntetického materiálu a reosteosyntéza (obr. 3.1.2).



Obr. 3.1.2. Pakloub po osteosyntéze šikmé zlomeniny diafýzy humeru s meziúlomkem (12-B2 podle AO klasifikace); žena 67 let, dopravní nehoda – řidička osobního auta: a - úrazový RTG snímek, b - 4 měsíce po osteosyntéze nedostatečným počtem hřebů – vývoj pakloubu, c - RTG snímek za 2 roky od úrazu (19 měsíců po reosteosyntéze solidním hřebem), zhojeno, svalok remodelován

Šest pacientů (12 %) se zhojilo s angulací humeru do 10°, jeden (2 %) 13°. Rotační odchylka ve smyslu vnitřní rotace se vyskytla u dvou pacientů (4 %), z toho u jednoho (2 %) byla 40°.

Hybnost ramene a lokte

Omezení extenze lokte lehkého stupně (10°) se vyskytlo dvakrát (4 %), obtíže vymizely po extrakci kovu. Omezení hybnosti ramene bylo 5krát (10 %) lehké (neomezující sebeobsluhu), 5krát (10 %) těžké. Nebylo vázáno na typ zlomeniny, na výsledné postavení fragmentů ani na dobu hojení.

Subjektivní hodnocení

Při hodnocení spokojenosti udávala většina pacientů (78 %) plnou spokojenost včetně návratu ke svým původním činnostem po 6 měsících od úrazu. Po ukončení léčby (12 měsíců po operaci) bylo plně spokojeno 44 pacientů (88 %), částečně tři pacienti (6 %), všichni z důvodu nemožnosti návratu ke svým dřívějším aktivitám. Zhojení v rotaci ani angulaci nemělo na spokojenost pacientů žádný vliv.

Komplikace

Peroperační komplikace. Jednou došlo k zavedení tří Kirschnerových drátů do ramenního kloubu, stav byl řešen reoperací.

Ke vzniku iatrogení zlomeniny v oblasti zavádění drátů ani k jiné peroperační komplikaci ve sledovaném souboru nedošlo.

Časně pooperační komplikace. U jednoho pacienta byla zaznamenána porucha hojení operační rány se vznikem okrajové nekrózy, zhojila se spontánně. V sedmi případech došlo k lehké migraci (do 1 cm) drátů distálním směrem s omezením hybnosti lokte, stav byl ponechán do kostního zhojení. U jednoho pacienta s příčnou zlomeninou ve středu diafýzy vznikla pooperační paréza *n. radialis*, která odezněla tři měsíce po operaci.

Pozdní komplikace. U 4 pacientů se vytvořil pakloub. Příčinou bylo v jednom případě přecenění metody u rozsáhle tříštivé zlomeniny, v dalších třech případech nebyla dutina kosti kompletně vyplněna implantáty.

3.1.4. Diskuse

Výsledky léčby ve sledovaném souboru jsou srovnatelné se závěry prací věnovaných Hackethalově metodě (6, 8, 12, 14). Autoři těchto studií zdůraznili minimální množství ranných komplikací a hlubokých infekcí (8, 12, 14). Vznik pakloubu v našem souboru (8 %) nevybočil z hodnot (1-9 %) uváděných v těchto studiích (1, 6, 12, 14).

3.1.5. Závěr

Hackethalova osteosyntéza diafýzy humeru svazkem elastických hřebů je jednoduchá a bezpečná metoda léčby jednoduchých zlomenin diafýzy pažní kosti. Její výsledky jsou srovnatelné s modernějšími technikami. Pro ošetření příčných a krátce šikmých zlomenin střední třetiny humeru může být metodou první volby.

3.2. Klinická studie II

3.2.1. Úvod

Cílem této studie bylo zhodnotit faktory vedoucí ke vzniku pakloubu diafýzy humeru u pacientů léčených metodou elastické osteosyntézy svazkem hřebů (Hackethalova osteosyntéza).

3.2.2. Materiál a metodika

Soubor pacientů

Od ledna 2001 do prosince 2010 bylo na pracovišti autora Hackethalovou metodou odoperováno 156 pacientů se zlomeninou diafýzy humeru. Soubor tvořilo 87 mužů (55 %) a 69 žen (45 %). Průměrný věk pacientů byl 51,2 roku.

