

# Střednědobé až dlouhodobé výsledky reimplantací totální náhrady kyčelního kloubu při použití oválné revizní jamky – typ TC

## Mid-Term to Long-Term Results of Revision Total Hip Arthroplasty Using the Oval-Shaped Acetabular Cup - TC Type

E. ŠŤASTNÝ<sup>1</sup>, T. TRČ<sup>1</sup>, J. FRÝDL<sup>1</sup>, Z. KOPEČNÝ<sup>1</sup>, T. PHILIPPOU<sup>1</sup>, J. LISÝ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

<sup>2</sup> Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

### ABSTRACT

#### INTRODUCTION

The purpose of our paper is to evaluate the mid-term to long-term results and to confirm the basic criteria of a high-quality revision implant: safe bridging of bone defects, achievement of reliable primary fixation of revision acetabular cup, achievement of good secondary stability with documentable osseointegration of cup and demonstration of remodelling of transplanted bone tissue in the area of defects and in spaces between the implant ribs.

#### MATERIAL AND METHODS

Altogether 36 patients (38 cups) were evaluated who had undergone revision hip arthroplasty in the period from 2004 to 2010. The mean follow-up was 8.2 years (5.1–11.6 years after the reimplantation, more than 10 years in 16 patients who underwent surgery). The position and osseointegration of the implant were assessed by digital radiography, the remodelling of transplanted bone tissues in the area of defects and between the implant ribs by computed tomography with reducing artefacts around the metal implant (Aquilion 64 – Toshiba Medical Systems), and for the clinical outcomes the Harris Hip Score was used.

#### RESULTS

Preoperatively, the condition of the hip joint based on the Harris Hip Score was in 30 cases evaluated as poor, in 8 patients as satisfactory. At the time of final evaluation, 8 patients achieved excellent results, in 19 patients the condition of the joint was very good (in 2 patients bilaterally), in 6 patients it was considered satisfactory and in 3 patients poor. The mean value for HHS increased from 39.5 to 84.5. Based on the radiography evaluation, in 27 patients (in 2 patients bilaterally) the osseointegration of the revision cup was good, in 8 cases with a radiolucent line of 2–4 mm in width in DeLee zone III, in one case proximal migration of the cup occurred caused by deep infection. The informed consent form for pelvic CT was signed by 25 patients of our cohort. Remodelling of bone tissue in the space between the ribs of the implant was always detected, the presence of bone cysts was not reported, the bone defects following the application of autologous spongionasty in the monitored patients were healed. In 6 patients, an ingrowth of fibrous tissue of 2–4 mm in width in the convexity of the cup was detected. The mean survival of the revision oval-shaped cup – TC type with a follow-up of 8.2 years after the reimplantation based on Kaplan-Meier analysis was 91.4 %.

#### DISCUSSION

The number of revision total hip arthroplasties due to a younger age of patients who undergo alloplasty keeps growing. The choice of a revision implant should always match the intraoperative finding and the bone tissue quality. The standard uncemented implants with osteoactive surface can be opted for when anterior and posterior column of the acetabulum are intact (IIA and IIB according to Paprosky). Starting from type IIC, also the proximal part of acetabulum shall be considered. At our department, preference is given to the revision cup – TC type. The oval shape facilitates a lower degree of bone resection and easier restoration of the anatomical centre of rotation. Careful debridement of granulating and necrotic tissue, thorough treatment of bone defects and osteoactive surface of implants in case of adequate primary fixation of the cup substantially contribute to the quality of its osseointegration. Greater rigidity of fixation verified by pull-out tests enables to insert angular stable screws into the gaps in the proximal part of the cup. There is still room for improvement in treating the bone defect. The application of allogenic bone grafts into the defects and spaces between the ribs of the TC cup is more challenging than the use of augmentation in the systems with trabecular titanium. Based on the evaluation of CT scans, remodelling of the transplanted bone occurs, therefore the defect zone is reduced.

#### CONCLUSIONS

The oval-shaped uncemented cup – type TC meets the requirements placed on a state-of-the-art revision implant, moreover its specific construction helps improve the conditions where another re-operation of acetabulum is necessary. By evaluating mid-term to long-term results of non-homogenous group of 36 patients (38 cups) we have obtained data on joint function comparable to similar groups with revision uncemented implants presented in our and foreign literature.

