

Léčba zlomenin diafýzy humeru nitrodřeňovou fixací svazkem hřebů dle Hackethala

Treatment of Humeral Shaft Fractures Using Hackethal's Technique of Intramedullary Bundle Nailing

P. OBRUBA, L. KOPP, K. EDELMANN

Traumatologické oddělení Masarykovy nemocnice, Ústí nad Labem, Krajská zdravotní a.s.

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

To inform on our experience with the treatment of humeral shaft fractures by intramedullary osteosynthesis using Hackethal's bundle nailing and to evaluate indications for the current use of this technique.

MATERIAL AND METHODS

From January 2001 to December 2009, a total of 184 patients with humeral shaft fractures were treated surgically and, of these, 147 by Hackethal's nailing. From January 2006 60 patients treated by this technique were prospectively followed up and, of them, 50 were evaluated (83.3%) and included in this study. The average age of the study group was 51.2 years. Fifteen fractures (30%) were in the proximal third, 32 (64%) in the middle third and three (6%) in the distal third of the humeral diaphysis. According to the AO classification, the distal-third diaphyseal fractures were mostly type A2 (26.6%) and type B1 (20.1%), mid-third fractures were mostly type A3 (31.3%) and distal-third fractures were not evaluated because of their low number.

Based on radiographic examination, patients with uncomplicated fractures of the humeral shaft were indicated for surgery. This was performed according to the original Hackethal's procedure with the patient in the prone position using Kirschner wires, 2 mm in diameter, as implants.

The patients were followed up at 6 weeks and 3, 6, 9 and 12 months after surgery. On examination, healing of the operative wound, bony union achieved and radiographic findings of the fragment position were evaluated. The range of motion at the shoulder and elbow was assessed and subjective patients' feelings were recorded.

RESULTS

Of the 50 patients evaluated, 45 (90%) healed by first intention, four developed pseudoarthrosis (8%) and one required repeat surgery. No deep wound infection was recorded.

Six patients (12%) had humeral angulation up to 10 degrees and one (2%) up to 13 degrees. This angulation was recorded in proximal-third diaphyseal fractures. A deviation in humeral internal rotation was found in two patients (4%), in one of whom it was 40 degrees.

Mild restriction of elbow extension (10 degrees) was found in two patients (4%), five (10%) reported slightly restricted motion of the shoulder and five, chiefly elderly patients with proximal-third diaphyseal fractures, had severe restriction of shoulder motion.

Most of the patients (78%) reported full satisfaction, including return to normal daily activities, at 6 months after injury. When the therapy was finished at 12 months after surgery, 44 patients (88%) expressed their full satisfaction.

DISCUSSION

Our results give support to the previously reported good outcomes of Hackethal's osteosynthesis of the humeral shaft. This method is associated with a minimum of complications if the conditions of correct indication are fulfilled, i.e., uncomplicated fractures of the mid-third humeral diaphysis are considered. Filling the medullary cavity completely with K-wires or nails is an additional condition. Without these being met, good stability of the fracture is not achieved and non-union can develop, as shown by the analysis of cases with non-union in our patient group.

CONCLUSIONS

Hackethal's technique of osteosynthesis with elastic bundle nailing facilitates safe and easy treatment of uncomplicated diaphyseal fractures of the humerus. Its outcomes are comparable with the other currently used and more expensive methods. It is the method of first choice in the treatment of transverse and short oblique fractures of the mid-third of the humeral shaft.

Key words: humeral shaft fractures, bundle nailing, Hackethal's technique.

ÚVOD

K nitrodřeňové osteosyntéze zlomenin diafýzy pažní kosti jsou v současné době nejčastěji používány zajištěné nepředvrtané hřebky (3, 7, 15, 17, 18, 20, 23, 24). Dříve často používaná metoda osteosyntézy svazkem elastických hřebků či K-drátů podle Hackethala je v posledních letech považována za obsolentní, přestože byla velmi úspěšná (2, 6, 9, 16, 19, 29, 30). Na našem pracovišti je tato osteosyntéza pro jednoduché zlomeniny používána stále, proto jsme se rozhodli zhodnotit její výsledky.

