

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Riziko selhání dvou metod osteosyntézy subkapitální zlomeniny pátého metakarpu

Risk of Failure of Two Methods of Osteosynthesis of Fifth Metacarpal Neck Fracture

KVIDO ŠTĚPÁNEK^{1,2}, MILAN URBAN¹, RADEK BARTOŠKA¹, PETR GUTWALD²¹Ortopedicko-traumatologická klinika, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy
a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha²Ortopedické oddělení, Nemocnice Slaný**Korespondující autor:**As. MUDr. Kvido Štěpánek
Ortopedicko-traumatologická klinika
3. LF UK a FNKV Praha
Šrobárova 1150/50
100 34 Praha 10

StepanekK@fnkv.cz

Štěpánek K, Urban M, Bartoška R, Gutwald P. Riziko selhání dvou metod osteosyntézy subkapitální zlomeniny pátého metakarpu. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2026;93:241–246.

ABSTRACT

Purpose of the study

Fifth metacarpal neck fractures rank among the most common fractures of the hand skeleton. Only about 10% of these fractures are treated surgically. There are multiple surgical treatment options. This study aims to compare the outcomes of plate osteosynthesis with those of the “bouquet” technique.

Material and methods

Two cohorts of patients with fractures to the neck of fifth metacarpal treated at a district hospital and at a university hospital between 2017 and 2022 were evaluated, namely due to a different approach to fracture management. The district hospital cohort included 240 patients (215 men and 25 women). The mean age of patients was 31.5 years (15–91). At the university hospital, 363 patients were treated (323 men, 40 women), with a mean age of 30.3 years (16–87). In both cohorts, men outnumbered women ($p < 0.0001$). The exclusion

criteria were age under 15 years and open fractures.

Results

There were differences between the centers in both the indications for and the performance of non-surgical and surgical treatment. At the district center, 48 patients (20%) underwent surgery. All patients were treated using the “bouquet” technique. At the university center, 27 patients (7%) underwent surgery. Two different methods were used for osteosynthesis. Plate osteosynthesis prevailed (21 patients), while the “bouquet” technique was used less frequently (6 patients). The higher proportion of patients who underwent surgery at the district center was statistically significant ($p < 0.0001$).

Discussion

There are no studies in the current literature that clearly give preference to one method over the others. At both centers, a volar angulation of the peripheral fragment exceeding 30° was considered a radiographic indication for surgical treatment. A high percentage of patients who underwent surgery in the district cohort was due to a different

non-surgical treatment approach. The study found no difference in clinical findings after fracture healing between patients treated surgically using the “bouquet” technique and those treated with plate osteosynthesis.

Conclusions

Appropriate non-surgical treatment is essential for successful management of boxer's fractures. Physicians who treat musculoskeletal traumas should be adequately trained in this field. Where adequate non-surgical treatment is provided, only a small percentage of fractures require surgery. There are many surgical treatment options available; currently, none can be clearly recommended over the others. When comparing plate osteosynthesis and the “bouquet” technique, the authors' experience confirmed the well-known fact that displacement of fragments in the postoperative period can be prevented by adhering to all principles of good surgical practice for each treatment method.

Key words: fifth metacarpal neck fracture, boxer's fracture, “bouquet” technique, plating, postoperative reangulation.

ÚVOD

Subkapitální zlomeniny pátého metakarpu jsou častá poranění, tvoří 20–30 % všech zlomenin metakarpů (7, 12, 16, 19). Užíváme eponym „boxerská zlomenina“. Často postihují mladé muže a jsou způsobeny přímým mechanismem, typicky úderem pěstí do tvrdé podložky. Na rtg snímku nacházíme příčnou zlomeninu v distální metafýze s event. tříštivou složkou volární kortiky. Dislokace periferního fragmentu je směrem do volární angulace, případně zkrácení a malrotace (1, 23). Klinický nález zahrnuje typické známky zlomeniny. Při pokročilé volární angulaci periferního fragmentu nacházíme navíc tzv. pseudoclawing, kompenzatorní hyperextenzi v metakarpofalangeálním (dále MCP) skloubení a flexi v proximálním interfalangeálním (dále PIP) skloubení (1, 23). Pacienti se často dostaví k ošetření až následující den po úrazu. Křivka intervalu ošetření těchto zlomenin je v prvních hodinách po úrazu plošší než u ostatních zlomenin horní končetiny (28). Pro diagnostiku zlomenin metakarpů užíváme standardně tři rentgenové projekce na ruku: zadopřední, boční a šikmou.

