

Užití zevní fixace loketního kloubu při uvolnění ztuhlosti loketního kloubu

Hinged Elbow External Fixation for Severe Elbow Stiffness

M. FERANEC¹, R. HART^{1,2}, T. KOZÁK¹, M. KOMZÁK^{1,3}

¹ Ortopedicko-traumatologické oddělení Nemocnice Znojmo

² Klinika traumatologie v Úrazové nemocnici v Brně, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

³ Fakulta sportovních studií, Katedra podpory zdraví – fyzioterapie, Masarykova univerzita, Brno

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The elbow is a highly constrained synovial hinge joint that frequently becomes stiff after injury. Grade 4 elbow stiffness (ankylosis) is a strongly limiting factor in the patient's daily activities and is difficult to treat. Hinged external fixation of the elbow provides the advantages of static fixation with the benefits of continued motion of the joint. The goal of our study was to assess the improvement in the range of motion of the elbow after surgical arthrolysis using a posterior extensile approach to the joint with or without using external fixation.

MATERIAL AND METHODS

Sixteen patients aged between 19 and 46 years with grade 4 elbow stiffness were operated on. The stiffness was caused by the following pathologies: 7 elbow dislocations, 3 radial head fractures, 4 distal humeral fractures, 2 fracture-dislocations. The average range of motion before surgery was 14° (range 0°–20°). The average interval between primary injury and arthrolysis was 24 months (9–60 months). The clinical assessment before and after the surgery was based on the Mayo Elbow Performance Score (MEPS). The average follow-up was 30 months (18–50 months). Arthrolysis was completed by application of an external fixator in eight patients.

RESULTS

A few common complications were observed, including the injury to adjacent neurovascular structures (two cases of temporary irritation of the ulnar nerve, one case of temporary irritation of the radial nerve) and three cases of pin-track infections. None of the patients showed elbow instability. In Group I, in which external fixation was used, the average MEP score increased from 51 points (range, 30 to 70) to 78 points (range, 55 to 90). The average range of motion at the final follow-up was 93° (range, 75°–135°). In Group II, in which no external fixation was used, the average MEP score increased from 53 points (range, 35 to 70) to 76 points (range, 55 to 85). The gain in flexion-extension was 88° (range, 65°–135°). The final improvement in the range of motion depended mostly on the severity of preoperative stiffness and subsequent surgery.

DISCUSSION

The surgical arthrolysis of the ankylosed elbow is not a procedure commonly performed by majority of hospitals. A precise surgical technique is a prerequisite for success of the procedure. The type of injury did not seem to influence the final result. Articular external fixation potentially provides stability while permitting the movement.

CONCLUSIONS

Open arthrolysis of a severe elbow contracture results in a substantial gain in motion (with or without using elbow external fixation) and gives reliable long-lasting results. The minimal improvement in motion provided by the hinge fixator does not justify the associated increase in the risk of complications.

Key words: stiffed elbow, arthrolysis, external fixation.

ÚVOD

Výrazná tendence loketního kloubu ke ztuhlosti po úrazech nebo primárně nedostatečném ošetření je známa (10). Ztráta hybnosti lokte je silně limitujícím faktorem v denních aktivitách pacienta. Deliberace loketního kloubu nepatří mezi standardní výkony (5).

Klíčem k normální funkci horní končetiny je mobilní a stabilní loketní kloub (6). Ztuhlost lokte je definována jako hybnost do extenze ne více než 30° a do flexe ne více než 120°. Na většinu aktivit každodenního života stačí rozsah pohybu loketního kloubu 100° (30°–130°), Morreyho oblouk (23).

Ztuhlost loketního kloubu se může vyvinout z různých příčin, jsou to například intraartikulární nebo extraartikulární zlomeniny, trauma měkkých tkání, prolongovaná imobilizace, termální poškození, infekce, artritida, osteochondróza a heterotopické kostní formace (15). Ztuhlost je klasifikována do tří skupin, a to extrinsic, intrinsic a smíšená forma. K extrinsic řadíme postižení pouzdra a měkkých tkání, k intrinsic řadíme postižení synovie a nitrokloubních struktur (22).