MATERIÁL A METODIKA

Soubor pacientů

V období od ledna 2001 do prosince 2009 jsme na našem oddělení odoperovali 184 pacientů se zlomeninou diafýzy humeru, z toho 147 metodou podle Hackethala, 18 solidním hřebem (UHN, Synthes) zaváděným retrográdně, 14 antegrádním hřebem (PH-Targon long, Aeskulap) a 5 dlahou. Od roku 2006 jsme prospektivně sledovali pacienty odoperované metodou podle Hackethala, doba sledování byla minimálně 12 měsíců. Z 60 odoperovaných pacientů se podařilo dosledovat 50 (83,3 %), 25 mužů a 25 žen. Průměrný věk v souboru byl 51,2 roku (16–89 let), 47,2 u mužů (17–83 let), 55,4 u žen (16–89 let) (graf 1). Poraněna byla pravá strana u 18 pacientů (36 %), levá u 32 (64 %). Osmkrát byla zlomenina otevřená, podle klasifikace Gustila a Andersona se jednalo 4krát o typ I, 4krát o typ II. 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 (tab. 1). Nejčastější byla zlomenina typu A3 (26 %). V horní třetině diafýzy převládaly zlomeniny typu A2 (26,6 %) a B1 (20,1 %), ve střední třetině A3 (31,3 %). V dolní třetině nebylo možno žádnou zlomeninu považovat za dominantní – malý počet zlomenin (tab. 2). Úrazové postižení vřetenního nervu bylo zaznamenáno u dvou zlomenin lokalizovaných ve střední třetině diafýzy.

Tab. 1. Soubor prospektivně sledovaných pacientů 2006–2009 (Hackethal).

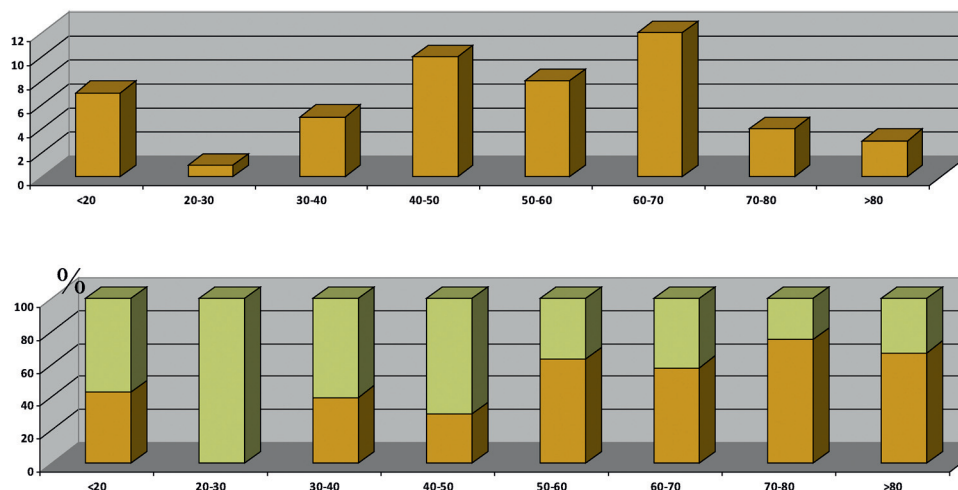
Četnost zlomenin podle AO klasifikace (50 pacientů)

	1	8	16 %		
A	2	8	16 %	29	58 %
	3	13	26 %		
	1	6	12 %		
B	2	7	14 %	16	36 %
	3	3	6 %		
	1	1	2 %		
C	2	2	4 %	5	10 %
	3	2	4 %		
Celkem		50	100 %	50	100 %

