

# První zkušenosti s náhradou hlavice radia

## Our Initial Experience with Radial Head Replacement

M. VLČEK<sup>1</sup>, M. STRECK<sup>1</sup>, I. ČIŽMÁŘ<sup>2</sup>, J. PECH<sup>1</sup>, A. SOSNA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ortopedická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

<sup>2</sup> Traumatologická klinika Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

A single treatment procedure for multi-fragmented non-reconstructible radial head fractures has not been established as of yet. One of the available treatment methods can be the implantation of an endoprosthesis, but there is no consensus in available publications. We therefore decided to trial their use and to obtain our own experience. This study includes the evaluation of the outcomes of treatment at one year postoperatively.

#### MATERIAL AND METHODS

Our group included eight patients (six men and two women with the mean age of 46.1 years, ranging from 24 to 80 years) with an implanted ExploR® (Biomet, U.S.A.) radial head endoprosthesis. The radial head fractures were of three to six fragment type, in six cases there was an associated dislocation. In one case, there was a concomitant diaphyseal fracture of the ulna which was stabilised using the Würzburger intramedullary nail (TRUE-Instrumente GmbH, Germany). The surgical approach through Kocher's interval was used in all cases. Fixation using a plaster splint from metacarpophalangeal joints up to the shoulder was applied postoperatively for a period of two to three weeks in all patients.

#### RESULTS

The assessment was carried out on average at 13 months (range 12–15 months) after the surgery. The mean elbow flexion was 7.5° to 136.9°, forearm supination was 0° to 86.3° and forearm pronation was 0° to 80.0°. The elbow joint maintained its stability in all cases. Neurological deficit did not develop in any of the patients. The DASH score reached the mean value of 11.2. The mean value of the Mayo Elbow Performance Score (MEPS) was 92.5. Radiological signs of implant loosening were observed in three cases. In two of these cases, bone resorption occurred surrounding the stem of endoprosthesis. In two patients, heterotopic ossification were found and in one case, an oversized endoprosthesis head was implanted. No recurrent elbow dislocation was seen in any of the patients.

#### DISCUSSION

The application of radial head endoprosthesis is indicated for comminuted radial head fractures and concurrent ligamentous injuries (fracture-dislocations, terrible triad, Essex-Lopresti injuries). Equally good functional outcomes may be achieved with the use of an endoprosthesis as by osteosynthesis. The complications of arthroplasty tend to be late, at ten or more years postoperatively. Further follow-up of our patients will be necessary, along with a further expansion of our group of patients. Complications may be prevented with the use of longer-stem implants and more up-to-date cemented bipolar endoprostheses which, according to recent studies, achieve equally good functional outcomes and reduce the number of necessary revision surgeries – implant removal in particular.

#### CONCLUSIONS

In treating the comminuted radial head fractures, the implantation of endoprosthesis helps to achieve a quick restoration of the elbow joint function along with good functional outcomes and prevents instabilities in case of associated ligamentous injuries. A basic precondition for successful treatment is the choice of an adequate size head. The radiological signs of stem loosening do not necessarily have to affect the functional outcomes.

**Key words:** fracture, radial head, endoprosthesis, Kocher approach.

### ÚVOD

Dle současných trendů by v léčbě zlomenin hlavice radia měla být vyvíjena maximální snaha k záchovným operačním výkonům, tzn. k osteosyntézám (14). Víceúlomkové zlomeniny jsou však nerekonstruovatelné (27) a v případech současného poranění vazů je resekce hlavice radia kontraindikována (14). Navíc dle zcela recentních metaanalytických studií přináší lepší léčebné výsledky u vícefragmentových zlomenin spojených s poraněním vazů implantace endoprotézy (4). Funkční výsledky náhrad v této anatomické lokalitě bývají při krátkodobých sledováních velice dobré (25), dlouhodobé

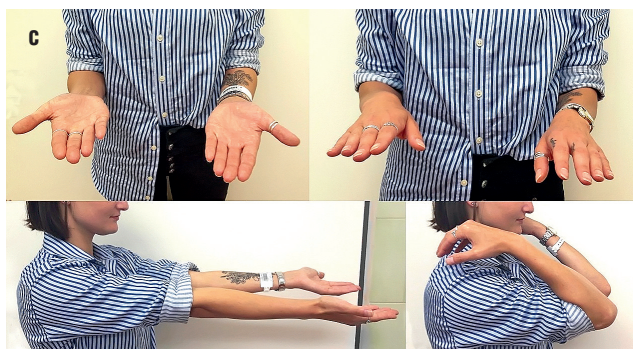
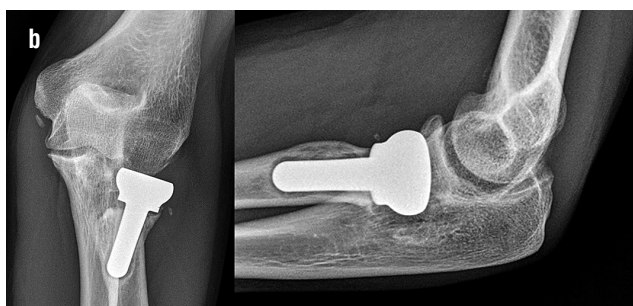
studie zatím nepřinášejí jednoznačné závěry (14). Rozhodli jsme se získat vlastní zkušenosti a začali aplikovat endoprotézy hlavic radia. Nyní přinášíme vyhodnocení vlastních výsledků léčby po jednom roce od operace.