**Key words:** revision oval-shaped cup, bone remodelling, pull-out tests, angular stable screws, computed tomography.

## ÚVOD

Vzhledem k narůstajícímu množství primárních implantací totálních náhrad kyčelního kloubu před námi již řadu let vyvstává problém zvyšující se incidence aseptického uvolnění. Revizní operace jsou téměř vždy rozsáhlým zásahem při odstranění původní endoprotézy s často složitým řešením ukotvení nového implantátu v defektní kostní tkáni. Volba typu implantátu by měla vždy odpovídat peroperačnímu nálezu a kvalitě kostní tkáně. Obecně jsou preferovány necementované typy endoprotéz. Vyjma sférického acetabula s minimální kostní destrukcí a případů závažné osteolýzy až pánevní diskontinuity, volíme revizní oválný implantát, který tvarově odpovídá destruovanému acetabulu. Oválná revizní jamka překlene kostní defekty a umožní při použití přídatných fixačních mechanismů dobrou stabilitu ve zdravé kosti. Od roku 2005 se oválná jamka – typ TC stala standardním revizním implantátem našeho pracoviště. Zcela atypicky, ve srovnání s jinými revizními systémy, využívá ve své proximální části žeber, která slouží k jejímu ukotvení do *os ilii* s možností snadné aplikace spongiózní kosti do mezižeberních prostorů za účelem zmenšení kostního defektu. V roce 2009 byla jamka modifikována na podkladě prvních klinických zkušeností a výsledků experimentální studie založených na „pull-out“ testech na kadaverózních bovinních kostech.

Na rozdíl od již dříve publikovaných krátkodobých výsledků a našich zkušeností s relativně novým typem implantátu je cílem práce prezentovat střednědobé až dlouhodobé výsledky a dokladovat splnění 4 základních kritérií kvalitního revizního implantátu: bezpečné překlenutí defektního acetabula po uvolnění předchozí acetabulární komponenty, docílení spolehlivé primární fixace revizní jamky, dosažení dobré sekundární stability s dokladovatelnou osteointegrací implantátu a prokázání remodelace transplantedované kostní tkáně v oblasti defektů a v prostorech mezi žebrý jamky.

## MATERIÁL A METODIKA

## Popis implantátu

Revizní oválná jamka – typ TC (TC/I) i operační postup byly podrobně popsány v 6. čísle 79. ročníku ACHOT (29). Modifikace přispěly k modernizaci im-

plantátu (TC/II) a dle našich předpokladů by měly vést ke zdokonalení primární a sekundární fixace jamky (obr. 1, 2, 3). Jejich výčet, viz níže:

**1. Redukce tloušťky pláště jamky, rozšíření plazmového nástřiku**

V původní verzi (TC/I) byla tloušťka pláště rovnoměrná. Nyní je minimální u dna a směrem k hornímu okraji se plynule zvětšuje. Důvodem úpravy je získání prostoru pro vytvoření zámku v plášti k uchycení distálního háku. Pro docílení dokonalejší osteointegrace implantátu byl rozšířen plazmový nástřik na konvexitě jamky směrem proximálním (k žebrování). Polyethylenová vložka je zapuštěna v plášti jamky o 2 mm níže než u TC/I. Dříve přesahovala nad okraj pláště o 4 mm, nyní jen o 0,5 mm.

**2. Inovace polyethylenové vložky a nový mechanismus jejího zajištění v plášti jamky**

Inlay je od roku 2007 vyráběna z „crosslinked“ vysokomolekulárního polyetyleny z důvodu snížení otěru. Pro zajištění stability vložky proti rotaci je její vnější obvod i vnitřní obvod pláště opatřen dvánáctihranem. Proti luxaci polyethylenové vložky byl v kotvící části ponechán pojistný drátek. Velikosti 56 a 64 mm umožňují použití hlavice s průměrem 32 mm.

**3. Úhlově stabilní fixační šrouby, nové délky standardních kortikálních šroubů**

Otvory v proximální části jamky (žebování) doplněné přídatným závitem pro zavedení úhlově stabilních šroubů průměru 4,5 mm a délky 25–55 mm s kortikálním závitem, samořeznou špičkou a zaváděcím šestihranem i nadále umožňují použití standardních kortikálních a spongiózních šroubů. Kortikální šrouby 4.5mm byly doplněny o délky 15 a 20 mm.