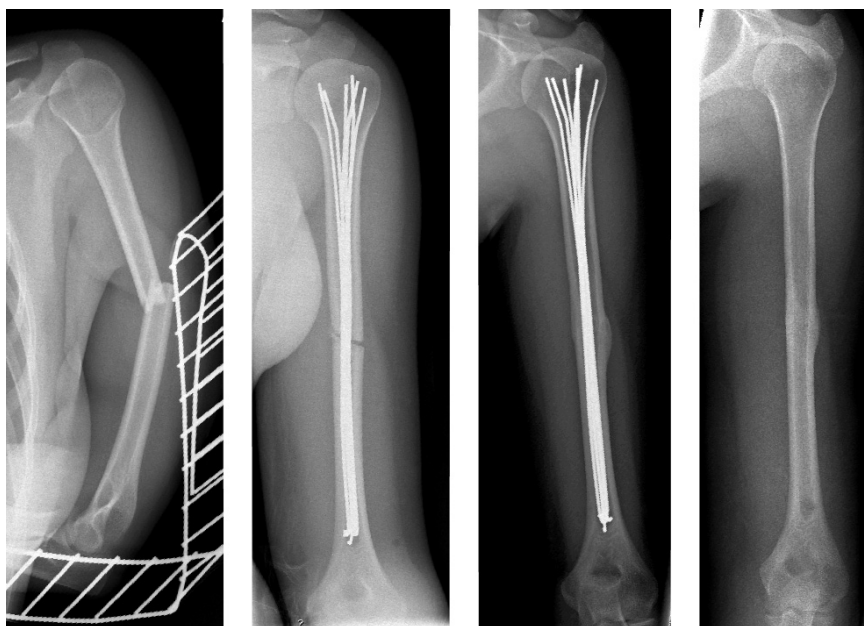
Metoda

Indikace: K operaci byli indikováni pacienti s jednoduchými zlomeninami diafýzy humeru s vyloučením zlomenin v metadiafyzárních oblastech (obr. 1). Indikace byla stanovena na základě rtg vyšetření pažní kosti ve dvou rovinách.

Operační postup: Vlastní operace byla prováděna podle původního Hackethalova postupu. Pacienti byli operováni v pronační poloze, paže byla umístěna na podporu pevně spojenou s operačním stolem. Operačním přístupem byl dorzální řez nad distálním humerem v délce 6 cm, trojhlavý sval byl v tomto rozsahu tupě rozpreparován ve směru vláken. Proximálně od fossa olecrani byl vytrepanován vstup pro implantáty, jeho distální distální okraj byl od jamky vzdálen 5–6 mm. Trepanační otvor vnikl ze tří návtů dorzální kortikalis, které tvořily přibližně rovnostranný trojúhelník o délce strany 1 cm, sází orientovanou distálně. Návrty byly propojeny frérou s důrazem na šetření protilehlé kortikalis. Za současné repozice pak byly postupně tupým koncem napřed zaváděny K-dráty o průměru 2 mm až do kompletní výplně dřeňové dutiny, nejčastější počet byl 9 drátů (v rozpětí 4–17). První K-dráty byly před implantací na konci lehce ohnuty pro snadnější zavádění a pro možnost směřování do různých míst hlavičky, poslední dráty byly zaváděny netvarované k výplni dřeňové dutiny. Zavádění drátů bylo kontrolováno rtg zesilovačem ve dvou na sebe kolmých projekcích. Po zavedení byly konce jednotlivých drátů zahnuty o 90° a zkráceny nad úroveň



Graf 1.
Zlomeniny diafýzy humeru
2006–2009 (50 pacientů)
prospektivní sledování.
Rozložení podle věku
a pohlaví



a | b | c | d

Obr. 1. Osteosyntéza podle Hackethala – normální průběh hojení;
žena 31 let, 12–A3:
a) úrazový snímek;
b) pooperační stav – kompletní výplň
isthmus K-dráty;
c) za 10 měsíců – plná reparace;
d) za 1 rok – zhojeno.