Je dobře známo, že brzké pooperační rozcvičování obnovuje funkci lokte, regeneruje chrupavky a urychluje léčbu měkkých tkání. Zevní fixace loketního kloubu poskytuje výhody statické fixace s možností stabilního pohybu (6).

Loket je relativně stabilní kloub pro svou kostní geometrii a měkkotkáňový vazivový fixační systém (20). Stabilizace lokte proti rotacím a působícím silám v průběhu pohybu do flexe a extenze je nutná ke zhojení kolaterálních ligament a k prevenci vzniku artrofibrózy (12).

Užití zevní fixace loketního kloubu získává na popularitě (13). Je důležitým nástrojem v rukou operátora. Jeho protektivní efekt a schopnost přenášet sílu při pohybu byla experimentálně verifikována (8, 21). Užití kloubové zevní fixace loketního kloubu je doporučováno ke stabilizaci lokte při zachování jeho hybnosti (10). Umožňuje pohyb a zároveň chrání kloubní a periartikulární tkáně před nadměrnou zátěží (21). Cílem této studie bylo porovnat zlepšení rozsahu pohybu loketního kloubu po chirurgické deliberaci s nebo bez užití kloubového zevního fixátoru.

Postupů při deliberaci loketního kloubu je celá řada, postupujeme individuálně dle klinického a CT nálezu, při otevřené deliberaci využíváme tyto jednotlivé přístupy: mediální, laterální, dorzální a ventrální a zadní extensivní přístup. Deliberace loketního kloubu může být realizována otevřenou nebo artroskopickou technikou (11). Možnosti otevřené techniky jsou artrolýza, endoprotéza, využití zevní fixace, interpoziční artroplastika a kombinace všech procedur (3). Otevřená deliberace s uvolněním pouzdra je považována za velmi užitečnou v léčbě ztuhlosti loketního kloubu u pacientů bez svalové atrofie (9). Artroskopická deliberace získává s rozvojem artroskopických technik na popularitě (19).

MATERIÁL A METODIKA

Prospektivní randomizovaná studie 16 pacientů, kteří podstoupili otevřenou deliberaci loketního kloubu v období od září 2009 do října 2012. Kritérii pro zařazení do studie byla posttraumatická loketní kontraktura a rozsah pohybu loketního kloubu méně než 30°. Všichni pacienti měli 4. stupeň ztuhlosti lokte a všichni pacienti měli kongruentní humeroulnární kloub. Ve studii bylo 13 mužů a 3 ženy s průměrným věkem 29 let v době operace (19–46 let). Průměrný interval mezi primárním poraněním a artrolýzou bylo 24 měsíců (9–60 měsíců). Průměrná doba sledování pacientů byla 30 měsíců (rozsah 18–50). 7 pacientů mělo extrinsic poranění (zad-

ní dislokaci loketního kloubu) a 9 pacientů mělo intrinsic poranění (3x zlomenina hlavičky radia, 4x zlomenina distálního humeru, 2x luxační zlomenina). U pacientů byly zaznamenány různé typy úrazů, například dopravní nehody a pády. Průměrný rozsah pohybu před operací byl 14° (rozsah 0°–20°). Po počáteční minimálně 6měsíční rehabilitaci a důkladném klinickém zhodnocení pacienti podstoupili operaci. Nejkritičtější krokem naložení fixátoru je iniciální přesné zavedení vodicího drátu (2 mm) v ose rotace kloubu (obr. 1), na boční projekci uprostřed kruhového obrysu trochlea humeri a na AP projekci lehce pod úroveň epikondylů rovnoběžně s kloubní plochou (21). Přesná chirurgická technika je nezbytná pro úspěch terapie (4, 21). Pod rentgenologickou kontrolou do humeru zavádíme hydroxyapatitové šrouby 6–5 mm, do ulny standardní šrouby 4,5–3,5 mm. U všech pacientů byl užit zadní extensivní přístup (obr. 2, 3).