MATERIÁL A METODIKA

V naší práci jsme porovnali dva soubory pacientů s boxerskou zlomeninou ošetřených v letech 2017–2022 na okresním pracovišti a fakultním pracovišti. Důvodem výběru dvou pracovišť byl odlišný přístup k léčbě těchto zlomenin. V souboru okresního pracoviště bylo ošetřeno 240 pacientů (215 mužů a 25 žen). Průměrný věk pacientů byl 31,5 let (15–91). Na fakultním pracovišti bylo ošetřeno 363 pacientů (323 mužů, 40 žen), průměrný věk byl 30,3 let (16–87). Mezi soubory nebyl statisticky významný rozdíl ve věku a pohlaví pacientů zařazených do sledování (tab. 1).

Konzervativní terapie

Většinou jde o stabilní zlomeniny, které léčíme konzervativně. Stabilita zlomeniny metakarpu je dána periostem, sousedními metakarpy, intermetakarpálními vazy, mírou původní dislokace a tříštivé složky (2, 17, 20). Existuje mnoho typů repozice a fixace boxerské zlomeniny.

Dislokované zlomeniny reponujeme Jahssovým manévrem: hyperflexí MCP kloubu a tlakem na PIP skloubení pátého prstu směrem dorzálně. Hyperflexí MCP skloubení dojde k relaxaci interoseálních svalů, které přispívají k volární angulaci distálního fragmentu. Po repozici nakládáme sádrou fixaci v základním postavení tzv. safe position (2, 17, 20, 22). Sádrou dlahu můžeme přikládat z dorzální či ulnární strany po DIP skloubení v rozsahu po minimálně čtvrtý prst (6). Alternativa je fixace končetiny v původní poloze Jahssova manévru (10). Rozdíl obou pozic je v postavení PIP skloubení. V základní poloze je PIP skloubení fixováno v plné extenzi, v poloze Jahssova manévru v 90° flexi. Výhodou tohoto postavení je vyšší retenční potenciál, nevýhodou hrozící prolongovaná postfixační ztuhlost (4).

Další alternativou je například repozice pomocí čínských prstů tlakem z volární strany na hlavičku metakarpu a fixace sádrou dlahou, která ponechává IP skloubení prstů volné, fixované pouze náplastovou syndaktilizací (12).

Nedislokované či minimálně dislokované zlomeniny lze léčit i jiným typem fixace, než je klasický sádrový obvaz. Nabízejí se ortézy, redukové typy sádrové fixace, náplastové syndaktilizace (2, 17). Metaanalýza z roku 2009 nenalezla vliv typu fixace na výsledek léčby nedislokovaných či minimálně dislokovaných boxerských zlomenin (22).

Po 4–5 týdnech bývá konzervativně léčená zlomenina pátého metakarpu v pokročilém hojení a snese zahájení aktivní hybnosti (2, 20).

Na okresním pracovišti byly zlomeniny po repozici fixovány sádrovým obvazem v základním postavení na pět týdnů. Na fakultním v poloze Jahssova manévru na tři týdny, poté se končetina přesádřovala do základního postavení na dobu dalších dvou týdnů. Jako radiografická indikace k operační léčbě byla na obou pracovištích považována volární angulace periferního fragmentu nad 30°.

Operační léčba

Indikace k operační léčbě závisí především na míře volární angulace periferního fragmentu, zkrácení, případné malrotaci paprsku, osobnosti pacienta a zvyklostech pracoviště. Týká se zhruba 10 % boxerských zlomenin (23). AO doporučení je operovat při volární angulaci periferního fragmentu nad 30° (1).