Tab. 2. Soubor prospektivně sledovaných pacientů 2006–2009 (Hackethal).
Rozložení zlomenin v jednotlivých třetinách diafýzy humeru podle AO klasifikace

Typ AO		horní třetina		střední třetina		dolní třetina		celkem	
A	1	2	13,3 %	6	18,8 %	0	0,0 %	8	16 %
	2	4	26,6 %	3	9,4 %	1	33,3 %	8	16 %
	3	2	13,3 %	10	31,3 %	1	33,3 %	13	26 %
B	1	3	20,1 %	3	9,4 %	0	0,0 %	6	12 %
	2	1	6,7 %	5	15,6 %	1	33,3 %	7	14 %
	3	1	6,7 %	2	6,2 %	0	0,0 %	3	6 %
C	1	1	6,7 %	0	0,0 %	0	0,0 %	1	2 %
	2	0	0,0 %	2	6,2 %	0	0,0 %	2	4 %
	3	1	6,7 %	1	3,1 %	0	0,0 %	2	4 %
Celkem		15	100 %	32	100 %	3	100 %	50	100 %

ní dorzální kortikalis pro umožnění snazší extrakce. Rána byla vždy zajištěna Redonovým drenem.

Operací se účastnilo 14 operatérů, 6 starších, 8 mladších pod dohledem staršího kolegy.

Pooperační péče: Po operaci byla končetina fixována šátkovým obvazem, po odstranění odsavného drénu (2. pooperační den) byla zahájena rehabilitace ramene na šátku. Čtvrtý pooperační den byli pacienti propouštěni do ambulantní péče. Po odstranění stehů (2 týdny) byla zahájena řízená rehabilitace ramene a lokte formou pasivního a aktivního cvičení 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. Vzniklé komplikace byly rozebrány z hlediska jejich příčin a řešení.

VÝSLEDKY

Ze souboru 50 dosledovaných pacientů se primárně zhojilo 45 (90 %). Ze zbylých pěti se u čtyř pacientů (8 %) vytvořil pakloub, jeden pacient (2 %) byl časne

reoperován pro primárně dlouhé implantáty zasahující do ramenního kloubu.

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), vždy při ponechání delších konců drátů nebo při jejich lehké distální migraci.

Hojení zlomenin

K úplnému kostnímu zhojení došlo u 18 pacientů (36 %) do 3 měsíců od operace, u dalších 28 pacientů (56 %) do 6 měsíců od operace. U 4 pacientů vznikl pakloub, pro který byl jeden pacient operován po 6. měsíci, jeden po 9. měsíci a dva po roce od primární operace. Příčinou vzniku pakloubu byla vždy chyba indikace (rozsáhle tříštivá zlomenina 1krát) nebo chyba v technickém provedení osteosyntézy (nekompletní výplň dřevěné dutiny implantáty 3krát). U těchto pacientů byla v jedné době provedena extrakce osteosyntetického materiálu a reosteosyntéza (1krát UHN, 2krát dlahy, 1krát Hackethal). Dva pacienti se následně zhojili bez nutnosti další intervence (UHN, dlahy), jedna hůře spolupracující pacientka po ročním trvání pakloubu reoperovaná dlahovou osteosyntézou na jiném pracovišti je ve stadiu probíhajícího kostního hojení (obr. 2). U pacient-

Obr. 2. Osteosyntéza podle Hackethala – vznik pakloubu, žena 37 let, I2-C1, problematická spolupráce;

a) úrazový snímek, primárně klasifikováno jako I2-B2;

b) pooperační snímek – nekompletní výplň isthmus K-dráty, tříštivá zlomenina,

c) kontrola za půl roku – pakloub;

d) za 18 měsíců – záchyt pacientky v jiné nemocnici;

e) reosteosyntéza.



a b c d e

ky reoperované metodou podle Hackethala přetrvává nebolestivý pakloub.

Šest pacientů (12 %) se zhojilo s angulací humeru do 10°, jeden (2 %) 13°. Změněné angulační postavení bylo zaznamenáno u zlomenin v horní třetině diafýzy. Vždy vzniklo již při primární operaci nedokonalou repozicí a v dalším průběhu bylo sledovatelné jen na rtg obraze, bez subjektivních potíží pacienta. Rotační odchylka ve smyslu vnitřní rotace se vyskytla u dvou pacientů (4 %), z toho u jednoho (2 %) byla 40°. Tento pacient byl operován v atypické poloze a v časové tísní v rámci ošetření polytraumatu. S výslednou funkcí byl spokojen a korekční výkon odmítl.