**4. Distální hák, držák pro uchycení háku a jeho zajištění**

Distální hák vyráběný ve 2 velikostech (L a S), vycházející konstrukčně z revizního modulárního systému RSC, je v plášti uchycen v rybinovité drážce a zajištěn pojistným šroubem. Pojistný šroub je zaváděn z vnitřní strany pláště. Otvor v plášti má závit pro zaslepovací šroub. Zavedení háku do foramen obturatum umožňuje zlepšení primární fixace implantátu. V případě aplikace endoprotézy bez háku lze drážku vyplnit kostními štěpy.



Obr. 1. Revizní oválná jamka – typ TC (pohled z vnější strany)



Obr. 2. Revizní oválná jamka – typ TC (pohled z vnitřní strany bez inlaye).



Obr. 3. Revizní oválná jamka – typ TC s distálním fixačním hákem.

## Metodika

V předoperačním období jsme stanovili indikační diagnózu, dále jsme zaznamenali věk, pohlaví, body mass index (BMI) a funkční stav kloubu- Harris hip score (HHS). Peroperačně jsme klasifikovali typ defektu acetabula dle Paproskyho, velikost revizního implantátu, kvalitu jeho primární fixace, množství a umístění šroubů a případné komplikace. V pooperačním období jsme sledovali pacienty při pravidelných ambulantních kontrolách za 1,5, 3, 6, 12 měsíců a dále periodicky po jednom roce. Vždy, krom první kontroly, byl proveden rentgenový snímek reimplantovaného kloubu ve 2 projekcích. Posuzovali jsme pooperační komplikace, postavení implantátu a fixačních šroubů (známky osteolýzy v okolí jamky a šroubů, stabilitu implantátu- radiolucenční zóny dle DeLeeho, popř. migraci). Osteointegraci revizní endoprotézy jsme zhodnotili digitální radiografií (rtg), remodelaci transplantované kostní tkáně počítačovou tomografií s redukcí artefaktů v jejím okolí (CT). CT vyšetření pacientů bylo provedeno na přístroji Aquilion 64 (Toshiba Medical Systems). Byl použit protokol v rámci místního radiologického standardu CT pracoviště FN Motol. Protokol byl modifikován z fixního nastavení mA na variantu modulovaného protokolu AEC pro snížení dávky, dále byl použit iterativní (bez hvězdicovitých artefaktů) způsob rekonstrukce obrazu (AIDR+) pro snížení dávky a redukcí artefaktů (průměrný rozsah skenování 225 mm, průměrný dávkový index byl 38,1 mGy, průměrná hodnota součinu dávky a délky vyšetřovaného pole 859,6 mGy x cm). Po ukončení akvizice byly automaticky generovány standardní axiální CT obrazy o rekonstruované tloušťce řezu 3 mm v kostním okně s šíří okna WW 2700 a středem okna WC 350 (konvoluční kernel FC 30) a se stejnými parametry byla automaticky generována koronární rovina. Pro diagnostické vyhodnocení byly generovány dva volumové datasety s těmito parametry: zdrojový (volumový) dataset pro vícerovinovou rekonstrukci-maximum intenzity projekce (MIP) s šířkou řezu (ST) 0.5 mm/Inc 0.3 mm s kernelem FC30 a zdrojový (volumový) dataset pro 3D zobrazení s ST 0.5 mm/Inc 0.3 mm a kernelem FC08. Oba datasety byly transferovány na pracovní stanici Vitrea 130 (Vital A Toshiba Medical Systeme Group Company) k vyhodnocení. Variabilní rozsah rekonstruovaných řezů pro eliminaci artefaktů byl pro MIP rekonstrukce v rozsahu 0,5–100 mm pro WS Vitrea a 0,4 mm (Interpol) – 80 mm pro vyhodnocovací konzoly CT přístroje. Pro 3D vizualizaci byl dále samostatně generován zdrojový dataset s parametry ST 1 mm/Inc. 0.5mm a kernelem FC 07 v režimu AIDR + (strong) a v kombinaci s funkcí Boost. Tento dataset byl použit k vizualizacím ve 3D na vyhodnocovací konzoly CT přístroje. Po segmentaci a případné manuální editaci byly uloženy dva prahové modely v rozsahu vysokých denzit – implantát a model v denzitním rozsahu skeletu a měkkých částí. Oba modely pak byly fúzovány a trimováním zobrazeny vrstvy obrazu. Metodou výběru tzv. register of interest po jejich zvětšení jsme stanovili v Hounsfieldových jednotkách denzitu kostní tkáně a prostorů v okolí jamky (-1000 až +1000: vysoké záporné hodnoty odpovídající