### MATERIÁL A METODIKA

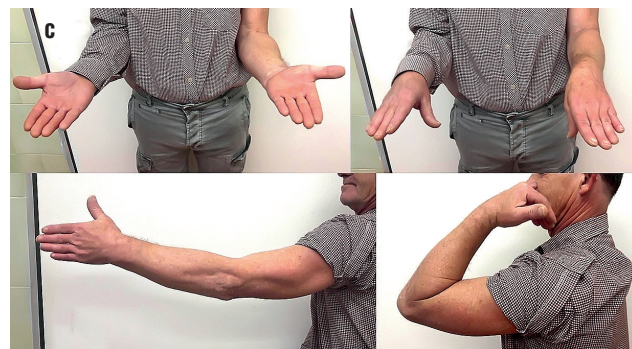
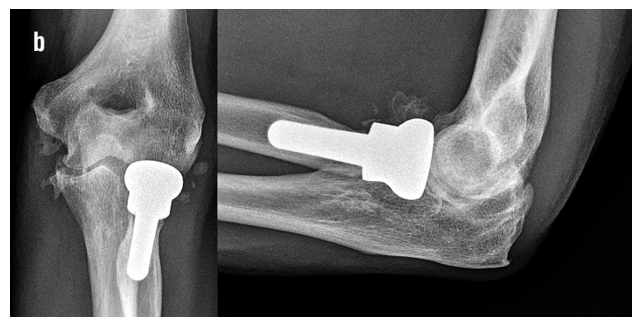
V letech 2016–2017 byla implantována osmi pacientům endoprotéza hlavice radia ExploR® (firma Biomet, Warsaw, Indiana, USA) (obr. 1, 2, 3). V souboru bylo

šest mužů a dvě ženy, průměrný věk činil 46,1 roku (rozsah 24–80 roků), pravostranná končetina byla poraněna třikrát, levostranná pětkrát, o dominantní končetinu se jednalo u tří pacientů. Soubor zahrnoval pacienty s tříštivými zlomeninami hlavičky radia se třemi až šesti fragmenty, v šesti případech se jednalo o luxační zlomeninu. Poranění bylo současně třikrát doprovázeno