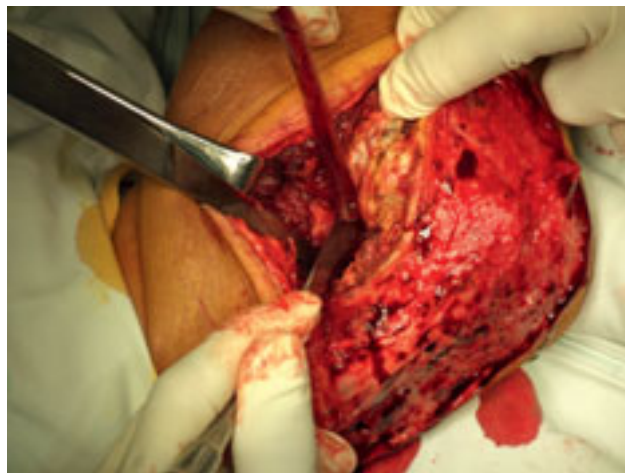
Chirurgická technika u všech pacientů se skládala z uvolnění kontrahovaného pouzdra, signifikantního uvolnění zevního postranního ligamenta a zadní části mediálního postranního ligamenta. Následovalo uvolnění šlachy *musculus triceps* a *musculus brachialis* od humeru, ablace všech kostních výrůstků omezujících pohyb, což zahrnovalo ablaci apexu olecranu, *processus coronoideus* a uvolnění *fossa olecrani* a *fossa coronoidei*. Resekce hlavičky nebyla provedena u žádného pacienta. V první skupině (8 pacientů) byla artrolýza ukončena aplikací kloubového zevního fixátoru (obr. 4).

Zevní fixátor byl odstraněn 5–9 týdnů od aplikace (6 týdnů v průměru). Ve druhé skupině (8 pacientů) byl operační protokol stejný, ale bez užití zevní fixace loketního kloubu. K fixaci loketního kloubu jsme užili kloubovou loketní ortézu na 6 týdnů od operace. Pasivní a aktivní pohyb byl započat u všech pacientů první den od operace. U všech pacientů jsme užili stejnou kombinaci analgetik (petidin, metamizol, acetaminophen) a u všech pacientů jsme v den operace zahájili profylaktickou terapii proti heterotopické osifikaci (Indometacin 100 mg denně). Pacienti byli propuštěni 12. den od operace s dalším pokračováním ambulantní péče pod dohledem fyzioterapeuta po dobu 3 měsíců.

Při kontrolách byl rozsah pohybu měřen goniometrem. Klinické hodnocení před a po operaci bylo hodnoceno pomocí Mayo Elbow Performance skóre (MEPs) a Visual Analogue Scale (VAS). Rentgenologicky byly loketní klouby porovnávány, zaznamenaly se změny kloubu, úroveň degenerace a přítomnost heterotopických osifikací. Předoperační rozsah pohybu a Mayo Elbow Performance skóre a VAS bylo porovnáváno s výsledky dosaženými při poslední kontrole. Uvedená škála MEP skóre hodnotí bolest (0–45 bodů), rozsah pohybu (5–20 bodů), stabilitu (0–10 bodů) a funkci (0–25 bodů). Maximálně lze dosáhnout 100 bodů. Výsledek 60–74 bodů je považován za slabý, 75–89 za dobrý a 90–100 bodů za excelentní. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin podle generátoru náhodných čísel Software verze 7.0 (Microsoft Corp., Redmond, Washington). Všechna data byla statisticky hodnocena v programu STATISTICA 9.0. Hodnota $p < 0,001$ byla považována za statisticky významnou.



Obr. 1. Zavedení Kirschnerova drátu přes kůži do centra rotace.



Obr. 2. Extensivní zadní přístup (pohled z radiální strany).



Obr. 3. Extensivní zadní přístup (pohled z ulnární strany).



Obr. 4. Zevní fixátor loketního kloubu (stav po operaci).

