

Excize člunkové kosti a čtyřrohá fúze zápěstí pomocí VA-LIF v léčbě degenerativních poúrazových změn zápěstního kloubu

Scaphoid Excision and Four-Corner Fusion using the Variable Angle Locking Intercarpal Fusion Plate for Treatment of Post-Traumatic Degenerative Changes of the Wrist

P. DRÁČ¹, I. ČIŽMÁŘ¹, M. HOMZA¹, V. PRÁŠIL², J. ZAPLETALOVÁ³

¹ Traumatologické oddělení, FN Olomouc

² Radiologická klinika, FN Olomouc

³ Ústav lékařské biofyziky, LF UP Olomouc

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The aim of this study is to compare functional and X-ray results before and after four-corner arthrodesis using an angular stable dorsal circular plate in patients with post-traumatic degenerative changes of the wrist.

METHODS

Nine consecutive patients with scapholunate advanced collapse (SLAC) or scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC) of the wrist, stage III, underwent scaphoid excision and four-corner fusion using angular stable plate fixation. The wrists were immobilised using a split for two weeks and then a removable wrist brace with assisted physiotherapy for four weeks. Minimal follow-up was 18 months. Clinical assessment before and after surgery included the wrist range of motion (ROM), grip strength, presence of pain, disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) scores, and radiographic findings of the carpal height and ulnar translation ratios. Differences were statistically tested. In addition, patients' satisfaction with functional outcomes was evaluated.

RESULTS

In the post-operative period the patients experienced less pain during daily activities and had a better carpal height ratio than before surgery; these differences were statistically significant. In the other criteria, although showing better post-operative results, improvement was not statistically significant. Eight patients were satisfied with the final outcome. One patient required limited denervation of the wrist for pain relief. There was no non-union.

DISCUSSION

The functional outcomes (ROM, grip strength) in our patients at follow-up were fully comparable with the previously published studies. Although, by most postoperative treatment protocols, physical therapy is started at four to eight weeks of rigid fixation of the wrist, no non-union was found in our group of patients who had a shorter period of post-operative fixation.

CONCLUSIONS

Four-corner arthrodesis of the wrist using angular stable dorsal circular plate fixation provides pain relief with acceptable preservation of the range of motion and no consolidation problems. Long-term follow-up and a larger group of patients would be necessary to confirm these hopeful results.

Key words: SLAC wrist, SNAC wrist, four-corner arthrodesis, angular stable plate.

ÚVOD

Excize člunkové kosti a čtyřrohá fúze zápěstí je jednou z metod léčby poúrazových degenerativních změn zápěstního kloubu. Ve srovnání s totální artrodézou zápěstí vede čtyřrohá fúze nejen ke snížení bolesti karpu, ale také k částečnému zachování pohybu v zápěstním kloubu (21). Hlavní indikací k provedení tohoto operačního výkonu jsou třetí stupně karpálních kolapsů vzniklých na podkladě skafolunární nestability (SLAC – z angl. scapho-lunate advanced collapse) (12), pak kloubu člunkové kosti (SNAC – z angl. scaphoid nonunion advanced collapse) nebo midkarpální artróza. Kontraindikací jsou pak degenerativní změny v ob-

lasti mezi radiem a os lunatum, ulnokarpální impingement a ulnární translace zápěstí (7). Nejčastěji zmiňovanými komplikacemi jsou nezhojení čtyřrohé fúze, zhojení v malpozici při špatné korekci DISI deformity a impingement osteosyntetického materiálu (25, 26, 28). Tradiční metody fixace kostí při čtyřrohé fúzi zápěstí (Kirschnerovy dráty, Herbertovy šrouby nebo kovové svorky) jsou v posledních letech stále častěji nahrazovány dlahovou osteosyntézou. Cílem naší studie bylo zhodnocení funkčních a radiologických výsledků po provedené excizi skafoidea a čtyřrohé fúzi karpu pomocí úhlově stabilní cirkulární dorzální dlahy VA-LIF – Variable Angle Locking Intercarpal Fusion Plate (Synthes GmbH, Oberdorf, Germany), (obr. 1).