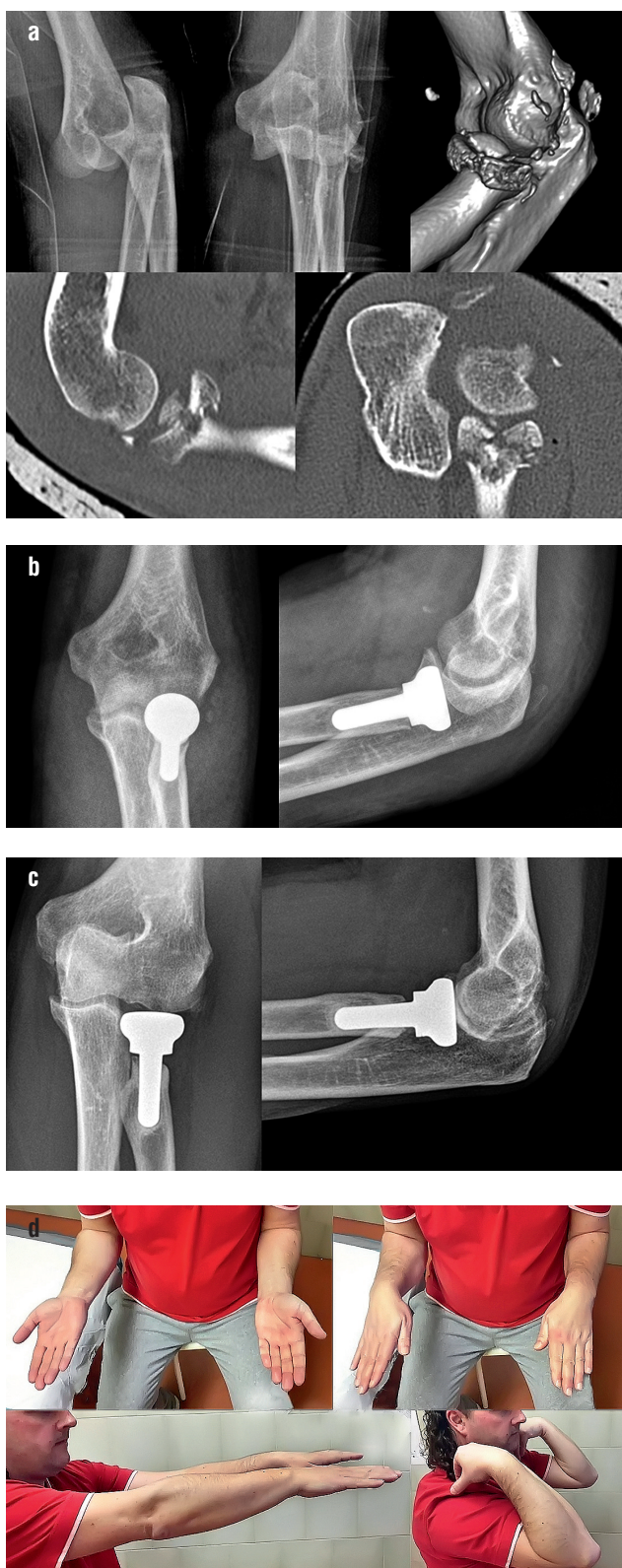
odlomením *processus coronoideus ulnae*. Fragmenty *processus coronoideus* byly drobné a nevyžadující operační stabilizaci. Ve všech případech byl použit posterolaterální operační přístup v Kochrově intervalu, k hlavici radia jsme pronikali mezi *m. anconeus* a *m. extensor carpi ulnaris*. Pro mobilizaci hlavičky radia bylo vždy přetato *ligamentum anulare*. Následovala extrakce všech fragmentů hlavičky radia a jejich rekonstrukce na operačním stole k ujištění, že nezůstal žádný z fragmentů ponechán *in situ* a pro správnou volbu velikosti hlavičky endoprotézy. Krček radia byl zarovnáván oscilační pilou. Po implantaci endoprotézy jsme prováděli suturu *ligamentum anulare* a eventuálně poraněného *ligamentum*



Obr. 1. Pacientka (I.Ch., 24 roků, úraz při skoku z 8. patra) s tříštivou zlomeninou hlavičky radia:  
a – úrazové rentgenové a CT snímky,  
b – rentgenový nálezy v odstupu jednoho roku po implantaci endoprotézy hlavičky radia, patrné uvolnění dříku,  
c – klinický nálezy v odstupu jednoho roku po operaci (flexe lokte 0°–140°, pronace/supinace 80°–0°–90°).



Obr. 2. Pacient (S.Č., 51 roků, úraz při pádu ze žebříku) s luxační tříštivou zlomeninou hlavičky radia:  
a – úrazové rentgenové a CT snímky,  
b – rentgenový nálezy v odstupu jednoho roku po implantaci endoprotézy hlavičky radia,  
c – klinický nálezy v odstupu jednoho roku po operaci (flexe lokte 10°–130°, pronace/supinace 80°–0°–80°).



Obr. 3. Pacient (V.B., 46 roků, úraz při tenisu) s luxační tříštivou zlomeninou hlavice radia

a – úrazové rentgenové a CT snímky,

b – pooperační rentgenový nálezn,

c – rentgenový nálezn v odstupu jednoho roku po implantaci endoprotézy hlavice radia,

d – klinický nálezn v odstupu jednoho roku po operaci (flexe lokte 0°–140°, pronace/supinace 80°–0°–80°).

*collaterale laterale*. Ve dvou případech byl pro lepší ukotvení dřiku použit kostní cement. Jedenkrát byla současně přítomna zlomenina diafýzy ulny, která byla stabilizována nitrodřeňovým hřebem Würzburg (TRUE-Instrumente GmbH, Německo). Přídavná pooperační fixace sádrou dlahou od metakarpofalangeálních kloubů pod rameno byla přikládána na dobu dvou až tří týdnů a následně byla zahajována řízená rehabilitace.

Průměrná doba mezi úrazem a operací činila 15,0 dne (1–32 dnů). Relativně dlouhý časový odstup operace od úrazu byl dán třemi faktory: 1. někteří pacienti byli na naši kliniku odesláni z okolních pracovišť s několika-denním časovým odstupem od úrazu, 2. implantát a příslušné instrumentárium není na klinice trvale dostupné, je vždy zapůjčeno pouze k provedení operace u daného pacienta, 3. tento operační výkon provádělo jen několik lékařů naší kliniky. Po celou dobu v předoperačním období byla vždy poraněná končetina fixována vysokou sádrou fixací od metakarpofalangeálních kloubů pod rameno.