K operaci byli indikováni pacienti s jednoduchými zlomeninami diafýzy humeru (typ 12-A a 12-B podle AO klasifikace).

Operační metoda

Operace byly prováděny podle původního Hackethalova postupu s modifikací trepanačního otvoru (viz Klinickou studii I).

Pooperační péče

Pooperační péče a sledování byly totožné s Klinickou studií I, doba sledování činila minimálně 12 měsíců.

Hodnocení

Byly sledovány faktory, které by mohly mít vliv na vznik pakloubu: věk pacientů, pohlaví, celkový zdravotní stav, abusus alkoholu, mechanismus úrazu, lokalizace a typ zlomeniny. Dalšími byly sledovány správnost indikace a kvalita operační techniky (výplň dřevěné dutiny osteosyntetickým materiálem). Pacienti byli rozděleni do dvou skupin v závislosti na vzniku pakloubu – skupina, kde vznikl pakloub, a skupina, kde pakloub nevznikl. Rozdíly mezi oběma skupinami byly analyzovány programem SPSS pro Mac verzi 12.0 (SPSS Inc. Chicago, USA). Hodnota p menší než 0,05 byla zvolena za statisticky významnou.

3.2.3. Výsledky

U 6 pacientů (4 %) došlo k vytvoření pakloubu. Faktory, které by mohly vést k jejich vzniku shrnuje tab. 3.2.1.

Na vznik pakloubu neměly podstatný vliv pohlaví pacientů, jejich věk ani zdravotní zátěž, mechanismus úrazu či lokalizace zlomeniny. U 11 % pacientů vznikla zlomenina pod vlivem alkoholu, u takto ovlivněných pacientů se pakloub nikdy nevytvořil.

Statisticky významným faktorem vedoucím ke vzniku pakloubu byla závažnost zlomeniny. Z pohledu relativních čísel byl výskyt pakloubů jednoznačně nejvyšší u typu C (2 ze 3), což bylo ve srovnání s typy A a B statisticky významné ($p = 0,012$). Platí i opačný pohled, že statisticky nejméně častý byl výskyt pakloubů u zlomenin typu A ($p = 0,037$).

Indikační chyby a nedokonale provedená osteosyntéza byly statisticky nejméně významnější příčinou selhání Hackethalovy techniky ($p < 0,001$).

	Primární zhojení		Vývoj pakloubu		Hodnota p
Počet pacientů	150	100 %	6	100 %	-
Věk (rozpětí)	50,8 (16-89)		62,0 (37-69)		0,132
Poměr muži/ženy	1,31		0,33		0,407
Kuřáci	56	37 %	2	33 %	1
Diabetici	15	10 %	2	33%	0,129
Vysokoenergetické poranění	78	65 %	4	67 %	0,684
Zlomenina ve středu diafýzy	100	67 %	4	67 %	1
Zlomenina proximální diafýzy	39	26 %	2	33 %	0,999
AO typ A	93	62 %	1	17 %	0,037
AO typ B	54	36 %	3	50 %	0,669
AO typ C	3	2 %	2	33 %	0,012
Nesprávná operační technika	9	6 %	5	83 %	< 0,001

Tab.3.2.1. Vliv jednotlivých faktorů na vznik pakloubu

3.2.4. Diskuse

Vznik pakloubů je u Hackethalovy metody uváděn v rozmezí 1-9 % (6, 12, 14). Výskyt pakloubů v našem souboru (4 %) nevybočil z uvedených hodnot. Rozbor jednotlivých případů ukázal, že ke vzniku pakloubu došlo vždy chybou indikace (rozsáhle tříštivá zlomenina), nebo špatným technickým provedením

na operačním sále (nekompletní výplň dřeňové dutiny implantáty, distrakce fragmentů). Ke vzniku chyb svádí paradoxně relativní technická nenáročnost a jednoduchost provedení této metody (12, 14).