MATERIÁL A METODIKA

V období od 1. 6. 2010 do 30. 9. 2011 bylo na našem pracovišti ošetřeno excízií člunkové kosti a čtyřrohou fúzí pomocí implantátu VA-LIF celkem devět pacientů. Indikací k výkonu v této prospektivní studii byl SNAC III stupně (šest pacientů) a SLAC III stupně (tři pacienti). Ze studie byli vyloučeni pacienti se současným poraněním distálního radia nebo ulny, pacienti, u nichž byly degenerativní změny zápěstí již dříve řešeny jinou chirurgickou metodou, pacienti s revmatoidní artritidou a pacienti s infekční komplikací v oblasti zápěstního kloubu. Průměrný věk pacientů byl v době prováděného výkonu 44 let (23–62 let). Soubor tvořilo osm mužů a jedna žena. U pěti pacientů byl kostní štěp k fúzi získán z jejich lopaty kosti kyčelní, u čtyř byl kostní štěp odebrán z distálního radia operované končetiny. Celková doba pooperační fixace (podloketní sádrová dlaha respektive snímatelná ortéza zápěstí) byla 5,2 týdne (4–6 týdnů).

Operační postup

Výkon provádíme v celkové anestezii při insuflovaném pneumatickém turniket, který je naložen na paži operované končetiny. Kožní řez vedeme na dorzu zápěstí od Listerova hrbolku distálně až k bazi třetího metakarpu. Uvolňujeme třetí extenzorový kompartment a šlachy musculus extensor pollicis longus retrahujeme radiálně. Následně incidujeme extenzorové retinakulum mezi třetím a čtvrtým extenzorovým kompartmentem a takto vzniklé dvě skupiny kompartmentů retrahujeme radiálně a ulárně od střední čáry. Kloubní pouzdro otevíráme lalokovitým řezem podle Bergera s bází laloku radiálně (3). Os scaphoideum excidujeme buďto vcelku (en-block) nebo provádíme osteotomii dlátem (piece-meal fashion) a tyto kostní úlomky pak exstirpujeme jednotlivě. V této části operace je nutné nepoškodit palmární kloubní pouzdro. Pomocí malých Luerových kleští pak odstraňujeme chrupavku z dorzálních dvou třetin přilehlých kloubních ploch os lunatum, os triquetrum, os capitatum a os hamatum. Klíčovou částí operace je správné vzájemné postavení kostí proximální a distální karpální řady. K tomu používáme 1,5mm K-drát, který zavádíme do dorzální plochy os lunatum, kde slouží dočasně jako repoziciční joy-stick. Poté provedeme pod skiaskopem repozici os lunatum vzhledem k distálnímu radiu a K-drátem stejného průměru transfixujeme radiolunární kloub. Nakonec provedeme repozici os capitatum k os lunatum a v tomto postavení kosti transfixujeme dalším 1,5mm K-drátem, který zavádíme z dorzální plochy os capitatum do os lunatum tak, aby nevadil následně aplikaci dlahy (obr. 2). Spongiózní kostní štěp odebíráme z dorzální strany distální metafýzy radia nebo z lopaty kosti kyčelní a aplikujeme jej mezi přilehlé části os lunatum, os triquetrum, os capitatum a os hamatum, které jsme zbavili chrupavky do hloubky 2/3 kloubních ploch. Podle velikosti zápěstí volíme dlahu o průměru 15 nebo 17 mm. Cílicí poudro pro frézu o průměru 15 nebo 17 mm (podle zvolené dlahy) pak dočasně fixujeme nad dorzum zápěstí pomocí K-drátů tak, aby byla dlaha symetricky