Subjektivní vyjádření funkčnosti končetiny zdokumentovalo DASH skóre. Hodnocen byl rozsah hybnosti lokte a předloktí (flexe v lokti, pronace a supinace předloktí), stabilita loketního kloubu a přítomnost neurologické léze. Pro objektivizaci funkčních výsledků bylo vypočítáno Mayo Elbow Performance Score (MEPS). Na rentgenových snímcích byla hodnocena poloha implantátu, známky jeho uvolnění, heterotopické osifikace, známky artrózy, reluxace loketního kloubu a hojení zlomeniny ulny.

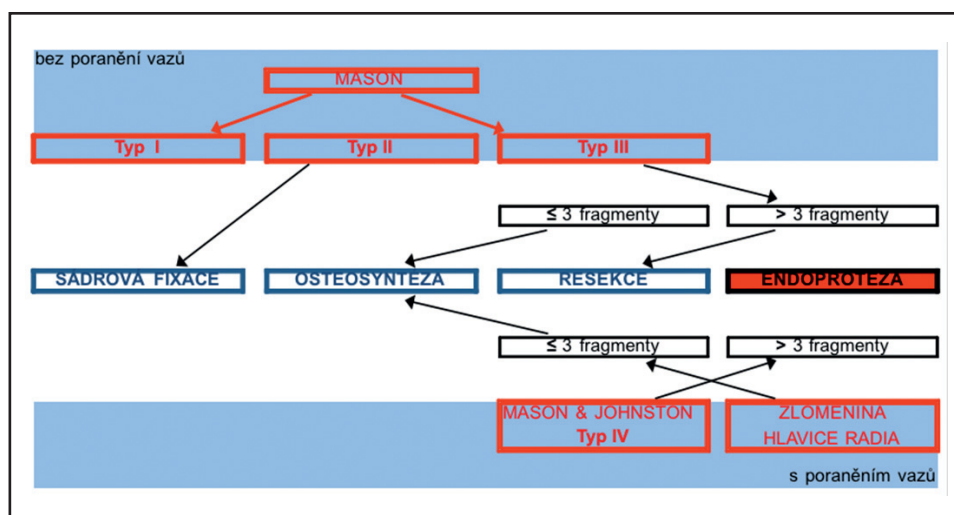
## VÝSLEDKY

Soubor obsahoval dvě zlomeniny typu Mason III a šest zlomenin Mason & Johnston IV, tedy tříštivé zlomeniny hlavice radia se současnou luxací lokte. U jedné zlomeniny Mason & Johnston IV byla současně přítomna zlomenina diafýzy ulny.

Hodnocení probíhalo průměrně ve 13 měsících po operaci (rozsah 12–15 měsíců). Průměrná flexe lokte činila 7,5° až 136,9°, supinace předloktí 0° až 86,3° a pronace předloktí 0° až 80,0°, rozsahy hybnosti všech pacientů zachycuje tabulka 1. Z hlediska možnosti provozovat běžné denní aktivity je v našem souboru limitován pouze jeden pacient, a to pouze minimálně – má flexi v rozmezí 40° až 140°. Jedná se o pacienta, u kterého spatřujeme příčinu omezení hybnosti v implantaci neadekvátně velké hlavice endoprotézy a plánujeme u něj extrakci celého implantátu.

Ve všech případech byl loketní kloub stabilní. Neurologický deficit se nerozvinul v žádném z případů. DASH skóre dosáhlo průměrné hodnoty 11,2 bodu, MEPS dosáhlo průměrné hodnoty 92,5 bodu. Výsledky obou skóre u jednotlivých pacientů přináší tabulka 1.

Rentgenové známky uvolnění implantátu byly pozorovány ve třech případech, ve dvou případech došlo k resorpci kosti u dřiku endoprotézy, heterotopické osifikace se vyskytly u dvou pacientů. Reluxace loketního kloubu nenastala u žádného pacienta. Hojení zlomeniny ulny probíhalo bez komplikací.



Obr. 4. Léčebný algoritmus indikací jednotlivých léčebných metod při zlomeninách hlavičky radia.

## DISKUSE

Zahájení implantací endoprotéz hlavic radia na našem pracovišti bylo vyvoláno našimi klinickými zkušenostmi s osteosyntézami a resekcemi, které ve shodě se závěry publikovanými v současné světové odborné literatuře lze shrnout do následujících poznatků:

1. Osteosyntéza hlavic radia je úspěšná léčebná metoda, avšak pouze pro maximálně třífragmentové zlomeniny (30). Technická nutnost rekonstrukce *ex situ* nebo nemožnost dosažení anatomické rekonstrukce kloubní plochy při rekonstrukci jsou považovány za kontraindikace osteosyntézy (36).