Tab. 1. Složení souboru okresního a klinického pracoviště

Table 1. Composition of the cohort of patients at the district and university hospital

PRACOVIŠTĚ/ DEPARTMENT	OKRESNÍ PRACOVIŠTĚ/ DISTRICT HOSPITAL	FAKULTNÍ PRACOVIŠTĚ/ TEACHING HOSPITAL
Počet ošetřených pacientů/ Number of treated patients	240	363
Muži/Men	215 (89,6 %)	323 (89,0 %)
Ženy/Women	25 (10,4 %)	40 (11,0 %)
Průměrný věk pacientů/ Mean age of patients	31,5 (15–91)	30,3 (16–87)



Obr. 1. Rtg dokumentace 34letého pacienta po úderu do zdi: a – úrazový snímek s nálezem subkapitální zlomeniny s výraznou volární angulací, b – snímek po repozici do osově správného postavení a fixaci dlahou, c – zhojeno v osově správném postavení.

Fig. 1. X-ray documentation of a 34-year-old patient after punching a wall: a – initial trauma X-ray showing a metacarpal neck fracture with marked volar angulation; b – X-ray after reduction to correct axial alignment and plate fixation; c – healed in correct axial alignment.

Existuje několik způsobů, jak změřit volární angulaci periferního fragmentu. Problémem je intra- a interpersonální validita. Jako nejpřesnější měření je uváděno měření v boční projekci pomocí intramedulárně vedených linií periferním a centrálním fragmentem (26).

Způsobů operační terapie je několik. Často se užívají Kirschnerovy dráty (dále K-dráty). Jako první užil K-dráty pro osteosyntézu zlomenin metakarpů na přelomu 19. a 20. století belgický chirurg Albin Lambotte, zakladatel moderní osteosyntézy (17). Lze je zavádět antegrádně intramedulárně jako tzv. „bouquet“ metodu, retrográdně či napříč do sousedního metakarpu. Výhodou použití K-drátů je možnost zavřené repozice, miniinvasivita a nízká cena. Nevýhodou nižší stabilita osteosyntézy, nutnost pooperační fixace, riziko pooperační migrace drátů, „pin tract“ infektu, nervově cévního a šlachového poranění.

„Bouquet“ metodu zpopularizovanou Foucherem provádíme pomocí krátkého dorzoulnárního přístupu k bazi pátého metakarpu. Za odtažení *ramus dorsalis nervi ulnaris* směrem radiálně odhalujeme úpon *musculus extensor carpi ulnaris*. Po rozpolcení úponu odhalujeme dorzoulnární plochu metakarpu. Vrtákem o průměru 2 nebo 2,5 mm perforujeme dřevovou dutinu v úhlu asi 60° od vertikály. Vyvarujeme se provrtání protilehlé kortiky. K-dráty o průměru 1,25 mm ohýbáme kleštěmi na konci o 20° od roviny a 2 cm od konce o 10° od roviny, což umožní tříbodovou fixaci zlomeniny. Druhý konec K-drátu vložíme buď do skličidla, či ohneme do 90°, abychom při jeho zavádění mohli použít kladivo. Nejprve zavedeme K-dráty do proximálního fragmentu, poté provedeme zavřenou repozici Jahssovým manévrem a dotlačíme dráty do vnitřní kortikalis hlavičky metakarpu. Nakonec dráty rotujeme, tak aby bylo dosaženo již zmíněné tříbodové fixace (8, 11, 13, 20). Pro dostatečnou stabilitu osteosyntézy užíváme alespoň dva

K-dráty. Pooperačně je nutná imobilizace v sádrové fixaci v základním postavení po dobu dvou až tří týdnů. K-dráty extrahujeme po zhojení zlomeniny za 6–8 týdnů (20), (obr. 2). Alternativou K-drátů je užití metakarpálních hřebů (21).