3.2.5. Závěr

Na vzniku pakloubu při použití Hackethalova elastického hřebování se podílí více faktorů. Statisticky významným je charakter zlomeniny, ale zásadním je faktor lidský a s ním spojená nesprávná indikace operační metody a nekvalitní provedení operačního výkonu.

3.3 Experimentální studie

3.3.1. Úvod

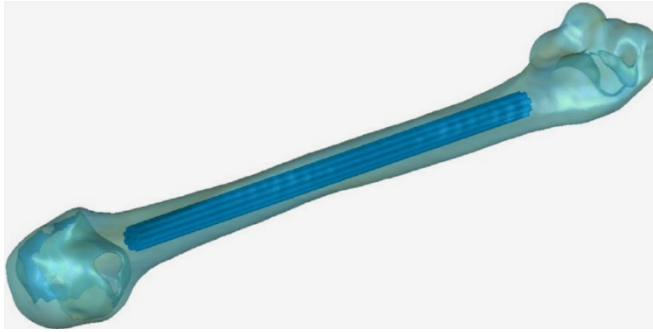
V souboru pacientů v klinické studii se dvakrát (1 %) vyskytl pakloub při současném selhání (rozlomení) použitého implantátu. Přestože hlavní příčinou selhání byla špatná indikace metody osteosyntézy, bylo třeba odpovědět na otázku, jestli použitím jiného implantátu by bylo možno selhání předejít. K Hackethalově osteosyntéze jsou používány implantáty různé tloušťky, otázka tedy zní, zda má průměr použitého implantátu vliv na pevnost a stabilitu osteosyntézy.

Metoda numerické analýzy je standardním prostředkem používaným v biomechanice (2). Cílem našeho použití této metody bylo zhodnocení rotační a ohybové pevnosti (tuhosti) modelu zlomeniny pažní kosti s provedenou osteosyntézou svazkem elastických hřebů. Testovány byly dvě pracovní hypotézy: 1. tuhost systému není závislá na průměru hřebu (drátu), 2. rozložení napětí je závislé na průměru hřebu.

3.2.2. Materiál a metoda

Ke zhodnocení vlivu průměru implantátu na výslednou stabilitu osteosyntézy je nezbytné modelovat situaci numericky. Aby se dala zjistit výsledná stabilita, je třeba vypočítat ohybovou a rotační pevnost.

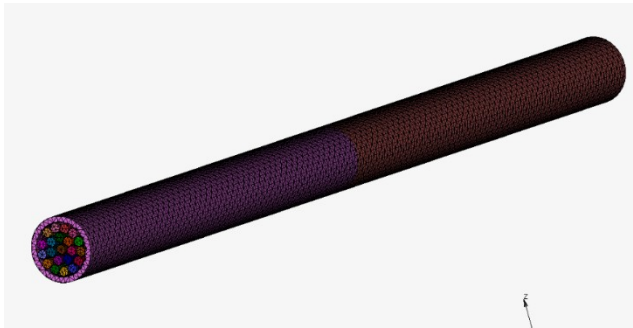
K tomuto účelu vznikl parametrický 3D výpočetní model (obr 3.3.1). Model kosti byl uprostřed příčně přeríznut k simulaci jednoduché zlomeniny (12-A3 podle AO klasifikace). Tloušťka kortikální kosti diafýzy byla modelována podle CT řezů skutečného humeru.



Obr.3.3.1. Virtuální model osteosyntézy humeru svazkem elastických hřebů

Průměr hřebů byl proměnný parametr s hodnotami 1,8, 2,5, 3 a 4 mm. Hřeby byly virtuálně umístěny do humeru tak, aby byla dřevňová dutina kompletně vyplněná).

Takto připravený 3D model byl diskretizovaný pomocí čtyř uzlových prostorových prvků za použití softwaru MSC.MARC (MSC Software, ČR). Celkový počet prvků v modelu byl 124 080 s průměrnou kvalitou 0,5 (obr. 3.3.2).



Obr.3.3.2. Diskretizovaný 3D model

Pro modelování bylo vycházeno z předpokladu, že materiál kosti i hřebů je isotropní a homogenní.