VÝSLEDKY

U všech pacientů se při poslední kontrole zlepšil rozsah pohybu. V první skupině s užitím zevního fixátoru se průměrné MEP skóre zvýšilo z 51 bodů (rozsah 30–70 bodů) na 76 bodů (50–90) jeden rok od operace a na 78 bodů (rozsah 55–90 bodů) při poslední kontrole ($p < 0,001$). Průměrný rozsah pohybu 1 rok od operace se zvýšil o 91° (rozsah 75° – 135°) a při poslední kontrole v průměru o 93° (rozsah, 75° – 135°) ($p < 0,001$). Pooperační flexe v loketním kloubu byla 120° v průměru (rozsah, 100° – 140°) a 122° při poslední kontrole (rozsah, 105° – 140°). Flekční kontraktura zaznamenaná v této skupině byla v průměru 18° rok od operace a stejná hodnota byla zaznamenaná při poslední kontrole (rozsah, 0° – 35°).

Ve druhé skupině bez užití zevního fixátoru loketního kloubu se průměrné MEP skóre zvýšilo z 53 bodů (rozsah 35–70) na 74 bodů (rozsah, 55–80) rok po deliberaci a na 76 bodů (rozsah 55–85) při poslední kontrole ($p < 0,001$). Rozsah pohybu se zvýšil o 86° (rozsah, 65° – 130°) rok od operace a o 88° (rozsah 65° – 135°) při

poslední kontrole. Flekční kontraktura zaznamenaná v této skupině byla 21° (rozsah, 0° – 40°). Zlepšení rozsahu pohybu loketního kloubu mezi oběma skupinami nebylo signifikantní ($p = 0,357$). V omezení hybnosti do extenze v obou skupinách nebyla nalezena žádná statisticky významná odchylka ($p = 0,426$).

Toto klinické zlepšení bylo zaznamenáno při poslední kontrole a to v průměru 30 měsíců od deliberace. Všichni pacienti byli spokojeni s výsledkem. Konečné zlepšení pohybu bylo závislé na obtížnosti případu a následném operačním výkonu. Při poslední kontrole jsme nezaznamenali krepitace při pohybu. Ve skupině s použitím zevní fixace jsme zaznamenali několik komplikací (2x dočasná iritace ulnárního nervu v průběhu pooperační progresivní rehabilitace, 1x dočasná iritace radiálního nervu, 3x infekce kolem šroubů). Infekce kolem šroubů byla vyléčena perorálním antibiotikem a pravidelnou lokální dezinfekcí. Žádná z infekcí nevyžadovala debridement nebo parenterální antibiotickou léčbu. U žádného z pacientů jsme nezaznamenali zlomeninu kolem zavedených šroubů v humeru a ulně. Iritace radiálního nervu se upravila po extrakci zevního fixátoru a iritace ulnárního

nervu se upravila bez nutnosti intervence 3 měsíce od deliberace.

Žádný z pacientů při poslední kontrole neměl známky instability a žádný z případů nevyžadoval reoperaci. Většina pacientů zaznamenala úlevu od bolesti. V první skupině léčených deliberací s užitím zevního fixátoru se snížila bolest v průměru o 4,0 (rozsah, 1–8) ve škále bolesti (VAS) na 1,8 (0–6) rok po operaci a při poslední kontrole ($p \leq 0,001$). Ve druhé skupině se zmenšila bolest z 4,1 v průměru (1–8) na 1,9 (0–7) v průměru rok od operace a na 1,8 (0–6) při poslední kontrole ve škále bolesti ($p \leq 0,001$). Stablní pohyb byl obnoven u všech pacientů. Radiologický nález progresu humeroulnární artrózy a nález heterotopické osifikace prvního stupně byl nalezen u 2 pacientů v obou skupinách, bez zhoršení bolesti. Následná operace s výjimkou extrakce zevního fixátoru nebyla potřebná.