K-dráty můžeme zavádět též retrográdně přes hlavičku pátého metakarpu, a to různými způsoby, zkříženě do protilehlé kortikalis či intramedulárně. Při zkříženém zavedení je nutné pro dostatečnou rotační stabilitu křížit K-dráty proximálně od zlomeniny (18). Retrográdně přes hlavičku metakarpu lze také zavést intramedulární „headless“ šroub (5, 27). Při zavádění osteosyntetického materiálu přes hlavičku metakarpu však dochází k jisté traumatizaci chrupavky a extenzorové čepičky. Práce, které hodnotí retrográdní osteosyntézu, však nenacházejí komplikace z toho plynoucí (5, 24).

Poslední alternativou osteosyntézy K-dráty je jejich transverzální zavedení do sousedního metakarpu, analogie Iselinovy techniky ošetření zlomenin baze prvního metakarpu (2).

Dlahová osteosyntéza je udávána jako technika s nejvyšší stabilitou, vhodná pro ošetření nestabilních zlomenin s tříštvou složkou (18). Nevýhodou je nutnost otevřeného přístupu a riziko pooperační ztuhlosti dané interferencí osteosyntetického materiálu s extenzorovým aparátem. Výhodou je vyšší stabilita a žádná či velmi krátká pooperační imobilizace (18). Dlahu přikládáme standardně z dorzální strany metakarpu. Pro dobrý přehled v místě zlomeniny je někdy nutné provést artrotomii MCP skloubení. Centrální i periferní fragment fixujeme alespoň dvěma šrouby. Samozřejmostí je použití LCP T dlahy, která umožní fixaci více šroubů v periferním úlomu. Úhlově stabilní šrouby mají vyšší stabilitu v řídké metafyzoepiphyzální kosti, kde je navíc nelze většinou zavést bikortikálně pro přítomnost chrupavky volární plochy hlavičky metakarpu (18), (obr. 1).



Obr. 2. Rtg dokumentace 38letého pacienta po úderu pěstí do desky stolu: a – úrazový snímek s nálezem subkapitální zlomeniny s volární angulací, b – snímek po repozici do osově správného postavení a nitrodřeňové fixaci Kirschnerovými dráty, c – po extrakci Kirschnerových drátů zhojeno v osovém postavení.

Fig. 2. X-ray documentation of a 38-year-old patient after hitting a tabletop: a – initial trauma X-ray showing a metacarpal neck fracture with volar angulation; b – X-ray after reduction to correct axial alignment and intramedullary fixation with Kirschner wires; c – healed in axial alignment following Kirschner wire removal.

Pooperační režim

V obou souborech bylo pooperační rtg sledování shodné. Zahrhovalo pooperační snímek a kontrolní snímek s odstupem 2, 6 týdnů a 3 měsíců od operace. Po „bouquet“ metodě byli pacienti fixováni sádrovým obvazem v základním postavení na dobu 2 týdnů. Po dlahové osteosyntéze byly ponechány bez fixace. Po konzervativní i operační léčbě byli pacienti odesíláni k následné ambulantní rehabilitaci s cílem zlepšit rozsah pohybu ruky.

VÝSLEDKY

V obou souborech převažovali muži nad ženami ($p < 0,0001$). Nebyl signifikantní rozdíl v rozložení pohlaví ani průměrném věku ($p = 0,8936$).

Na okresním pracovišti bylo operováno 48 pacientů (20 %). Všichni pacienti byli ošetřeni „bouquet“ metodou. Na fakultním pracovišti bylo operováno 27 pacientů (7 %). K osteosyntéze

byly užívány dvě metody, dlahová osteosyntéza (21 pacientů) a „bouquet“ metoda (6 pacientů).

Vyšší zastoupení operovaných pacientů na okresním pracovišti bylo statisticky významné ($p < 0,0001$), (tab. 2).