3.3.3. Výsledky

Při testování ohybu dosáhla ohybová tuhost nejnižší hodnoty pro průměr 1,8 mm (8,2 N/mm) a maximální pro průměr 4 mm (9,1 N/mm). V případě rotace byla rotační tuhost nejnižší pro průměr 1,8 mm (16,452 Nmm/rad) a nejvyšší pro průměr 4 mm (51,347 Nmm/rad).

Při modelování ohybu bylo nejvyšší ekvivalentní napětí (Von Mises) zjištěno v periferních hřebech systému, kdežto nejnižší ekvivalentní napětí bylo v hřebech ve středu modelu humeru. V případě rotace bylo ekvivalentní napětí konstantní pro všechny průměry hřebů .

Při testování ohybu dosáhla hodnota ekvivalentního napětí maxima 587 MPa u nejsilnějších hřebů (průměr 4 mm), při testování rotace maximální hodnoty 271 MPa, rovněž u hřebů maximálního testovaného průměru.

3.3.4. Diskuse

Torzní tuhost neporušeného humeru byla zkoumána v experimentech na kadaverech i metodami využívajícími výpočetní analýzu. Zjištěné hodnoty kolísaly od 9 862 do 20 068 Nmm/rad v závislosti na způsobu testování (2, 5, 11). Astier a kol. testovali na numerickém modelu rotační tuhost humeru s příčnou zlomeninou diafýzy (12-A3 podle AO) a zavedeným antegrádním hřebem (2). Rotační tuhost dosáhla hodnoty 7 111 Nmm/rad. Kritickým místem byla oblast proximálního jištění hřebu v metafýze, což odpovídá klinickým zkušenostem. U našeho modelu používajícího jako metodu osteosyntézy Hackethalovu techniku, byla zjištěna rotační tuhost 2,3krát větší. Byla ovšem použita jiná konstrukce modelu. To znemožňuje porovnání výsledků obou matematických modelů. Srovnatelnější výsledky přináší biomechanické studie na kadaverozních kostech (9). K významnějšímu zvýšení ohybové i torzní tuhosti došlo při kompresi ve zlomenině. Tím se na výsledku účastnila nejen pevnost implantátu, ale i kosti v místě zlomeniny. Podobný efekt vzniká u implantátů kompletně vyplňujících dřeňovou dutinu diafýzy humeru, zde hraje svou podstatnou roli tření mezi implantátem a kostí v oblasti istmu diafýzy. To podporuje Hackethalovu teorii stability vznikající kompletním vyplněním dřeňové dutiny implantáty (8).

Rotační stability nitrodřeňové osteosyntézy zlomenin diafýzy humeru je možno dosáhnout dvěma rozdílnými metodami. První z nich je kompletní vyplnění istmu dřeňové dutiny implantátem, druhou je zablokování rotačního pohybu hřebu jisticími čepy. V obou případech je výsledná torzní tuhost srovnatelná. U implantátů umožňujících kompletní výplň dřeňové dutiny nepřináší antirotační jištění další zvýšení rotační tuhosti (11). Při jištění hřebů ve spongiosní kosti proximálního humeru vzniká riziko selhání tohoto jištění v osteoporotickém terénu (2). Z toho vyplývá, že u pacientů vyššího věku je bezpečnější použít u jednoduchých zlomenin diafýzy humeru (12-A2, 12-A3 dle AO klasifikace) metodu kompletního vyplnění istmu diafýzy implantátem. Dosažení tohoto efektu umožňuje použití expandabilního hřebu nebo Hackethalovo elastické hřebování.

3.3.5. Závěr

Z výsledků naší studie vyplývá, že ohybová tuhost u techniky elastického hřebování svazkem hřebů není závislá na průměru použitých implantátů. Rotační tuhost naopak vysoce závisí na průměru implantátů. Čím větší je průměr použitých hřebů, tím větší je výsledná torzní tuhost. Takže naše první pracovní hypotéza se nepotvrdila.

Závislost maximálního napětí v implantátu na jeho průměru během ohybu a torze modelu je nelineární. Čím větší průměr implantátu je použit, tím větší vzniká při jeho deformaci napětí. Naše druhá pracovní hypotéza se tímto potvrdila.