vycentrována mezi všechny čtyři fúzované kosti (obr. 3). Správnou hloubku uložení dlahy kontrolujeme během frézování opakovaným vkládáním dlahy. Důležité je, aby okraje dlahy neležely po dokončení fúze nad povrchem kostí, což by vedlo, především na proximálním okraji dlahy, k možném impingementu při dorzální flexi karpu. Dlaha je nejprve fixována jedním nebo dvěma uzamykatelnými šrouby (LHS 2,7 mm) do os lunatum a os triquetrum. Fixací do kostí distální karpální řady je možno provést taktéž zamykatelnými šrouby nebo šrouby kortikálními a docílit tak i komprese mezi proximální a distální karpální řadou. Žádný šroub by neměl výrazněji penetrovat přes volární kortiku kostí a proto je vhodné provést peroperačně skiaskopickou kontrolu jejich délky. Následně reparujeme kloubní pouzdro i extenzorové retinakulum pomocí absorbovatelného šicího materiálu a poté uzavíráme a drénujeme operační ránu. Pooperačně zápěstí imobilizujeme na podloketní sádrové dlaze a poté zahajujeme asistovanou fyzioterapii při pokračující fixaci ve snímatelné zápěstní ortéze.

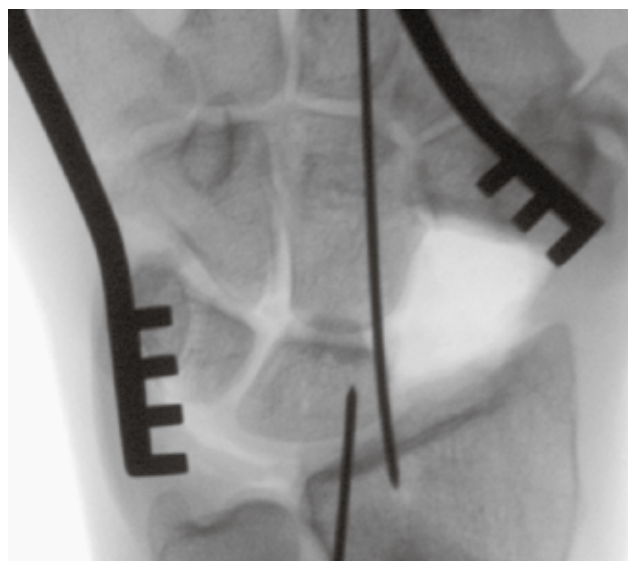
Průměrná doba pooperačního sledování pacientů byla 26 měsíců (18–32 měsíců). Při klinickém vyšetření před a po provedení artrodézy jsme srovnávali rozsah hybnosti v zápěstí, sílu stisku pomocí Jamarova dynamometru (vše vyjádřeno v procentech druhostranného neporaněného zápěstí), přítomnost klidové bolesti, bolesti při každodenních aktivitách a bolesti při fyzické a sportovní zátěži. Při radiologickém vyšetření jsme hodnotili přítomnost nezhojení, zhojení v malpozici, impingement osteosyntetického materiálu, protruzi šroubů přes subchondrální kost, uvolnění šroubů či dlahy a přítomnost degenerativních změn v oblasti radiokarpálního kloubu. Hodnocení indexu výšky karpu podle Youma (CHR z angl. Carpal height ratio) a indexu ulární translace zápěstí (UTR z angl. Ulnar translation ratio) podle Chamey (9) byla taktéž součástí vyšetření. K měření byl použit program Web 1000 4.1. (AGFA). Všichni pacienti byli dotazováni na jejich spokojenost s výsledkem léčby (spokojen / nespokojen) a všichni vyplnili DASH dotazník (11). Rozdíly v naměřených hodnotách byly statisticky testovány pomocí Wilcoxonova párového testu a Spearmanovy korelační analýzy. Rozdíly byly považovány za statisticky významné při $p < 0,05$. K hodnocení byl použit statistický software SPSS 15 (SPSS Inc., Washington, USA).