2. Osteosyntézy vícefragmentových zlomenin hlavic radia často v pooperačním období selhávají a vedou k nekróze kostních fragmentů (27).

3. Resekce hlavičky radia je kontraindikována při současném ligamentózním poranění v oblasti lokte a předloktí (34).

Aktuální doporučený léčebný algoritmus vycházející z našich zjištění v souladu s recentní odbornou literaturou (1, 15, 21, 25) vystihuje schéma (obr. 4). Z toho vyplývá, že v některých případech je aplikace endoprotézy jedinou správnou metodou léčby (22), zatímco v jiných situacích můžeme volit mezi resekcí hlavičky radia nebo aplikací endoprotézy (1).

technických úskalí. Problematická je dobrá kongruence kloubních ploch endoprotézy a hlavičky humeru, která je odlišná v extenzi a ve flexi lokte. Antropometrické studie dokumentují variabilitu anatomických poměrů proximální části radia v populaci (13).

V současnosti je endoprotéza nejčastěji indikována v případech nemožnosti provést rekonstrukční výkon, kdy úspěšně zabraňuje proximalizaci radia a vzniku valgus instability lokte (17). Přes tyto léčebné úspěchy jsou i nadále celkové, zejména dlouhodobé výsledky léčby ne zcela jednoznačně vyhodnoceny. Většina studií, stejně jako naše, vychází z malých souborů pacientů a krátké doby sledování (36), což vede k neopodstatněným optimistickým pohledům (14).

Zmiňovány jsou i komplikace provázející endoprotetiku v této oblasti: uvolnění implantátu, luxace protézy a impingement syndrom pro tlak na *capitulum humeri* (2). Z těchto komplikací se v našem souboru nevyvinula pouze luxace endoprotézy. V případě rozvoje bolesti zejména při pronosupinaci musí být endoprotézy extrahovány, dle práce Neuhausa byly vyjmuty čtyři ze souboru 14 pacientů (23). V našem souboru nutnost extrakce pro bolest nenastala. Bolesti a ztuhlost lokte nejčastěji pramení z prodloužení celkové délky radia nebo z implantace nadměrně velké endoprotézy (6). U jednoho našeho pacienta s omezením hybnosti lokte byla im-

Snaha o náhradu hlavičky radia není zdaleka záležitostí posledních desetiletí, první zpráva pochází z roku 1941 (32). Tyto endoprotézy byly určeny k prevenci proximální migrace radia, *cubitus valgus* a heterotopických osifikací (16). S vývojem dokonalejších implantátů postupně narůstal počet prací popisujících jejich výhody ve srovnání s resekcemi (29). Dle studií na kadáverech vedou k zachování fyziologických tlakových poměrů v oblasti *membrana interossea antebrachii* (30). Dosud není dořešena řada

Tab. 1. Rozsah hybnosti lokte (flexe) a předloktí (supinace a pronace) a výsledky dle hodnotících skóre u jednotlivých pacientů

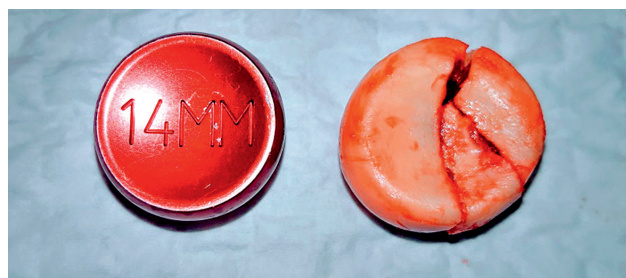
Pořadí	Pohlaví	Věk	Strana	Flexe (°)	Supinace (°)	Pronace (°)	DASH (body)	MEPS (body, výsledek)
1.	muž	51	levá (nedominantní)	10–130	0–90	0–80	3	100 – výborný
2.	muž	46	levá (nedominantní)	10–140	0–80	0–80	6	95 – výborný
3.	žena	24	levá (nedominantní)	0–140	0–90	0–80	15	100 – výborný
4.	muž	25	levá (nedominantní)	40–140	0–90	0–80	25	65 – uspokojivý
5.	muž	27	pravá (dominantní)	0–140	0–90	0–80	5	95 – výborný
6.	muž	71	levá (nedominantní)	0–135	0–90	0–80	16	85 – dobrý
7.	muž	45	pravá (dominantní)	0–140	0–80	0–80	6	100 – výborný
8.	žena	80	pravá (dominantní)	0–130	0–80	0–80	14	100 – výborný

plantována neadekvátně široká hlavice. V tomto případě lze očekávat zlepšení funkčnosti bez vzniku nestability lokte po jejím odstranění (35). Neadekvátně velká hlavice a celkově nadměrná výška endoprotézy je popisována jako nejčastější technická chyba vedoucí k omezení hybnosti a bolestem (3) (obr. 5). Jedná se tedy o problém do budoucna odstranitelný. Komplikace jsou však časté zejména pozdní, v odstupu deseti a více roků od operace (6). Další sledování našich pacientů bude nutné, stejně jako rozšíření souboru.