denzitě vzduchu, střední hodnoty vazivové tkáni, vysoké kladné hodnoty 800–1000 IU kompaktní kosti). V závěru studie po zhodnocení všech výsledků jsme stanovili Kaplanovu-Meierovu křivku přežití implantátu.

## Materiál

Od února 2004 do prosince 2010 jsme použili oválnou jamku – typ TC při revizní operaci totální náhrady kyčelního kloubu u 56 pacientů (u 2 oboustranně). V našem souboru 8 pacientů zemřelo (bez souvislosti s operací kyčelního kloubu, při poslední klinické kontrole 5–9 let po operaci bez známek uvolnění implantátu), 5 se ke kontrole nedostavilo. Jedenkrát došlo k vylomení jamky následkem těžkého úrazu 18 měsíců po revizní operaci, u 2 jedinců jsme byli nuceni řešit aseptické uvolnění acetabulární revizní komponenty. Dvakrát jsme zaznamenali septické uvolnění implantátu. Ze souboru byli vyřazeni 2 operanti – po prodělané CMP s výrazným neurologickým postižením na operované dolní končetině a po amputaci kontralaterální končetiny na podkladě diabetu. Od prosince 2015 do ledna 2016 jsme zhodnotili 36 pacientů s průměrným follow-up 8,2 roku (rozmezí 5,1–11,6 roku po reimplantaci, nad 10 let 16 operantů). Soubor tvořilo 23 žen a 13 mužů (u 2 pacientů operovány oba kyčelní klouby). Věkový průměr v době reimplantace odpovídal 67,5 roků (41–81 let). V 19 případech byl operován levý kyčelní kloub, ve stejném počtu pak pravý. V převážné většině bylo indikací aseptické uvolnění cementované jamky, u 6 pacientů dvojdobá reimplantace pro hluboký infekci.

Všechny revizní operace byly provedeny v poloze pacienta na zádech. K výměně jamky jsme zvolili 27krát Bauerův přístup, dále pak modifikovaný Watsonův-Jonesův přístup.

Typy defektů jsme posuzovali peroperačně dle Paproskyho klasifikace: 2A (u 3 pacientů), 2B (10x), 2C (15x), 3A (9x) a 3B (u jednoho pacienta). Nejčastěji použitou velikostí implantátu byla 64/76 v 12 případech, následně pak 56/68 v 9 případech, 56/74 u 8 pacientů, velikosti 50/62 u 5 pacientů, 64/82 ve 4 případech (50/68 použita nebyla). Polyetylenovou výplň s offsetem 10 stupňů jsme využili 22krát. Průměrný počet aplikovaných šroubů byl 3,6 (1–6, převážně 3 a 4). Femorální komponenta byla nahrazena současně s novou revizní jamkou u 21 jedinců. Press-fit fixace implantátu jsme dosáhli v 10 případech, ani v jednom jsme však nenašli odvahu nepoužít fixační titanové šrouby. Mleté kostní štěpy jsme u všech jedinců impaktovali do kavitárních defektů a do prostorů mezi žebry TC jamky. Operační zákroky provádělo 6 operátů.

## VÝSLEDKY

Byl zhodnocen soubor 36 pacientů (38 jamek) s průměrnou dobou sledování 8,2 roku. BMI vzrostl z předoperační průměrné hodnoty 27,91 na 28,38. Peroperačně jsme žádné komplikace nezaznamenali, primární fixace implantátu po aplikaci přídatných fixačních šroubů byla vždy zcela dostatečná. U jednoho pacienta došlo k transienční femorální neuropraxii s postupným odezněním příznaků.