VÝSLEDKY

Během kontrolního vyšetření jsme u pacientů nezjistili přítomnost nezhojení, zhojení v malpozici, impingement osteosyntetického materiálu, protruzi šroubů, uvolnění šroubů či dlahy nebo přítomnost degenerativních změn v radiokarpálním kloubu. Přítomnost bolesti při každodenních aktivitách byla při kontrolním vyšetření signifikantně nižší. Obdobně došlo i k signifikantnímu zlepšení indexu výšky zápěstí. Ačkoliv byly výsledky ve smyslu rozsahu hybnosti, síly stisku, přítomnosti klidových bolestí či bolestí při fyzické nebo sportovní námaze, indexu ulární translokace karpu a DASH skóre při kontrolním vyšetření lepší než v době před provedením



Obr. 1. Pooperační snímek – stav po excizi člunkové kosti, odběru spongiózního kostního štěpu z distální metafýzy radia a provedení čtyřrohé fúze pomocí dlahy VA-LIF.



Obr. 2. Skiaskopický záznam dočasné radiolunární a lunokapitární transfixace pomocí Kirschnerových drátů k zajištění správného postavení zápěstních kostí při fúzi.

čtyřrohé fúze, nebyly tyto rozdíly statisticky významné (tab. 1). Osm z devíti ošetřených pacientů bylo spokojeno s výsledkem léčby, ačkoliv jeden z nich uváděl dočasnou parestezii v intervariční oblasti n. ulnaris na dorzu zápěstí a ruky. Zbývajících nespokojených pacientů uváděl trvalé bolesti při každodenních aktivitách a jeho stav si vyžádal provedení limitované denervace zápěstí s následným částečným funkčním zlepšením.

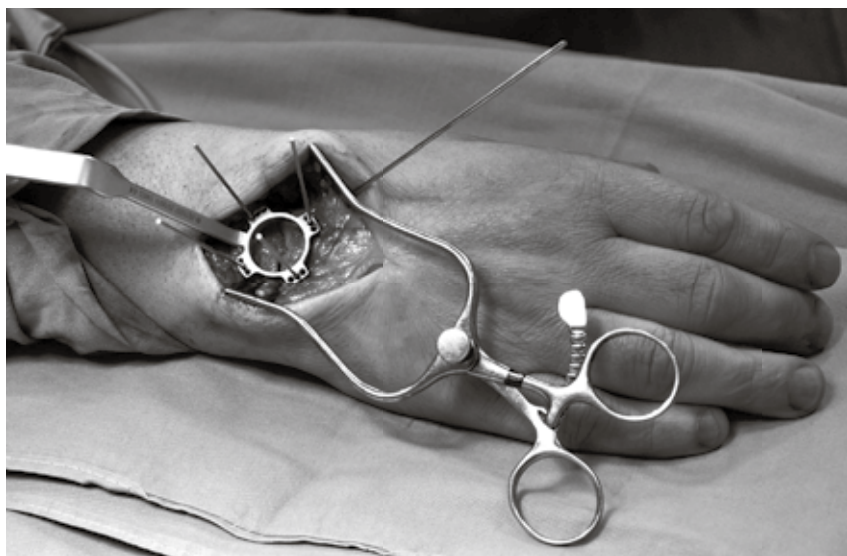
DISKUSE

Čtyřrohá fúze s excizí člunkové kosti je akceptovanou metodou léčby poúrazových degenerativních změn zápěstního kloubu. Hlavní indikací k tomuto výkonu jsou vyšší stupně SLAC a SNAC a midkarpální artróza.

Degenerativní změny typu SNAC a SLAC druhého stupně mohou být také léčeny provedením proximální karpiektomie (4) a v případě třetího stupně pak pomocí distrakční resekční artroplastiky zápěstí (8). Všechny výše uvedené metody léčby mají svá pro a proti (19). Doposud však nebyla provedena žádná randomizovaná prospektivní studie srovnávající proximální karpiektomii a čtyřrohou fúzi (Level I and II). Merrell a Weiss (18) našli pouze retrospektivní srovnávací studii (Level III). Proto doposud nemáme sufficientní data k určení toho, která ze zmíněných metod je pro léčbu druhého stupně SNAC a SLAC vhodnější.