V naší studii jsme nezaznamenali infekční komplikace či poranění šlachových a nervově cévních struktur. Nejčastější a prakticky jediná komplikace byla pooperační redislokace (volární reangulace periferního fragmentu) u „bouquet“ metody. Objevila se vždy na kontrolním snímku po 2 týdnech od operace, nikdy nepřesáhla 30° a byla ponechána bez dalšího řešení. Na kontrolních snímcích s odstupem již neprogredovala. Uvedenou reangulaci jsme zaznamenali u 10 pacientů z okresního souboru a jednoho pacienta z fakultního souboru, tento rozdíl byl signifikantní ($p = 0,0447$). U dlahové osteosyntézy jsme pooperační redislokaci nezaznamenali.

Tab. 2. Počet operovaných pacientů a zastoupení typů osteosyntézy v okresním a fakultním souboru

Table 2. Number of operated patients and distribution of the types of osteosynthesis at the district and university hospital

PRACOVISTĚ/ DEPARTMENT	OKRESNÍ PRACOVISTĚ/ DISTRICT HOSPITAL	FAKULTNÍ PRACOVISTĚ/ TEACHING HOSPITAL
Operovaní pacienti/ Operated patients	48 (20 %)	27 (7 %)
Druh použité osteosyntézy/Type of osteosynthesis used	„bouquet“ metoda/„bouquet“ method (48)	dlahová osteosyntéza/plate osteosynthesis (21) „bouquet“ metoda/„bouquet“ method (6)

DISKUSE

Míra tolerovatelné volární angulace periferního fragmentu je nejdiskutovanější aspekt léčby boxerských zlomenin. Fyziologický sklon hlavičky záprstní kosti je 15° (2, 17). Karpometakarpální skloubení (dále již CMC skloubení) pro čtvrtý a pátý metakarp je oproti svým radiálním protějškům daleko pohyblivější. Proto zde tolerujeme ponechání větší angulace jak v diafyzární, tak metafyzární oblastí. Ta je právě kompenzována hybností v příslušném CMC skloubení (2, 17, 20). AO doporučení je operovat při volární angulaci periferního fragmentu nad 30°. Opírá se o biomechanické studie z 90. let, které prokázaly progresivní snížení síly úchopu ruky a omezení hybnosti pátého prstu při volární angulaci nad 30° (1). Starší doporučení Punna a spol. pro operační léčbu zlomenin skeletu ruky z přelomu 80. a 90. let bylo operovat při volární angulaci nad 45° (23). V ještě starších pracích (ze 70. let) se můžeme setkat s tolerovatelnou 70° volární angulací periferního fragmentu (7). V rozporu s těmito staršími doporučeními je zkušenost, že pokud dojde ke zhojení zlomeniny v nadměrné volární angulaci dochází k omezení hybnosti MCP skloubení, snížení svalové síly úchopu, pocitu cizího tělesa v dlaní a v neposlední řadě taktéž kosmetické vadě s vymizením přirozeného reliéfu hlaviček metakarpů.

Při porovnání obou souborů je vidět poměrně velká diskrepance v procentu operovaných pacientů. Vysoké procento operovaných pacientů v souboru okresního pracoviště mělo několik důvodů. Na okresním pracovišti byly úrazy pohybového aparátu ošetřovány ve spolupráci s chirurgickým oddělením. Docházelo tak k neustálým kompetenčním sporům mezi chirurgem a ortopedem. Úrazovou službu někdy vykonával lékař, který se běžně nezabýval traumatologií pohybového ústrojí. Některé zlomeniny tak nebyly reponovány úspěšně či vůbec a pacient byl odeslán za několik málo dnů na ortopedickou ambulanci. Zde, pak na základě radiografických kritérií, byla rovnou indikována operační léčba „bouquet“ metodou.

Volární reangulace periferního fragmentu u „bouquet“ metody byla po zhodnocení pooperačních rtg snímků způsobena nedodržením principu tříbodové fixace.

V poloze fixace končety po repozici jsme rovněž zaznamenali rozdílný postup u pacientů okresního a fakultního pracoviště. Fixace v poloze Jahssova manévru má logicky vyšší retenční potenciál oproti fixaci v základním postavení.

Prolongovanou postfixační ztuhlost PIP skloubení jsme ve fakultním souboru nezaznamenali.