Z výsledků této studie a porovnání s publikovanými experimenty je patrné, že metoda elastického hřebování humeru má u jednoduchých zlomenin diafýzy stále své místo. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že optimální průměr implantátů používaných u této metody by měl být 2-3 mm. V tomto případě je pevnost montáže dostatečná a riziko rozlomení implantátu nízké.

Přestože tato práce formuluje určité závěry, je nutno přiznat, že mají své limity. Vnitřní průměr diafýzy humeru byl zjednodušen a vlastnosti modelovaného materiálu hřebů byly pokládány za lineárně elastické.

4. Ceny implantátů pro osteosyntézu humeru

Pro porovnání ekonomické náročnosti současných metod použitelných pro osteosyntézu jednoduchých zlomenin diafýzy pažní kosti byly zvoleny ceny implantátů firmy DePuy Synthes platné v České Republice k 10. 4. 2018. Pro výpočet ceny montáže z Kirschnerových drátů je uveden nejběžněji používaný průměr drátu 2,0 mm a nejčastější počet drátů tohoto průměru implantovaných v našem souboru (Klinická studie I).

Klasická dlaha – cena montáže	2 175,20 Kč
Úhlově stabilní dlaha – cena montáže	6 042,30 Kč
Antegrádní hřeb – cena montáže	14 413,80 Kč
Solidní univerzální hřeb – cena montáže	15 440,20 Kč
Kirschnerový drát – cena montáže	948,60 Kč

5. Zhodnocení

Cílem této práce bylo posouzení stability dosažitelné elastickým hřebováním jednoduchých zlomenin diafýzy humeru.

Byly formulovány čtyři základní hypotézy, které bylo nutno ke splnění vytyčeného cíle ověřit.

Hypotéza 1: *Metoda elastického hřebování jednoduchých zlomenin diafýzy humeru svazkem hřebů technikou podle Hackethala je srovnatelně stabilní jako metoda hřebování solidním hřebem a ve srovnání s dlahovou osteosyntézou a solidním hřebováním neprodlužuje dobu léčeni.*

Výsledky obou klinických studií prokázaly, že správně provedené elastické hřebování neprodlužuje dobu hojení zlomenin diafýzy humeru a je srovnatelně stabilní jako hřebování solidním hřebem.

Hypotéza 1 byla potvrzena.

Hypotéza 2: *Metoda elastického hřebování jednoduchých zlomenin diafýzy humeru svazkem hřebů technikou podle Hackethala nevykazuje větší množství komplikací ve srovnání s technikami dlahové osteosyntézy a zajištěného hřebování.*

Výsledky obou klinických studií prokázaly, že metoda osteosyntézy jednoduchých zlomenin diafýzy humeru Hackethalovou technikou není zatížena větším množstvím komplikací než techniky dlahové osteosyntézy a zajištěného hřebování.

Hypotéza 2 byla potvrzena.

Hypotéza 3: *Stabilita montáže a její biomechanické vlastnosti při hojení zlomenin diafýzy pažní kosti ošetřených metodou elastického hřebování nezávisí na počtu a tloušťce implantovaných elastických hřebů, dojde-li k maximálnímu vyplnění dřevné dutiny kosti osteosyntetickým materiálem.*

Experimentální studie využívající numerický 3D model zjistila, že ohybová tuhost u techniky elastického hřebování není závislá na průměru použitých implantátů, kdežto rotační tuhost na průměru implantátů závisí. Současně na průměru implantátů závisí i maximální napětí během ohybu a torze.

Hypotéza 3 nebyla potvrzena.

Hypotéza 4: *Léčení indikovaných diafyzárních zlomenin pažní kosti metodou elastického hřebování podle Hackethala je finančně méně nákladné ve srovnání s ostatními současnými metodami (dlahová osteosyntéza, zajištěné hřebování).*

Cena základní montáže je u elastického hřebování výrazně nižší, než ceny ostatních osteosyntéz.

Hypotéza 4 byla potvrzena.