Alternativou ke konvenční čtyřrohé fúzi mohou být bi-kolumnární dýza – lunokapitární a triquetrohámátní (15, 20, 29) nebo kapitulu-nární dýza s excizí triquetra (5, 10).

Wang a Bednar (29) ošetřili 27 zápěstí excizí člunkové kosti, lunokapitární a triquetrohámátní dýzou pomocí šroubů HCS (headless compression screw) a dosáhli zhojení u 96 % pacientů a funkčních výsledků srovnatelných s literárními výsledky klasické čtyřrohé fúze. Za hlavní výhody této alternativní techniky považují její autoři méně rozsáhlou preparaci v místě dýzy, snížení množství potřebných kostních štěpů, kratší čas operace a menší technickou náročnost výkonu. Mahmoud a El Shafie (15) ošetřili touto technikou 22 pacientů a zjistili zhojení a dobrý funkční výsledek u všech operovaných. Özyurekoglu and Turker (20) modifikovali dále tuto techniku perkutánním zavedením šroubů a provedením dýzy s aplikací štěpů pouze z limitované artrotomie. Z 33 takto ošetřených pacientů vykazovalo 97 % zhojení a příznivý funkční výsledek. Hlavním přínosem této modifikace je šetření dorzálních kapsulárních vazů zápěstního kloubu.



Obr. 3. Cílicí vrtací pouzdro pro vytvoření otvoru k uložení VA-LIF dlahy dočasně fixované nad mediokarpálním kloubem.

Cohen a spolupracovníci (5) měřili v biomechanické studii na čerstvých kadaverech kontaktní tlak mezi proximální karpální řadou a distální předloktím při excizi člunkové kosti a čtyřrohé fúze a zjistili, že přídatná excize os triquetrum sice snižuje signifikantně tlak v oblasti ulnokarpálního kloubu, ale tlak v kloubu radiokarpálním se významně nezmění. I přes relativně malý soubor vidí autoři přínos excize os triquetrum v ulehčení kapitolunární repozice, eliminaci ulnokarpálního abutmentu a v prevenci možného vzniku pisotriquetrální artrózy. Gaston a spolupracovníci (10) nenašli při klinickém srovnání konvenční čtyřrohé fúze a čtyřrohé fúze s excizí os triquetrum žádné rozdíly ve zhojení, síle stisku, rozsahu hybnosti a spokojenosti pacientů.

Tradiční metody fixace kostí při čtyřrohé fúzi zápěstí využívající K-dráty, Herbertovy šrouby nebo kovové svorky (14, 24, 27) jsou v posledních letech stále častěji nahrazovány dlahovou osteosyntézou (1, 13, 16). U fixace dlahou se předpokládá větší stabilita konstrukce s kratší dobou nutné pooperační fixace a šetření chrupavek radiokarpálního kloubu ve srovnání se zaváděním HBS šroubů. Navíc zde, ve srovnání s fixací pomocí K-drátů, odpadá nutnost rutinního odstraňování osteosyntetického materiálu. Srovnání první generace cirkulárních dorzálních dlah a tradičních technik fixace však nedopadlo pro dlahovou techniku příznivě. Kendall se spolupracovníky použili při excizi člunkové kosti a čtyřrohé fúze u 18 pacientů dorzální cirkulární dlahu a při kontrolním vyšetření popsali 63 % nezhojení, přestože literárně uváděná frekvence paklobů je u klasických fixačních technik jen 0 až 18 % (13). Autoři vidí chybu v designu dlahy, která nedovoluje provedení komprese mezi úlomky a drží tak jednotlivé kosti v relativní distrakci. K obdobným výsledkům dospěli i Collins a Nolla (6), kteří nezjistili statisticky významnější změnu funkčních výsledků u čtyřrohé fúze prováděné pomocí dlahy Spider plate ve srovnání s fúze pomocí šroubů nebo K-drátů. Naproti tomu v roce 2008 publikoval Merrell se spolupracovníky (17) zhojení čtyřrohé fúze u všech 28 pacientů ošetřených druhou generací dorzální cirkulární dlahy a to s příznivými funkčními výsledky. Autoři, na základě rozborů svých výsledků i předchozích prací, vidí jako hlavní pro dobrý funkční výsledek tyto faktory: dostatečné množství kvalitního kostního štěpu odebraného raději z distální metafýzy radia než z excidované člunkové kosti, důsledné odstranění veškeré chrupavky z dorzálních 2/3 přilehlých artikulárních ploch všech čtyř fúzovaných kostí, odstranění veškeré debris vzniklé při frézování otvoru pro dlahu, pevné ukotvení šroubů v kostech a užití dlahy vhodné velikosti nejlépe s fixací dvěma šrouby do každé kosti.