Celkově lze říct, že otevřená artrolýza je efektivní v léčbě posttraumatické loketní ztuhlosti, rezultuje v podstatné zlepšení pohybu s i bez užití zevní fixace. Minimální rozdíl při pohybu u pacientů po deliberacích s užitím zevního fixátoru vzhledem ke zvýšenému riziku komplikací neopravňuje jeho rutinní užití v dané problematice.

DISKUSE

Recentní literatura obhajuje chirurgické uvolnění kloubu při ztuhlosti lokte, ale výsledky získané z různých studií jsou inkonsistentní pokud jde o pooperační zlepšení hybnosti kloubu a optimální načasování výkonu (9, 24).

Přibližně 5 % všech poranění lokte rezultuje ve ztuhlost kloubu. Úrazy loketního kloubu jsou častou příčinou kloubní ztuhlosti, která představuje signifikantní invaliditu pacientů, a může vést až k chirurgické intervenci (21).

K deliberacím je vhodný extensivní Kocherův přístup, kdy dle modifikace dle Maye můžeme svléct triceps z olekranonu, lze jej však i zachovat. Následně odhalíme kapsulu, která je excidována, kolaterální vaz je zachován. Když patologie zahrnuje kloubní povrch loketního kloubu lze s výhodou využít zadní extensivní přístup s preparací nervus ulnaris. Při přítomnosti jizvy po laterálním přístupu, lze doplnit mediální incizi. *Nervus ulnaris* není nutné transponovat při nepřítomnosti známek jeho dráždění (21). Vzhledem k dosažitelnosti všech struktur zadním extensivním přístupem při deliberaci loketního kloubu je tento doporučován (5), tento přístup zejména k přehledu na dorzální ploše humeru preferujeme na našem oddělení. Výhodou popsaného přístupu je zejména zachování všech důležitých struktur nezbytných pro zahájení intenzivní časné rehabilitace, jmenovitě extenzorového aparátu a postranních vazů (5).

Ring a kol. zaznamenali dobré výsledky s užitím zevní fixace při artrolýze loketního kloubu. Naměřili 89° nárůst hybnosti lokte v porovnání z artrolýzou bez užití zevní fixace, kdy zaznamenali zlepšení hybnosti jenom o 78°. Vzhledem k přidruženým komplikacím a vzhledem k časové náročnosti při nasazení fixátoru ale jeho rutinní použití nedoporučují (24). V naší studii

jsme zaznamenali nárůst hybnosti o 93° s užitím zevní fixace respektive 88° bez užití zevního fixátoru. Recentní studie byly zaměřené na užití zevního fixátoru při deliberacích loketního kloubu a na stabilitu lokte při pohybu. Naše studie se zabývá srovnáním pacientů s užitím zevního fixátoru nebo ortézy k pooperační fixaci lokte po deliberacích.

Otevřená artrolýza loketního kloubu je bezpečná procedura s dobrým výsledkem při správné indikaci (18), technika provedení je však náročná. Pokud je zvládnuta technika operace podpořená spoluprací pacienta a pozitivním cvičením pod dohledem fyzioterapeuta, je pravděpodobnost dosažení dlouhodobého dobrého výsledku vysoká (15).

Ayadi a kol. ve studii 22 pacientů 56 měsíců od deliberace loketního kloubu zjistili, že pouze 18 % pacientů dosáhne funkčního rozsahu pohybu dle Morreyiho, ale většina pacientů je spokojena s výsledkem (1).

Po deliberacích je nutné okamžité pasivní cvičení jako prevence ztuhlosti, které se povoluje mezi 24 až 48 hodinami po výkonu. Při pohybu je nutné kontrolovat otok loketního kloubu a případný tlak fixátoru na kůži. Péče o zevní fixátor je samozřejmostí. Sejmutí zevního fixátoru se doporučuje po 3 až 6 týdnech dle nutnosti i vyšetření stability loketního kloubu (4, 21). V naší studii jsme ponechali zevní fixátor na 5–9 týdnů (průměr 6 týdnů) a s rehabilitací jsme začali první pooperační den.