Hybnost ramene a lokte

Omezení extenze lokte lehkého stupně (10°) se vyskytlo 2krát (4 %), příčinou bylo dráždění delšími konci ostře zastružených Kirschnerových drátů. Oba tyto pacienti měli i bolestivé dotažení flexe. Obtíže vymizely po extrakci kovu.

Omezení hybnosti ramene bylo 5krát (10 %) lehké (neomezující sebeobsluhu), 5krát (10 %) těžké, převážně u poranění v horní třetině diafýzy u starších pacientů. Nebylo vázáno na typ zlomeniny, na výsledné postavení fragmentů ani na dobu hojení.

Subjektivní hodnocení

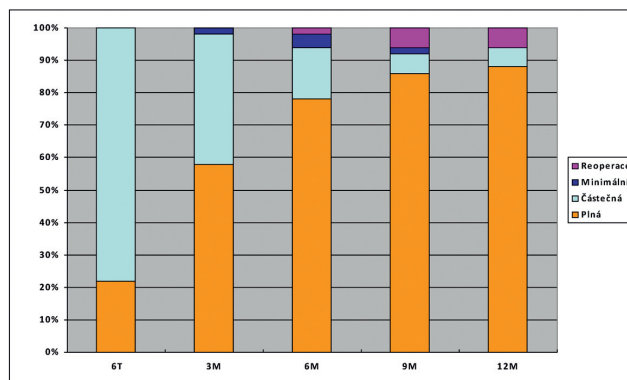
Při hodnocení spokojenosti (graf 2) udávala většina pacientů (78 %) plnou spokojenost včetně návratu ke svým původním činnostem po 6 měsících od úrazu. Po ukončení léčby (12 měsíců po operaci) bylo plně spokojeno 44 pacientů (88 %), částečně tři pacienti (6 %), všichni z důvodu nemožnosti návratu ke svým dřívějším aktivitám pro omezení hybnosti ramene, jedna pacientka současně pro bolest (graf 3). Dva pacienti (4 %) při kontrole po 12 měsících již byli po reosteosyntéze pro pakloub, rovněž spokojeni. Zhojení v rotaci ani angulaci nemělo na spokojenost pacientů žádný vliv, jeden pacient byl plně spokojen i přes vznik nebolestivého pakloubu (reoperován po roce od úrazu).

Komplikace (tab. 3)

Peroperační komplikace U jedné pacientky došlo k zavedení tří (ze čtrnácti) K-drátů až do ramenního kloubu, což bylo diagnostikováno až při pooperační rtg

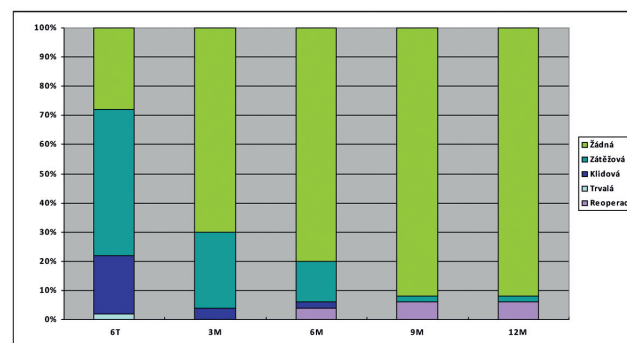
Graf 2. Soubor prospektivně sledovaných pacientů (Hackethal). 2006–2009 (50 pacientů)

Spokojenost



Graf 3. Soubor prospektivně sledovaných pacientů (Hackethal). 2006–2009 (50 pacientů)

Bolest



kontrole. Pacientka byla reoperována 10. pooperační den, dlouhé dráty byly zkráceny a osteosyntéza byla doplněna o další tři K-dráty.