6. Závěr

Metoda elastického hřebování zlomenin diafýzy humeru svazkem hřebů publikovaná K. H. Hackethalem v roce 1960 byla do devadesátých let 20. století přední metodou osteosyntézy v této oblasti. S vývojem moderních implantátů byla postupně opouštěna, v současné době je používána jen okrajově na několika pracovištích. K jejímu omezenému používání vedla řada faktorů, nejvýznamnějším je její plné nahrazení moderními jištěnými solidními hřeby, jejichž indikační šíře zahrnuje prakticky veškeré zlomeniny proximálních dvou

třetin humeru. S nižší frekvencí používání Hackethalovy metody se prodlužuje její učební křivka a lze předpokládat, že současná nastupující generace kostních chirurgů již tuto metodu do svého repertoáru nezařadí. Přesto je tato metoda při jejím správném provedení i v současnosti metodou vedoucí ke správnému ošetření indikovaných zlomenin diafýzy humeru. Hackethalova metoda je srovnatelně stabilní s moderními technikami jištění hřebování a nevede ve srovnání s ostatními metodami k většímu množství komplikací, jak prokázala i tato práce.

7. Literatura

1. ALLENDE, C.; PAZ, A.; ALTUBE, G.; BOCCOLINI, H.; MALVAREZ, A.; ALLENDE, B. Revision with plates of humeral nonunions secondary to failed intramedullary nailing. *Int Orthop* /online/. 2013
2. ASTIER, V.; ARNOUX, P. J.; THOLLON, L.; MOURET, F.; BRUNET, CH. Finite element simulation of humeral intramedullary nailing: case of torsion loading. In *2nd European Hyperworks Technology Conference* [online]. 2008; [cited 2015 Feb 11]. http://www.altairatc.com/europe/presentations/Session02_Inrets_Astier.pdf
3. BARTONÍČEK, J. Early history of operative treatment of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010, 130, 1385-1396.
4. BISSACIA, M.; MECCARIELLO, L.; RINONAPOLI, C. et al. Comparison of Plate, Nail and External Fixation in the Management of Diaphyseal Fractures of the Humerus. *Med Arch*. 2017, 71(2), 97-102.
5. BLUM, J.; MACHEMER, H.; BAUMGART, F.; SCHLEGEL, U.; WAHL, D.; ROMMENS, P. M. Biomechanical Comparison of Bending and Torsional Properties in Retrograde Intramedullary Nailing of Humeral Shaft Fractures. *J Orth Trauma*. 1999, 13(5), 344-350.
6. BRUG, E.; WESTPHAL, T.; SCHAFERS, G. Differenzierte Behandlung der Humerusdiaphysenfrakturen. *Unfallchirurg*. 1994, 97, 633-8.
7. DESRÉE, C.; SAFARY, A. Le traitement des fractures humérales, col et diaphyse, par l'enclouage fasciculé de Hackethal. *Acta Orthop Belg*. 1979, 45, 666-677.
8. HACKETHAL, K. H. *Die Bündel-Nagelung*. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag, 1961.
9. HENLEY, M. B.; MONROE, M.; TENCER, A. F. Biomechanical Comparison of Methods of Fixation of a Midshaft Osteotomy of the Humerus. *J Orthop Traum*. 1991, 5(1), 14-20.
10. CHANGULANI, M.; JAIN, U. K.; KESWANI, T. Comparison of the use of the humerus intramedullary nail and dynamic compression plate for the management of diaphyseal fractures of the humerus: A randomised controlled study. *Int Orthop*. 2007, 31, 391-5.

11. MAHER, S. A.; MEYERS, K.; BORENS, O.; SUK, M.; GROSE, A.; WRIGHT, T. M.; HELFET, D. Biomechanical evaluation of an expandable nail for the fixation of midshaft fractures. *J Trauma*. 2007, 63(1), 103-7.
12. PETER, R. E.; HOFFMEYER, P.; HENLEY, M. B. Treatment of humeral diaphyseal fractures with Hackethal stacked nailing: a report of 33 cases. *J Orthop Trauma*. 1992, 6, 14-17.
13. SARMIENTO, A.; WADDEL, J. P.; LATTA, L. L. Diaphyseal humeral fractures: treatment options. *J Bone Joint Surg*. 2001, 83(10), 1566-1579.
14. ŠPÁTA, L.; KLEISL, R.; BARTOŠ, P. Hackethalova osteosyntéza kosti pažní Enderovými pruty. *Uraz Chir*. 1997, 5(3), 14-17.