V literatuře existuje mnoho prací, které porovnávají různé metody osteosyntézy. Většinou se však jedná o malé soubory pacientů a statisticky nesignifikanční rozdíly. Neexistuje tak kvalitní studie, která by jasně nadřazovala jednu metodu nad druhou.

Autoři, kteří srovnávali metodu antegrádní a retrográdní intramedulární fixaci vidí hlavní výhodu retrográdní metody v ještě větší miniinvazivitě než u klasické „bouquet“ metody. Ve třech měsících po operaci měla lepší výsledky antegrádní fixace, v 6 měsících se rozdíl setřel. Obě skupiny pacientů měly srovnatelné výsledky (25, 30).

Práce, které porovnávají dlahovou osteosyntézu a intramedulární fixaci K-dráty udávají sníženou pooperační hybnost v MCP skloubení u pacientů léčených dlahovou osteosyntézou (7, 10, 19). Alternativou dorzálního uložení dlahy je její přiložení ze strany metakarpu, kdy odpadá riziko interference osteosyntetického materiálu s extenzorovým aparátem (3, 20).

Metaanalýza porovnání jednotlivých typů osteosyntézy z roku 2020 udává pouze statisticky nesignifikanční rozdíly v časném pooperačním období (tj. tři měsíce po operaci) ve prospěch „bouquet“ metody (29).

ZÁVĚR

Pro úspěšnou léčbu boxerských zlomenin je zásadní správně vedená konzervativní terapie. Lékaři, kteří pečují o traumata pohybového ústrojí by měli být v problematice náležitě vzděláni, nezávisle na své odbornosti. Při adekvátní konzervativní terapii je tak k operaci indikováno pouze malé procento zlomenin. Možností operační terapie je mnoho, každá se svými výhodami, nevýhodami a úskalími. V odborné literatuře nadále chybí studie, která by kvalitně statisticky porovnávala metody osteosyntézy. Nelze tak v současné době, ani jednu jasně doporučovat oproti ostatním. Naše zkušenost při porovnání osteosyntézy dlahou a „bouquet“ metodou však potvrdila známou skutečnost, že změně postavení fragmentů v pooperačním období lze předejít dodržením všech zásad správné operační techniky jednotlivých metod léčby. ■

Literatura

1. Ali A, Hamman J, Mass DP. The biomechanical effects of angulated boxer's fractures. *J Hand Surg Am.* 1999;24:835-844.
2. Capo JT, Gottschalk MB, Streubel PN. Hand fractures and dislocations. In: Tornetta P, Ricci WM, Court-Brown CM, Ostrum RF, McQueen MM, McKee MD. *Rockwood and Green fractures in adults.* 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019:1739-1753.
3. Chen KJ, Wang JP, Yin CY. Fixation of fifth metacarpal neck fractures: a comparison of medial locking plates with intramedullary K-wires. *J Hand Surg Am.* 2020;45:567-573.
4. Curtin PB, Flood MG, Werenski JO, DeFazio MW, Jones MD. Incidence and predictors of loss of reduction in fifth metacarpal neck fractures. *Hand (N Y).* 2024;19:15589447261430935.
5. Doorn MC, Nydick JA, Williams BD, Garcia MJ. Retrograde headless intramedullary screw fixation for displaced