Ke vzniku iatrogenní zlomeniny v oblasti zavádění drátů ani k jiné peroperační komplikaci v prezentovaném souboru nedošlo.

Časné pooperační komplikace U jednoho pacienta byla zaznamenána porucha hojení kožní rány se vznikem okrajové nekrózy, zhojila se spontánně. V sedmi případech došlo k lehké migraci (do 1 cm) drátů distál-

Tab. 3. Soubor prospektivně sledovaných pacientů 2006–2009 (Hackethal). Komplikace (50 pacientů)

Porucha hojení rány	1	2 %
Hluboký infekt	0	0 %
Iatrogenní zlomenina	0	0 %
Uvolnění kovu	7	14,0 %
Reoperace	5	10 %
Pakloub	4	8 %
Pooperační paréza n. radialis	1	2 %
Omezení hybnosti lokte	2	4 %
Omezení hybnosti ramene lehké	5	10 %
Omezení hybnosti ramene těžké (pod horizont)	5	10 %
Technická nemožnost extrakce kovu	1	2 %
Fleb trombóza	0	0 %

ním směrem s doprovodným snížením komfortu pacienta a 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 nedošlo do 6 měsíců od operace ke kostnímu zhojení a vytvořil se pakloub. Příčinou bylo v jednom případě přecenění metody u rozsáhle tříštivé zlomeniny ve střední třetině diafýzy, v dalších třech případech nebyla dutina kosti kompletně vyplněna implantáty (dvakrát v horní třetině, jednou ve středu diafýzy).

DISKUSE

Naše výsledky jsou srovnatelné se závěry publikovaných prací, které se věnují Hackethalově metodě osteosyntézy diafýzy humeru (2, 9, 16, 19, 29, 30). Autoři těchto studií zdůrazňují minimální množství raných komplikací a hlubokých infekcí (9, 19, 29). Rovněž iatrogenní zlomeniny v suprakondylické oblasti humeru vznikající při zavádění retrográdních solidních hřebů (6, 15) nejsou u Hackethalovy metody popisovány. Jejich vzniku brání elasticita K-drátů. Podobně jako my, ani citovaní autoři (2, 9, 16, 19, 29) nezaznamenali významné pooperační deformity. Osová úchylka do 16° a rotační 10–15° jsou podle Sarmienta (26) považovány za lehké a pacienti je buď nevnímají, nebo nehodnotí jako omezující (1, 4, 8, 12, 13, 25, 26).

Výskyt pakloubů je u Hackethalovy metody uváděn v rozmezí 1–9 % (2, 19, 28, 29). Tento velký rozptyl je zřejmě způsoben přístupem autorů k dodržování základních Hackethalových principů, tj. k správné indikaci a kompletní výplni dřeňové dutiny hřebu, resp. K-drátu. Relativně nejnižší výskyt pakloubů zaznamenali Špáta et al. (29), kteří jako příčinu vzniku pakloubu uvedli technickou chybu operátora. Peter et al. (19), kteří zaznamenali nejvyšší počet pakloubů, používali k osteosyntéze 4 až 5 K-drátů o průměru 2 nebo 3 mm. To je podle Hackethala (9) pro většinu pažních kostí množství nedostatečné. Výskyt pakloubů v našem souboru nevybočuje z uvedených hodnot. Přesto 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). Ke vzniku chyb svádí paradoxně relativní technická nenáročnost a jednoduchost provedení této metody (19, 29).

Hackethalova metoda má své indikační limity a nutné technické předpoklady. Z hlediska indikace to jsou jednoduché zlomeniny příčné či krátce šikmé, maximálně s jedním větším meziúlomkem, lokalizované ve střední třetině humeru, podle Hackethala (9) ve středních třech pětinach diafýzy. Z technického pohledu je základní podmínkou kompletní vyplnění nejužšího místa dřeňové dutiny implantáty. Toho lze dosáhnout správně uloženým a tvarovaným trepanačním otvorem, předechnutím prvních K-drátů k snadnému zavádění do dutiny a doplněním rovných drátů dotlučením přes linii lomu tak, že další drát již nelze zavést. Při splnění těchto podmínek vykazuje Hackethalova metoda menší množství komplikací než osteosyntéza solidními hřebu (3, 5, 6, 9, 10, 11, 14, 15, 21, 22, 27, 28, 29, 30).