Náhrady hlavic radia aplikované pacientům s čerstvým úrazem mohou být provázeny komplikacemi až ve 40 % případů, k omezení jejich četnosti přináší současné publikace řadu doporučení (30). Zmiňována je u nich i častější nutnost následných operací než po pouhé resekci hlavice (22). Extrahovat endoprotézu je nutné spíše u mladších pacientů, ve starší věkové skupině se počty těchto následných operací snižují (7). V našem souboru činil průměrný věk 46 roků, z tohoto pohledu se tedy jedná o pacienty, u nichž lze do budoucna komplikace spíše předpokládat. Ve snaze zabránit pozdním komplikacím jsou alternativou ke kovovým endoprotézám silikonové náhrady sloužící u zlomenin typu Mason III a Mason & Johnston IV jako dočasné spacery zajišťující stabilitu do doby zhojení vazových lézí (24).

Pro běžné denní aktivity je důležité dosáhnout rozsahu pohybu flexe lokte 30° až 130°, pronace a supinace předloktí v rozsahu 50°–0°–50°. Důležité je správné posouzení pronosupinace, která lze hodnotit pouze v 90° flexi v loketním kloubu s paží přitisknutou k trupu. Pokud tomu tak není, přidává se k rotaci předloktí ještě rotace v ramenním kloubu. Z funkčního hlediska je závažnější omezení flexe k jejímu maximu než nemožnost plně extendovat loket (tedy nedosažení základního postavení lokte) (5). Funkční výsledky našeho souboru hodnotíme jako dobré (obr. 1, 2, 3) ve shodě s jinými autory jednoletých studií (7). Dobrá obnova rozsahu hybnosti v loketním kloubu byla dosažena i přes značně dlouhou dobu sádrové fixace. Maximum činilo sedm týdnů a je jistě žádoucí učinit opatření k umožnění časnějšího zahájení rozcvičování lokte. Doba fixace lze zkrátit provedením operace do několika dnů po úrazu. Dále je nutné individuálně vyhodnotit potřebnou dobu fixace v pooperačním období dle vyšetření stability lokte na závěr operace. V případech dobré stability bez tendence k reluxaci je možné začít s rozcvičováním v omezeném rozsahu pohybu již po jednom týdnu od operace. Při dosažení stability lokte během operace současnou suturou vazů není následná sádrová fixace nutná (21). U všech našich pacientů byl loketní kloub v jednom roce po operaci zcela stabilní ve shodě s jinými studiemi (18), tento stav je dokumentován i v odstupu více než 10 let od implantace (31). Z tohoto aspektu lze léčebné výsledky našeho souboru považovat za výborné, dosažení stability loketního kloubu je jedním ze stěžejních kritérií pro indikaci implantace endoprotézy.

Po resekci a osteosyntézách hlavice radia je často uváděn výskyt rozsáhlých heterotopických osifikací vedoucích k omezení rozsahu hybnosti lokte (33). V našem souboru se osifikace vyskytly pouze ve dvou případech,



Obr. 5. Pro implantaci náhrady hlavice radia je důležité zjistit velikost původní hlavice rekonstrukcí kostních fragmentů. Endoprotéza je volena vždy v mírně menší velikosti než hlavice skutečná.

u žádného z těchto pacientů však pro jejich malý objem neomezily rozsah hybnosti.

Velice dobré hodnoty DASH skóre našeho souboru nacházíme i u většího souboru pacientů hodnoceného Dunnem v odstupu minimálně dvou roků po operaci. Pouze polovina jeho pacientů však byla přes dobré průměrné DASH skóre schopna k návratu ke sportovním výkonům na stejné úrovni jako před úrazem (8). Obdobně dobré hodnoty MEPS jako u našeho souboru (MEPS 92,5) přináší práce hodnotící výsledky v odstupu minimálně dva roky po implantaci endoprotézy (19) a práce hodnotící léčbu pomocí moderních speciálně tvarovaných zamykacelných dlah pro oblast proximální části vřetenní kosti (MEPS 90) (10). Naši pacienti však měli vícefragmentové zlomeniny, a proto by u nich rekonstrukce možná nebyla.