- fifth metacarpal neck and shaft fractures: short term results. *Hand (N Y)*. 2015;10:314–318.
6. Dresing K, Trafton P, Engelen J. Casts, splints, and support bandages – nonoperative treatment and perioperative protection. Davos: Thieme; 2014:411–420.
 7. Facca S, Ramdhian R, Pelissier A, Diaconu M, Liverneaux P. Fifth metacarpal neck fracture fixation: locking plate versus K-wire? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96:506–512.
 8. Foucher G. Bouquet osteosynthesis in metacarpal neck fractures: a series of 66 patients. *J Hand Surg Am*. 1995;20:86–90.
 9. France TJ, Leversedge FJ, Lauder A. Clinical outcomes of severely angulated fifth metacarpal neck fractures treated nonsurgically. *Hand (N Y)*. 2022;18:604–611.
 10. Gu S, Zhou L, Huang Y, Xie R. The curative effect analysis of a modified Kirschner wires and locking plate internal fixation method for the fifth metacarpal neck fracture. *J Orthop Surg Res*. 2021;16:491.
 11. Haddad E, Zemour M, Belkacemi Y, Al Khoury Salem H, Dohin B. L-pinning for fifth metacarpal neck fracture in adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2022;108:102992.
 12. Harris AR, Beckenbaugh RD, Nettrour JF. Metacarpal neck fractures: results of treatment with traction reduction and cast immobilization. *Hand (N Y)*. 2009;4:161–164.
 13. Jupiter JB, Nuñez F, Fricker R. Manual of fracture management hand. Thieme, Davos, 2015, pp 121–131.
 14. Krška Z, Dunjl P. Albertova sbírka, traumatologie končetin a páteře ve středním a vyšším věku. We Make Media, Praha, 2022, pp 125–132.
 15. Luciani MA, Mayers Y, Warnick EP. Trends in the management of fifth metacarpal neck fractures. *J Hand Surg Am*. 2024;49:384–393.
 16. Malik S, Herron T, Taqi M, Rosenberg N. Fifth metacarpal fracture. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
 17. Merle M, Dautel G. Emergency surgery of the hand. Elsevier Philadelphia, 2016, pp 100–139.
 18. Padegimas EM, Warrender WJ, Jones CM. Metacarpal neck fractures: a review of surgical indications and techniques. *Arch Trauma Res*. 2016;5:258–261.
 19. Page SM, Stern PJ. Complications and range of motion following plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures. *J Hand Surg*. 1998;23:827–832.
 20. Pilný J, Slodička R. Chirurgie ruky. Grada, Praha, 2011, pp 227–248, 264–271.
 21. Pogliacomi F, Mijno E, Pedrazzini A. Fifth metacarpal neck fractures: fixation with antegrade locked flexible intramedullary nailing. *Acta Biomed*. 2017;88:57–64.
 22. Poolman RW, Goslings JC, Lee J. Conservative treatment for closed fifth (small finger) metacarpal neck fractures (Review). *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;20:10–18.
 23. Pun WK, Chow SP, So YC. A prospective study on 284 digital fractures of the hand. *J Hand Surg Am*. 1989;14:474–481.
 24. Rhee SH, Lee SK, Lee SL. Prospective multicenter trial of modified retrograde percutaneous intramedullary Kirschner wire fixation for displaced metacarpal neck and shaft fractures. *Plast Reconstr Surg*. 2012;129:694–703.
 25. Scale A, Kind A, Kim S, Eichenauer F, Henning E, Eisenschenk A. Intramedullary single-Kirschner-wire fixation in displaced fractures of the fifth metacarpal neck (boxer's fracture). *JBJS Essent Surg Tech*. 2022;12:e20.00050.
 26. Sletten IN, Nordsletten L, Hjorthaug GA. Assessment of volar angulation and shortening in 5th metacarpal neck fractures: an inter- and intra-observer validity and reliability study. *J Hand Surg Eur*. 2013;38:658–666.
 27. Supichyangur K, Tananon T, Sripakdee SA. Prospective comparison of the early outcomes of headless compression screw and percutaneous K-wire fixation in metacarpal fractures. *J Hand Surg Am*. 2023;48:950–959.
 28. Tolar V, Klimeš J, Džupa V. Interval úrazošetření u nejčastějších zlomenin skelatu končetin – jednoletá monocentrická studie. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2020;87:191–196.
 29. Vannabouathong C, Li P, Srikanth V. Comparing the efficacy and safety of metacarpal neck fracture treatments: a systematic review and network meta-analysis. *J Hand Surg Glob*. 2020;2:217–225.
 30. Yi JW, Yoo SL, Kim JK. Intramedullary pinning for displaced fifth metacarpal neck fractures: closed reduction and fixation using either an open antegrade or percutaneous retrograde technique. *JBJS Essent Surg Tech*. 2016;6:59–64.