8. Publikace autora

8.1. Publikace související s tématem disertační práce

OBRUBA, P.; ČAPEK, L.; HENYŠ, P.; KOPP, L. Computed modeling of humeral mid-shaft fracture treated by bundle nailing. *Comp Meth in Biomed Eng*. 2016, 19, 1371-1377. **IF 1,770/2016**

OBRUBA, P.; RAMMELT, S.; KOPP, L.; EDELMANN, K.; AVENARIUS, J. Non-unions after fixation of humeral fractures using Hackethals bundle nailing technique. *Acta Ortop Bras*. 2016, 24, 270-274. **IF 0,600/2016**

OBRUBA, P.; KOPP, L. Nonunion after bundle nailing of diaphyseal humerus fractures in sexagenarians. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014, 40(Suppl 1), 185. **IF 0,380/2014**

OBRUBA, P.; KOPP, L.; EDELMANN, K. Léčba zlomenin diafýzy humeru nitrodřeňovou fixací svazkem hřebů dle Hackethala. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2012, 79, 341-346.

OBRUBA, P. Padesát let Hackethalovy osteosyntézy humeru. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2012, 79, 380-381.

8.2. Publikace bez souvislosti s disertací

KOPP, L.; EDELMANN, K.; **OBRUBA, P.**, PROCHÁZKA, B.; BLŠŤÁKOVÁ, K.; DŽUPA, V. Rizikové faktory úmrtí seniorů operovaných pro zlomenin proximálního femuru. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2009, 76, 41-46. **IF 1,628/2009**

DŽUPA, V.; CHMELOVÁ, J.; PAVELKA, T.; **OBRUBA, P.**; WENDSCHE, P.; ŠIMKO, P.; CISP INVESTIGATORS. Multicentrická studie pacientů s

poraněním páneve: základní analýza souboru. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2009, 76, 404-409. **IF 1,628/2009**

BARTONÍČEK, J.; TUČEK, M.; FRIČ, V.; **OBRUBA, P.** Fractures of the scapular neck: diagnosis, classifications and treatment. *Int Orth (SICOT).* 2014, 38(10), 2163-73. **IF 2,019/2014**

RAMMELT, S.; **OBRUBA, P.:** An update on the evaluation and treatment of syndesmotic injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2014, 601-14, 40(6). **IF 0,380/2014**

MELUZINOVÁ, P.; KOPP, L.; EDELMANN, K.; **OBRUBA, P.;** AVENARIUS, J. Artroskopie loketního kloubu v chirurgické léčbě poúrazových stavů. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014, 81(6), 399-406. **IF 0,415/2014**

MELUZINOVÁ, P.; Kopp, L.; DRÁČ, P.; EDELMANN, K.; **OBRUBA, P.** Dlahová osteosyntéza zlomenin distální ulny při současné zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou – časné funkční a rentgenové výsledky. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2015, 82(5), 369-376. **IF 0,415/2015**

MELUZINOVÁ, P.; KOPP, L.; DRÁČ, P.; EDELMANN, K.; **OBRUBA, P.** Srovnání časných výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin distální ulny přidružených při zlomenině distálního radia řešené dlahovou osteosyntézou. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2017, 84, 182-188.

IF 0,560/2016

OBRUBA, P.; ŠPLECHTNA, R.; POKORNÝ, L.; HUŠKOVÁ, E. Diagnóza kontuze srdce. *Acta Chir Ortho. Traumatol Cech.* 2002, 69, 95-8.

OBRUBA, P.; HOUSER, J.; MIŠIČKO, R. Oboustranná zlomenina proximální tibie. *Uraz Chir.* 2002, 10, 1-5.

ŠPLECHTNA, R.; **OBRUBA, P.;** POKORNÝ, L.; HUŠKOVÁ, E.; FIALKA, J.; NALOS, D. Diagnóza kontuze srdce? *Anest Intenziv Med.* 2003, 14, 85-9.