Neurologické komplikace jsme nezaznamenali, je však nutné na jejich možnost myslet (15). Kadáverické studie ozeřmují variabilitu průběhu *nervus interosseus posterior*, prokazují jeho distálnější polohu vůči radiu při pronaci (11). Popsány byly i ojedinělé neuropatie *nervi ulnaris* vyžadující operační řešení (26).

Známky uvolnění dříku na rentgenových snímcích u pacientů našeho souboru nebyly zatím spojené s klinickými obtížemi (obr. 1). Asymptomatické projasnění okolo dříku se může vyskytnout až v 68 % případů ve třech letech od operace (19). Přestože bývají projasnění a resorpce kosti v oblasti krčku radia často popisovány, klinické obtíže nevyvolávají ani při sledování pacientů po dobu 10 roků (28). Dle současných studií je pro pevnost ukotvení necementovaných endoprotéz v této anatomické lokalitě zásadní šířka dříku, tedy maximální vyplnění kosti implantátem, zatímco jeho délka je méně podstatná (9).

Prevenici komplikací spatřujeme v užití implantátů s delším dříkem (21) a modernějších cementovaných bipolárních endoprotéz, které dle recentních studií dosahují stejně dobrých funkčních výsledků, ale snižují počet nutných reoperací, zejména extrakcí implantátu (20). Cementované bipolární endoprotézy dle práce autorů z Holandska sledující soubor 25 pacientů po dobu pěti let vyvolaly nutnost extrakce implantátu pouze v jednom případě při celkově vynikajících funkčních výsledcích a MEPS celého souboru (12). Současná metaanalytická práce hodnotící výsledky 63 odborných originálních prací dochází k závěru, že pevné ukotvení dříku do kosti snižuje počet reoperací a komplikací (1).

## ZÁVĚR

V léčbě tříštivých zlomenin hlavičky radia vede aplikace endoprotézy k velice rychlé a dobré obnově funkčnosti loketního kloubu a je prevencí nestability při přidružených ligamentózních poraněních. Úspěšnost léčby vyžaduje volbu adekvátní velikosti hlavičky. Rentgenové známky uvolnění dřívku nemusí ovlivnit funkční výsledky. Náhrada hlavičky radia je správnou indikací při nemožnosti provedení osteosyntézy vícefragmentové zlomeniny hlavičky radia, coby sekundární stabilizační struktury loketního kloubu, a při současném poranění primární stabilizační struktury, tedy mediálního kolaterálního ligamentu.