Zkušenosti s využitím zamykatelné dorzální cirkulární dlahy pro čtyřrohou fúzi publikoval Rhee se spolupracovníky (22). Autoři použili dlahu PEEK-Optima plate zhotovenou z polyether-ether-ketonu. Tento materiál umožňuje i dobré hodnocení hojení fúze z kontrolních rentgenových snímků, neboť tato dlahu je radiolucetní. Biomechanická studie Kraissarina a spolupracovníků z roku 2011 srovnávající pevnost čtyřrohé fúze provedené pomocí K-drátů, konvenční dorzální cirkulární dlahy a zamykatelné dorzální cirkulární dlahy jasně ukázala, že posledně jmeno-

Tab. 1. Srovnání funkčních výsledků před provedením operačního výkonu a při kontrolním vyšetření, které bylo provedeno za průměrnou dobu 26 měsíců od operace

	Předoperační vyšetření	Kontrolní vyšetření	p
Flexe zápěstí (%)	29,3	36,0	0,107
Extenze zápěstí (%)	44,8	48,6	0,735
Síla stisku (%)	59,3	65,8	0,213
Zcela bez bolesti (%)	0	11,1	0,319
Klidová bolest (%)	22,2	0	0,153
Bolest při každodenních aktivitách (%)	100,0	44,4	0,018
CHR	0,46	0,50	0,035
UTR	0,321	0,316	0,734
DASH skóre	43,43	29,82	0,051
Spokojenost s výsledkem léčby		88,9	

Flexe zápěstí, extenze zápěstí a síla stisku jsou uvedeny v procentech druhostranného neporaněného zápěstí. Přítomnost bolesti a spokojenost pacientů s výsledkem léčby je vyjádřena v procentech z celého sledovaného souboru. CHR (carpal height ratio) = index výšky zápěstního kloubu, UTR (ulnar translation ratio) = index ulnární translace zápěstí.

vaný implantát vykazuje při fúzi statisticky významně vyšší pevnost než další dva porovnávané implantáty (14).

Funkční výsledky při kontrolním vyšetření našich pacientů (rozsah hybnosti, síla stisku) jsou plně srovnatelné s doposud publikovanými studiemi (2, 17, 22, 29). Sledování změn indexu výšky karpu podle Youma však většina autorů neudává. Pouze Ozyurekoglu and Turker (20) popsali u svého souboru změnu tohoto parametru z hodnoty 0,45 na 0,47 ($p=0,023$), což je změna analogická i našim výsledkům (z 0,46 na 0,50, $p=0,035$). Výsledné DASH skóre při kontrolním vyšetření popisované v literatuře má široké rozpětí od 13 do 43,1 bodu (7, 16, 20, 27), což koresponduje i s našim pozorováním, kde průměrná hodnota DASH skóre při kontrolním vyšetření dosáhla hodnoty 29,82 bodu. V našem souboru jsme nezjistili ani jedno nezhojení i přes relativně krátkou dobu pooperační fixace (2 týdny sádrové dlahy pod loket a následná dvou- až čtyřtýdenní fixace v zápěstní ortéze při asistované rehabilitaci. S výjimkou práce Allisona (1), je většina pooperačních protokolů založena na zahájení řízené fyzioterapie až po čtyř- až osmitýdenní pevné fixaci zápěstí (2, 6, 7, 15, 22, 23).