ZÁVĚR

Hackethalova osteosyntéza diafýzy humeru svazkem elastických hřebů je jednoduchá a bezpečná metoda léčby nekomplikovaných zlomenin diafýzy pažní kosti. Při dodržení základních principů jejího autora (jednoduché diafyzární zlomeniny bez tříštivé zóny a kompletní výplň dřeňové dutiny implantáty) jsou její výsledky srovnatelné s modernějšími technikami, které jsou ekonomicky podstatně náročnější. Pro ošetření příčných a krátce šikmých zlomenin střední třetiny humeru je z našeho pohledu metodou první volby.

Literatura

1. BROADBENT, M. R., WILL, E., McQUEEN, M. M.: Prediction of outcome after humeral diaphyseal fracture. *Injury*, 41: 572–577, 2010.
2. BRUG, E., WESTPHAL, T., SCHAFERS, G.: Differenzierte Behandlung der Humerusdiaphysenfrakturen. *Unfallchirurg*, 97: 633–638, 1994.
3. DEMIREL, M., TURHAN, E., DEREBOY, F., OZTURK, A.: Interlocking nailing of humeral shaft fractures. A retrospective study of 114 patients. *Ind. J. Med. Sci.*, 59: 436–442, 2005.
4. FJALESTAD, T., STROMSOE, K., SALVESEN, P., ROSTAD, B.: Functional results of braced humeral diaphyseal fractures: why do 38% lose external rotation of the shoulder? *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 120: 281–285, 2000.
5. FOULK, D. A., SZABO, R. M.: Diaphyseal humerus fractures: natural history and occurrence of nonunion. *Orthopedics*, 18: 333–335, 1995.
6. FRIČ, V., PAZDÍREK, P., BARTONÍČEK, J.: Nepředvrtané zajištěné hřebování zlomenin humeru – základní hodnocení souboru. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 68: 345–356, 2001.
7. GARNAVOS, CH., LASANIANOS, N., ANAKARIS, N. K., ARNAOUTOGLU, CH., PAPATHANASOPOULOU, V., XENAKIS, T.: A new modular nail for the diaphyseal fractures of the humerus. *Injury*, 40: 604–610, 2009.
8. GONGOL, T., MRÁČEK, D.: Funkční léčba zlomenin diafýzy pažní kosti. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 69: 248–253, 2002.