Kompletní ankylóza loketního kloubu způsobená heterotopickou osifikací není častá, chirurgická léčba je prozatím nejasná (25). Vývoj heterotopických osifikací s omezením pohybu loketního kloubu se vyskytuje u 0,1 až 3,3 % pacientů po těžkých popáleninách (16). Resekce heterotopických osifikací je důležitou součástí při deliberacích loketního kloubu a ovlivňuje konečný výsledek. V prevenci heterotopických osifikací po deliberačních výkonech na loketním kloubu se doporučuje užití nesteroidních antiflogistik v podobě indometacinu (14).

Otevřená artrolýza loketního kloubu je úspěšnou metodou v léčbě kontraktur. Výsledek je dlouhodobý, avšak pooperačně bývá zaznamenáno zmenšení rozsahu pohybu na 86 % v průměru. Pacienti s těžší kontrakturou mají vyšší zisk rozsahu pohybu (21). Po všech typech deliberací je nutná pravidelná rentgenová kontrola k ověření zakloubení loketního kloubu (4, 21).

Komplikace spojené s otevřenou artrolýzou lokte zahrnují iritaci nebo poškození ulnárního nervu, loketní nestabilitu, vývoj heterotopických osifikací nebo pooperační hematom (2). V pooperačním období jsme zaznamenali rentgenologický nález heterotopických osifikací prvního stupně u dvou pacientů, bez nutnosti reoperace. Po aplikaci zevního fixátoru se může vyskytnout řada komplikací souvisejících se zavedenými šrouby (lokální erytém, nehnisavá sekrece, hnisavá sekrece, nesprávné umístění fixátoru, uvolnění šroubů a hluboká infekce) (7). Incidence závažných komplikací je při správné aplikaci zevního fixátoru nízká, což jsme prokázali i my.

Alternativou artrolýzy s interpoziční artroplastikou při řešení ankylózy lokte se současnou destrukcí kloub-

ních ploch může být implantace totální náhrady (17). V těchto případech můžeme provádět uvolnění měkkých tkání mnohem radikálněji, bez ohledu na stabilizující struktury (5). Interpoziční artroplastiku autogenním štěpem fascia lata indikujeme hlavně u mladších pacientů.

Kamineneni a kol. zaznamenali při výzkumu na kadáverech, že kloubový unilaterální zevní fixátor je schopný udržet správné postavení loketního kloubu ve fyziologickém rozsahu a při porušení kolaterálních ligamentů při tlaku 7 N do varozity. Stabilitu lokte do valgosity může zevní fixátor poskytnout, avšak bez valgizačně působícího násilí. Udržení mediální stability je choulostivější, hlavně v případě poškození mediálních struktur lokte (8). Stavlas a kol. ve studii na 8 ligamentózních nestabilních loketních kloubech zjistili, že zevní fixátor vede loketní kloub do varozity, a tím snižuje rozsah pohybu, hlavně do extenze. Došli k závěru, že fixátor stabilizuje nestabilní loketní kloub účinně, ale se změnou vzorce pohybu (26).

Užití kloubového zevního fixátoru v léčbě těžké ztuhlosti lokte by nemělo být rutinní. V naší randomizované prospektivní komparativní studii byl mírně zvýšený rozsah pohybu v loketním kloubu u pacientů léčených deliberací s užitím zevního fixátoru, ale bez statistické významnosti.

ZÁVĚR

Otevřená deliberace loketního kloubu rezultuje v podstatné zlepšení pohybu s i bez užití zevní fixace. Vzhledem k minimálnímu rozdílu rozsahu pohybu u pacientů s užitím zevního fixátoru a vzhledem ke zvýšenému riziku komplikací nedoporučujeme rutinní užití zevní fixace v dané problematice. Z našich zkušeností jednoznačně doporučujeme užití zevní fixace při artrolýze s nutností uvolnění postranních vazů a při distrakční interpoziční artroplastice loketního kloubu.