ZÁVĚR

Kontrolní vyšetření našeho souboru pacientů (při průměrné době pooperačního sledování 26 měsíců) ukazuje, že úhlově stabilní dorzální cirkulární dlahu může být vhodným implantátem pro čtyřrohou fúzi zápěstí. Limitací naší studie je malý soubor a relativně krátká doba sledování, což je však dáno skutečností, že se jedná o nový implantát, který je na trhu teprve krátkou dobu.

Literatura

1. ALLISON, D. M.: A new plate for partial wrist fusions: results in midcarpal arthrodesis. *J. Hand Surg.*, 36-E: 315–319, 2011.
2. BEDFORD, B., YANG, S. S.: High fusion rates with circular plate fixation for four-corner arthrodesis of the wrist. *Clin. Orthop.*, 468: 163–168, 2010.
3. BERGER, R. A.: A method of defining palpable landmarks for the ligament-splitting dorsal wrist capsulotomy. *J. Hand Surg.*, 32-A: 1291–1295, 2007.
4. COHEN, M. S., KOZIN, S. H.: Degenerative arthritis of the wrist: Proximal row carpectomy versus scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J. Hand Surg.*, 26-A: 94–104, 2001.
5. COHEN, M. S., WERNER, F. W., SUTTON, L. G., SHORT, W. H.: Scaphoid excision and midcarpal arthrodesis: the effect of triquetral excision – a biomechanical study. *J. Hand Surg.*, 37-A: 493–499, 2012.
6. COLLINS, E. D., NOLLA, J.: Spider plate fixation: No significant improvement in limited wrist arthrodesis. *Tech. Hand. Up. Extrem. Surg.*, 12: 94–99, 2008.
7. ESPINOZA, D. P., SCHERTENLEIB, P.: Four-corner bone arthrodesis with dorsal rectangular plate: series and personal technique. *J. Hand Surg.*, 34-E: 609–613, 2009.
8. FITZGERALD, J. P., PEIM, C. A., SMITH, R. J.: Distraction resection arthroplasty of the wrist. *J. Hand Surg.*, 14-A: 774–781, 1989.
9. GARCIA-ELIAS, M., GEISLER, W. B.: Carpal Instability. In: GREEN, D. P., HOTCHKISS, R. N., PEDERSON, W. C., WOLFE, S. W. (eds): *Green's operative hand surgery*. Philadelphia, Elsevier Inc. 2005, 535–604.
10. GASTON, R. G., GREENBERG, J. A., BALTERA, R. M., MIH, A., HASTINGS, H.: Clinical outcomes of scaphoid and triquetral excision with capitulate arthrodesis versus scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J. Hand Surg.*, 34-A: 1407–1412, 2009.
11. HUDAK, P. L., AMADIO, P. C., BOMBARDIER, C.: Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am. J. Ind. Med.*, 29: 602–608, 1996.
12. IRA, D., ČIŽMÁŘ, I., KRTIČKA, M., DRÁČ, P., BORTLÍČEK, Z., MAŠEK, M.: Časná sutura versus ligamentoplastika léze skafolunárního vazů – srovnání klinických výsledků. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.* 78: 149–155, 2011.
13. KENDALL, C. B., BROWN, T. R., MILLON, S. J., RUDISILL, E. R., SANDERS, J. T., TANNER, S. L.: Results of four-corner arthrodesis using dorsal circular plate fixation. *J. Hand Surg.*, 30-A: 903–907, 2005.
14. KRAISARIN, J., DENNISON, D. G., BERGLUND, L. J., AN, K. A., SHIN, A. Y.: Biomechanical comparison of three fixation techniques used for four-corner arthrodesis. *J. Hand Surg.*, 36-E: 560–567, 2011.