9. HACKETHAL, K. H.: Die Bündel-Nagelung. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer-Verlag 1961.
10. HOSSAIN, S., ROY, N., AYEKO, C., ELSWORTH, C. F., JACOBS, L. G.: Shoulder and elbow function following Marchetti-Vicenzi humeral nail fixation. *Acta Orthop. Belg.*, 69: 137–141, 2003.
11. 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.*, 31: 391–395, 2007.
12. JUPITER, J. B., WYSS, H.: Stable Fixation of Osteoporotic Fractures and Nonunions in the Upper Limb – Life Before the „Locking plate“. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 77: 361–364, 2010.
13. LAVINI, F. M., BRIVIO, L. R., PIZZOLI, A. L., BARTOLOZZI, P.: External dynamic fixation in fractures of the humerus: can it still be considered treatment of second choice? *Chir. Organi Mov.*, 84: 269–278, 1999.
14. MALLICK, E., HAZARIKA, S., ASSAD, S., SCOTT, M.: The Fixion nailing system for stabilising diaphyseal fractures of the humerus: a two-year clinical experience. *Acta Orthop. Belg.*, 74: 308–316, 2008.
15. MAUCH, J., RENNER, N., RIKLI, D.: Marknagelosteosynthese von Humerusschaftfrakturen – erste Erfahrungen mit dem unaufgebohrten Humerusnagel (UHN). *Swiss Surg.*, 6: 299–303, 2000.
16. NEUMANN, H. S., HOLMENSCHLAGER, F., WINCKLER, S., BRUG, E.: Bundle nailing of diaphyseal fractures of the humerus. *Acta Orthop. Belg.*, 61 (Suppl 1): 159–161, 1995.
17. O DONNELL, T. M., MCKENNA, J. V., KENNY, P., KEOGH, P., O FLANAGAN, S. J.: Concomitant injuries to the ipsilateral shoulder in patient with a fracture of the diaphysis of the humerus. *J. Bone Jt Surg.*, 90-B: 61–65, 2008.
18. PALARČÍK, J., BUČEK, P., MICHEK, L., VLACH, O.: Zlomeniny humeru u polytraumatizovaných pacientů. (Srovnání s výsledky léčby téhož poranění ve skupině monotraumat /sdružených poranění/). *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 61: 337–340, 1994.
19. 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*, 6: 14–17, 1992.
20. POGGIACOMI, F., DEVECCHI, A., COSTANTINO, C., VAIENTI, E.: Functional long-term outcome of the shoulder after antegrade intramedullary nailing in humeral diaphyseal fractures. *Chir. Organi Mov.*, 92: 11–16, 2008.
21. PONZIANI, L., PASCARELLA, R., BARCHETTI, M., PALUMBI, P., TRONO, M., MAGNANI, M.: Fractures of the humerus treated by elastic nailing. *Chir. Organi Mov.*, 86: 15–19, 2001.
22. REMIGER, A. R., MICLAU, T., LINDSEY, R. W., BLATTER, G.: Segmental avascularity of the humeral diaphysis after reamed intramedullary nailing. *J. Orthop. Trauma*, 11: 308–311, 1997.
23. ROMMENS, P. M., KUECHLE, R., BORD, T., LEWENS, T., ENGELMANN, R., BLUM, J.: Humeral nailing revisited. *Injury*, 39: 1319–1328, 2008.
24. ROMMENS, P. M., McCORMACK, R.: Humerus, shaft. In: RÜEDI, T. P., BUCKLEY, R. E., MORAN, CH. G. (eds): *AO Principles of fracture management*. Stuttgart, New York, Thieme 2007, 595–608.
25. SARMIENTO, A., WADDELL, J. P., LATTA, L. L.: Diaphyseal humeral fractures: treatment options. *Instr. Course Lect.*, 51: 257–269, 2002.
26. SARMIENTO, A., ZAGORSKI, J. B., ZYCH, G. A., LATTA, L. L., CAPPS, C. A.: Functional bracing of the humeral diaphysis. *J. Bone Jt Surg.*, 82-A: 478–486, 2000.
27. STROHM, P. C., REISING, K., HAMMER, T., SÜDKAMP, N. P., JAEGER, M., SCHMAL, H.: Humerus shaft fractures – where are we today? *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 78: 185–189, 2011.
28. ŠMEJKAL, K., DĚDEK, T., LOCHMAN, P., ZAHRADNÍČEK, J., ŽVÁK, I., TRLIČKA, J.: Operační léčba zlomenin diafýzy humeru. *Rozhl. Chir.*, 87: 580–584, 2008.
29. ŠPÁTA, L., KLEISL, R., BARTOŠ, P.: Hackethalova osteosyntéza kosti pažní Enderovými pruty. *Úraz. Chir.*, 5: 14–17, 1997.
30. ZATTI, G., TELI, M., FERRARIO, A., CHERUBINO, P.: Treatment of closed humeral shaft fractures with intramedullary elastic nails. *J. Trauma*, 45: 1046–1050, 1998.

Korespondující autor:

MUDr. Petr Obruba
Traumatologické oddělení Masarykovy nemocnice
Ústí nad Labem, Krajská zdravotní, a.s.
Sociální péče 3316/12A
401 13 Ústí nad Labem
E-mail: Petr.Obruba@mnul.cz