## Literatura

1. Agyeman KD, Damodar D, Watkins I, Dodds SD. Does radial head implant fixation affect functional outcomes? A systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28:126–130.
2. Arbter D, Piatek S, Probst A, Holmenschlager F, Winckler S. Results after Judet radial head prosthesis for non-reconstructable radial head fractures. *Unfallchirurg* 2012;115:1000–1008.
3. Bonneville N. Radial head replacement in adults with recent fractures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102:S69–S79.
4. Chen H, Shao Y, Li S. Replacement or repair of terrible triad of the elbow: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2019;98:e13054.
5. Dávala SA. Therapist's management of fractures and dislocations of the elbow. In: Mackin EJ et al. (Eds.). *Rehabilitation of the hand and upper extremity.* MO: Mosby, St. Louis, 2002.
6. Delclaux S, Lebon J, Faraud A, Toulemonde J, Bonneville N, Coulet B, Mansat P. Complications of radial head prostheses. *Int Orthop.* 2015;39:907–913.
7. Duckworth AD, Wickramasinghe NR, Clement ND, Court-Brown CM, McQueen MM. Radial head replacement for acute complex fractures: what are the rate and risks factors for revision or removal? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:2136–2143.
8. Dunn JC, Kusnezov NA, Koehler LR, Eisenstein ED, Kilcoyne KG, Orr JD, Mitchell JS. Radial head arthroplasty in the active duty military service member with minimum 2-year follow-up. *J Hand Surg Am.* 2017;42:660.e1–660.e7.
9. Ferreira LM, Stacpoole RA, Johnson JA, King GJ. Cementless fixation of radial head implants is affected by implant stem geometry: an in vitro study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2010; 25: 422–426.
10. Gruszka D, Nowak TE, Tkacz T, Wagner D, Rommens PM. Complex radial head and neck fractures treated with modern locking plate fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28:1130–1138.
11. Hackl M, Wegmann K, Lappen S, Helf C, Burkhart KJ, Müller LP. The course of the posterior interosseous nerve in relation to the proximal radius: is there a reliable landmark? *Injury.* 2015;46:687–692.
12. Heijink A, Kodde IF, Mulder PGH, Van Dijk CN, Eygendaal D. Cemented bipolar radial head arthroplasty: midterm follow-up results. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25:1829–1838.
13. Kang SH, Kim DY, Park H, Song HS. Anthropometric study of the proximal radius: does radial head implant fit in all cases? *Int Orthop.* 2015;39:1553–1561.
14. Kodde IF, Kaas L, Flipsen M, van den Bekerom MP, Eygendaal D. Current concepts in the management of radial head fractures. *World J Orthop.* 2015;6:954–960.
15. Lópiz Y, González A, García-Fernández C, García-Coiradas J, Marco F. Comminuted fractures of the radial head: resection or prosthesis? *Injury.* 2016;47(Suppl 3):S29–S34.
16. Madsen JE, Flugsrud G. Radial head fractures: indications and technique for primary arthroplasty. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2008;34:105–112.
17. Miller G, Humadi A, Unni R, Hau R. Surgical management of Mason type III radial head fractures. *Indian J Orthop.* 2013;47:323–332.
18. Moghaddam A, Raven TF, Dremel E, Studier-Fischer S, Grutzner PA, Biglari B. Outcome of radial head arthroplasty in comminuted radial head fractures: short and midterm results. *Trauma Mon.* 2016;21:e20201.
19. Moro JK, Werier J, MacDermid JC, Patterson SD, King GJ. Arthroplasty with a metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:1201–1211.
20. Mukka S, Sjöholm P, Perisynakis N, Wahlström P, Rahme H, Kadum B. Radial head arthroplasty for radial head fractures: a clinical and radiological comparison of monopolar and bipolar radial head arthroplasty at a mean follow-up of 6 years. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018 [Epub ahead of print].
21. Müller LP, Hollinger B, Burkhart K. *Ellenbogen.* Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2016.
22. Nestorson J, Josefsson PO, Adolfsson L. A radial head prosthesis appears to be unnecessary in Mason-IV fracture dislocation. *Acta Orthop.* 2017;88:315–319.
23. Neuhaus V, Christoforou DC, Kachooei AR, Jupiter JB, Ring DC, Mudgal CS. Radial head prosthesis removal: a retrospective case series of 14 patients. *Arch Bone Joint Surg.* 2015;3:88–93.
24. Petitjean C, Thomazeau H, Dréano T, Hutten D, Ropars M. [Middle-term results of a Silastic prosthesis used as a temporary spacer for unreconstructable radial head fractures]. *Chir Main.* 2013;32:373–379.
25. Pilný J, Slodička R. et al. *Chirurgie ruky.* Grada, Praha, 2011.
26. Popovic N, Lemaire R, Georis P, Gillet P. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:2469–2476.
27. Raven TF, Banken L, Doll J, Westhauser F, Reible B, Schönewald M, Schmidmaier G, Moghaddam A. Options and limits of angle stable plates in the treatment of comminuted radial head fractures. *J Orthop.* 2018;15:957–962.
28. Ricón FJ, Lajara F, Fuentes A, Aguilar ML, Boix A, Lozano JA. Pyrocarbon arthroplasty in acute unreconstructable radial head fractures: mid-term to long term results. *J Orthop Traumatol.* 2018;19:13.
29. van Riet RP, van Glabbeek F. History of radial head prosthesis in traumatology. *Acta Orthop Belg.* 2007;73:12–20.
30. Schmidt-Horlohe K, Buschbeck S, Wincheringer D, Weissenberger M, Hoffmann R. Primary radial head arthroplasty in trauma: complications. *Orthopade.* 2016;45:853–860.
31. Sershon RA, Luchetti TJ, Cohen MS, Wysocki RW. Radial head replacement with a bipolar system: an average 10-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27:e38–e44.
32. Speed K. Ferrule caps for the head of the radius. *Surg Gynecol Obstet.* 1941;73:845–850.
33. Višňa P, Hoch J (eds). *Traumatologie dospělých.* Maxdorf, Praha, 2004.
34. Vlček M, Streck M, Čížmář I, Pech J, Landor I. Indikace resekcí hlavičky radia v traumatologii. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2018;85:186–193.
35. Wretenberg P, Ericson A, Stark A. Radial head prosthesis after fracture of radial head with associated elbow instability. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2006;126:145–149.
36. Zwingmann J, Bode G, Hammer T, Südkamp NP, Strohm PC. Radial head prosthesis after radial head and neck fractures – current literature and quality of evidence. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2015;82:177–185.

## Korespondující autor:

as. MUDr. Martin Vlček, Ph.D.

Ortopedická klinika 1. lékařské fakulty

Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

V Úvalu 84

150 06 Praha 5

E-mail: dr.martinvlcek@gmail.com