15. MAHMOUD, M., EL SHAFIE, S.: Bicolunar fusion for scaphoid nonunion advanced collapse without bone grafting. *Tech. Hand. Up. Extrem. Surg.*, 16: 80–85, 2012.
16. MANTOVANI, G., MATHOULIN, C., FUKUSHIMA, W. Y., CHO, A. B., AITA, M. A., ARGINTAR, E.: Four corner arthrodesis limited to the centre using a scaphoid one piece graft and a dorsal circular plate. *J. Hand Surg.*, 35-E: 38–42, 2010.
17. MERRELL, G. A., MCDERMOTT, E. M., WEISS, A. P. C.: Four-corner arthrodesis using a circular plate and distal radius bone grafting: A consecutive case series. *J. Hand Surg.*, 33-A: 635–642, 2008.
18. MERRELL, G. A., WEISS, A. P. C.: What is the best surgical treatment for early degenerative osteoarthritis of the wrist? In: WRIGHT, J. G. (eds): *Evidence-based orthopaedics: the best answers to clinical questions*. Philadelphia, Saunders Elsevier 2009, 84–87.
19. MOLFORD, J. S., CEULEMANS, L. J., NAM, D., AXELROD, T. S.: Proximal row carpectomy vs four corner fusion for scapholunate (SLAC) or scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC) wrists: A systematic review of outcomes. *J. Hand Surg.*, 34-E: 256–263, 2009.
20. OZYUREKOGLU, T., TURKER, T.: Results of a method of 4-corner arthrodesis using headless compression screws. *J. Hand Surg.*, 37-A: 486–492, 2012.
21. PILNÝ, J., MOLITOR, J.: Pouřazová artróza zápěstí. In: PILNÝ, J., SLODIČKA, R. (eds): *Chirurgie ruky*. Praha, Grada Publishing a. s. 2011, 217–226.
22. RHEE, P. C., KAKAR, S., SHIN, A. Y.: Four-corner arthrodesis with a locking, dorsal circular polyether-ether-ketone (PEEK-Optima) plate. *Tech. Hand. Up. Extrem. Surg.*, 16: 236–241, 2012.
23. RICHARDS, A. A., AFIFI, A. M., MONEIM, M. S.: Four-corner fusion and scaphoid excision using headless compression screws for SLAC and SNAC wrist deformities. *Tech. Hand. Up. Extrem. Surg.*, 15: 99–103, 2011.
24. SHIN, A. Y.: Four-corner arthrodesis. *J. Am. Soc. Surg. Hand.*, 1: 93–111, 2001.
25. SHINDLE, M. K., BURTON, K. J., WEILAND, A. J., DOMB, B. G., WOLFE, S. W.: Complications of circular plate fixation for four-corner arthrodesis. *J. Hand Surg.*, 32: 50–53, 2007.
26. SIEGEL, J. M., RUBY, L. K. A CRITICAL LOOK AT INTER-CARPAL ARTHRODESIS: review of the literature. *J. Hand Surg.*, 21-A: 717–723, 1996.
27. VAN AMERONGEN, E. A., SCHUURMAN, A. H.: Four-corner arthrodesis using the Quad memory staple. *J. Hand Surg.*, 34-E: 252–255, 2009.
28. VANCE M. C., HERNANDEZ J. D., DIDONNA, M. L., STERN, P. J.: Complications and outcome of four-corner arthrodesis: circular plate fixation versus traditional techniques. *J. Hand Surg.*, 30-A: 1122–1127, 2005.
29. WANG, M. L., BEDNAR, J. M.: Lunatocapitate and triquetrohamate arthrodeses for degenerative arthritis of the wrist. *J. Hand Surg.*, 37-A: 1136–1141, 2012.

Korespondující autor:

MUDr. Pavel Dráč, Ph.D.

Traumatologické oddělení FN Olomouc

I. P. Pavlova 6

775 20 Olomouc

E-mail: dracpa@seznam.cz