EDELMANN, K.; HOUSER, J.; ŠTĚPÁNOVÁ, E.; **OBRUBA, P.;** KOPP, L. Přední luxace humeru komplikovaná trombózou arteria axillaris. *Rozhl Chir.* 2007, 86, 611-613.

NEDVĚD, T.; EDELMANN, K.; **OBRUBA, P.;** DOHNALOVÁ, R.; HOUSER, J. Retrogradní hřebování periprotetických zlomenin distálního femuru pomocí DFN. *Uraz Chir.* 2007, 15, 93-96.

OTČENÁŠEK, M.; GÜRLICH, R.; KUČERA, E.; **OBRUBA, P.;** DŽUPA, V. Laparoskopická korekce posttraumatického uterovaginálního sestupu s prolapsem rekta. *Rozhl Chir.* 2007, 86, 32-34.

KOPP, L.; AVENARIUS, J.; **OBRUBA, P.;** HOUSER, J. Dlouhodobé následky komplexní zlomeniny talu – kazuistika. *Uraz Chir.* 2010, 18(4), 95-97.

EDELMANN, K.; DVOŘÁK, J.; KOPP, L.; **OBRUBA, P.** Fraktura proximálního humeru komplikovaná lézí arteria axillaris – kazuistika. *Rozhl Chir.* 2010, 89, 473-476.

KOPP, L.; **OBRUBA, P.**; EDELMANN, K.; PROCHÁZKA, B.; BLŠŤÁKOVÁ, K.; ČELKO, A. M. Dekubitus a riziko úmrtí seniorů operovaných pro zlomeninu proximálního femuru. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011, 78, 156-160.

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 Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011, 78, 314-320.

DŽUPA, V.; CHMELOVÁ, J.; PAVELKA, T.; **OBRUBA, P.**; WENDSCHE, P.; ŠIMKO, P.; CISP INVESTIGATORS. Multicentrická studie pacientů s poraněním pánve: přehled klinických výsledků a trvalých následků. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011, 78, 120-125.

RIEGL, J.; SMETANA, J.; **OBRUBA, P.** Izolované poranění pankreatu při tupém poranění břicha u 22letého muže. *Uraz Chir.* 2011, 19(1), 14-16.

KOPP, L.; AVENARIUS, J.; **OBRUBA, P.**; HOUSER, J. Dlouhodobé následky komplexní zlomeniny talu. *Uraz Chir.* 2011, 18, 95-97.

KOPP, L.; **OBRUBA, P.**; MIŠIČKO, R.; EDELMANN, K.; DŽUPA, V. Artroskopicky asistovaná osteosyntéza kalkanea: klinické a rentgenologické výsledky prospektivní studie. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012, 79(3), 228-23, 2012.

KOPP, L.; **OBRUBA, P.**; RIEGL, J.; MELUZINOVÁ, P.; EDELMANN, K. Chirurgická léčba zlomenin talu – střednědobé funkční a rentgenové výsledky. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2013, 80(2), 165-170.

CIHLÁŘ, F.; MIŠIČKO, R.; KRAJINA, A.; CIHLÁŘ, J.; BARTOŠ, R.; **OBRUBA, P.**, ZASADILOVÁ, P. Multidetektorová výpočetní tomografie u traumat – vliv lokalizace, velikosti a denzity aktivního krvácení na volbu následné terapie. *Ces Radiol.* 2014, 68(2), 129-136.

EDELMANN, K.; **OBRUBA, P.** Poranění nohy. In: WENDSCHE, P.; VESELÝ, R. (eds). *Traumatologie.* Praha: Galén. 2015, 278-287.

AVENARIUS, J.; CIHLÁŘ, F.; **OBRUBA, P.**, EDELMANN, K. Selektivní embolizace arteriálního krvácení při poranění acetabula – kazuistika. *Uraz Chir.* 2016, 24(2), 43-45.

BARTONÍČEK, J.; TUČEK, M.; KLIKA, D.; **OBRUBA, P.** Total glenoid fractures. *Rozhl Chir.* 2016, 95(11), 386-393.