Literatura

1. Ayadi D, Etienne P, Burny F, Schuind F. Results of open arthrolysis for elbow stiffness. A series of 22 cases. *Acta Orthop Belg.* 2011;77:453–457.
2. Cai J, Wang W, Fan C. Research progress of complication associated with open elbow arthrolysis. *Zhongguo Xiu Fu Chiny Jian Wai Ke Za Zhi.* 2015;29:113–117.
3. Canale ST, Beaty JH. *Cambell's operative orthopaedics.* 12th ed., Elsevier Mosby, Philadelphia, 2013.
4. Hart R, Janeček M, Klusáková I, Buček P. *Loketní kloub. Ortopedie a traumatologie.* Maxdorf Jessenius, Praha, 2012.
5. Hart R, Janeček M, Kozák T, Okál F. Extenzivní zadní přístup při uvolnění poúrazové ztuhlosti loketního kloubu. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011;78:114–119.
6. Chen NC, Julka A. Hinged external fixation of the elbow. *Hand Clin.* 2010;26:423–433.
7. Cheung EV, O'Driscoll SW, Morrey BF. Complications of hinged external fixators of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:447–453.
8. Kamineneni S, Hirahara H, Neale P, O'Driscoll SW, An K, Morrey BF. Effectiveness of the lateral unilateral dynamic external after elbow ligament injury. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1802–1809.
9. Kayalar M, Ozerkan F, Bal E, Toros T, Ademoglu Y, Ada S. Elbow arthrolysis in severely stiff elbows. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128:1055–1063.
10. Knoch von F, Marsh JL, Steyers C, McKinley T, O'Rourke M. A new articulated elbow fixation technique for difficult elbow trauma. *Iowa Orthop J.* 2001;21:13–19.
11. Kodde IF, Rijn van J, Bekerom van den MP, Eygendaal D. Surgical treatment of post-traumatic elbow stiffness: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013; 22:574–580.
12. Kolb W, Guhlann H, Markgraf E, Kolb K. A hinged external fixator for the elbow. *Oper Orthop Traumatol.* 2006;18:34–56.
13. Kolb K, Koller H, Holz U. Open arthrolysis of posttraumatic elbow stiffness. *Unfallchirurg.* 2008;111:299–307.
14. Liu XH, Zhang LD, Jiang XY, Wang MY. Preliminary report of surgical treatment of post-traumatic stiff elbow. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2008;46:1568–1571.
15. Mader K, Pennig D, Gausepohl T, Wulke A P. Arthrolysis of the elbow joint. *Unfallchirurg.* 2004;107:403–411.
16. Maender C, Sahajpal D, Wright TW. Treatment of heterotop ossification of the elbow following burn injury: recommendations for surgical excision and perioperative prophylaxis using radiation therapy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:1269–1275.
17. Mansat P, Morrey BF. Semiconstrained total elbow arthroplasty for ankylosed and stiff elbows. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82:1260–1268.
18. Morrey BF. Post-traumatic contracture of the elbow. Operative treatment, including distraction arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:601–618.
19. Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;431:26–35.
20. Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;201:84–90.
21. Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. *The elbow and its disorders.* 4th ed., Saunders, Philadelphia, 2008.
22. Pennig D, Mader K, Gausepohl T. Posttraumatic elbow stiffness. Planning and technical aspects of arthrolysis. *Zentralbl Chir.* 2005;130:32–39.
23. Regan WD, Korinek BS, Morrey BF, An KN. Biomechanical study of ligaments around the elbow joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;170–179.
24. Ring D, Hotchkiss RN, Guss D, Jupiter B. Hinged elbow external fixation for severe elbow contracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1293–1296.
25. Ring D, Jupiter JB. Operative release of ankylosis of the elbow due to heterotopic ossification. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:2–10.
26. Stavlas P, Jense SL, Sojbjerg JO. Kinematics of the ligamentous unstable elbow joint after application of a hinged external fixation device: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:491–496.

Korespondující autor:

MUDr. Martin Feranec, Ph.D.
Ortopedicko-traumatologické oddělení
Nemocnice Znojmo
MUDr. J. Janskeho 11
669 02 Znojmo
E-mail: martin.feranec@nemzn.cz