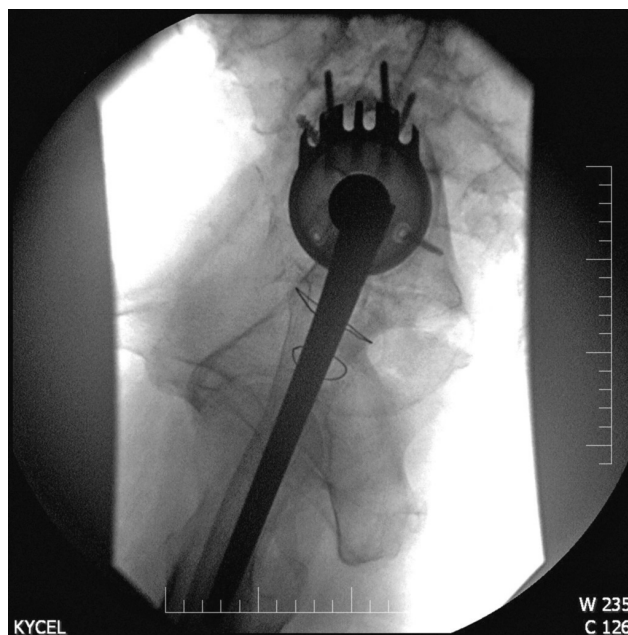
Tab. 1. Hodnocení výsledků operace podle hodnoty HHS

Hodnocení HHS	Předoperační	8,2 let po operaci
Výborný (90–100)	0	8
Dobry (80–90)	0	21
Uspokojivý (70–80)	8	6
Špatný (pod 70)	30	3

Průměrná hodnota HHS vzrostla z 39,5 bodu na 84,5 bodu. Předoperačně byl stav kyčelního kloubu hodnocen 30x jako špatný, u 8 operantů jako uspokojivý. V období závěrečného hodnocení 8 pacientů dosáhlo výborného výsledku (21 %), u 19 osob byl stav kloubu velmi dobrý (u 2 operantů oboustranně) (55,3 %), u 6 uspokojivý (15,8 %) a u 3 špatný (7,9 %) (tab. 1).

Podle rtg došlo jedenkrát k proximálnímu posunu jamky při defektním acetabulu typu 3B dle Paproskyho s prokazatelnou osteolýzou v okolí implantátu i všech šroubů. Vzhledem ke špatnému celkovému stavu byl další operační zákrok kontraindikován. Po opakovaných infekcích horních cest dýchacích po vzniku píštěle jsme se museli spokojit s ošetřováním kontrolovaného infektu. Dvakrát (jedenkrát po úrazu) jsme zaznamenali přerušení kontinuity obou proximálně zavedených šroubů bez prokazatelné migrace implantátu. U 27 pacientů byla osteointegrace revizní jamky dobrá (u 2 oboustranně) (obr. 4), v 8 případech s radiolucentní linií 2–4 mm v zóně III dle De Leea. Periacetabulární osteolýzu jsme digitální radiografií neprokázali.

Statické ani dynamické rentgenové vyšetření s cílením paprsků na mezižební prostory nám vzhledem k sumaci obrazu se střevní náplní a okolní kostní tkání neumožnilo objektivně zhodnotit remodelaci kosti v okolí implantátu (obr. 5). Moderní technologické a softvérové vybavení počítačové tomografie je v tomto směru podstatně přínosnější. Informovaný souhlas s CT vyšetřením pánve podepsalo 25 pacientů našeho souboru. Vždy jsme prokázali remodelaci kostní tkáně v prostoru mezi žebry implantátu (obr. 6), přítomnost kostních cyst charakteristických pro aseptické ulvolnění TC jamky nebyla zaznamenána (pouze v okolí cementovaného implantátu 2. kyčelního kloubu), kostní defekty po aplikaci autologní



Obr. 5. Skiaskopie s centrací paprsků do oblasti žeber TC jamky (sumace s páteří).

spongioplastiky byly u sledovaných pacientů prostavěny (obr. 7). U 6 pacientů jsme ve shodě s rentgenovým nálezem potvrdili vrůst vazivové tkáně v rozmezí 2–4 mm v oblasti distální části konvexity jamky.

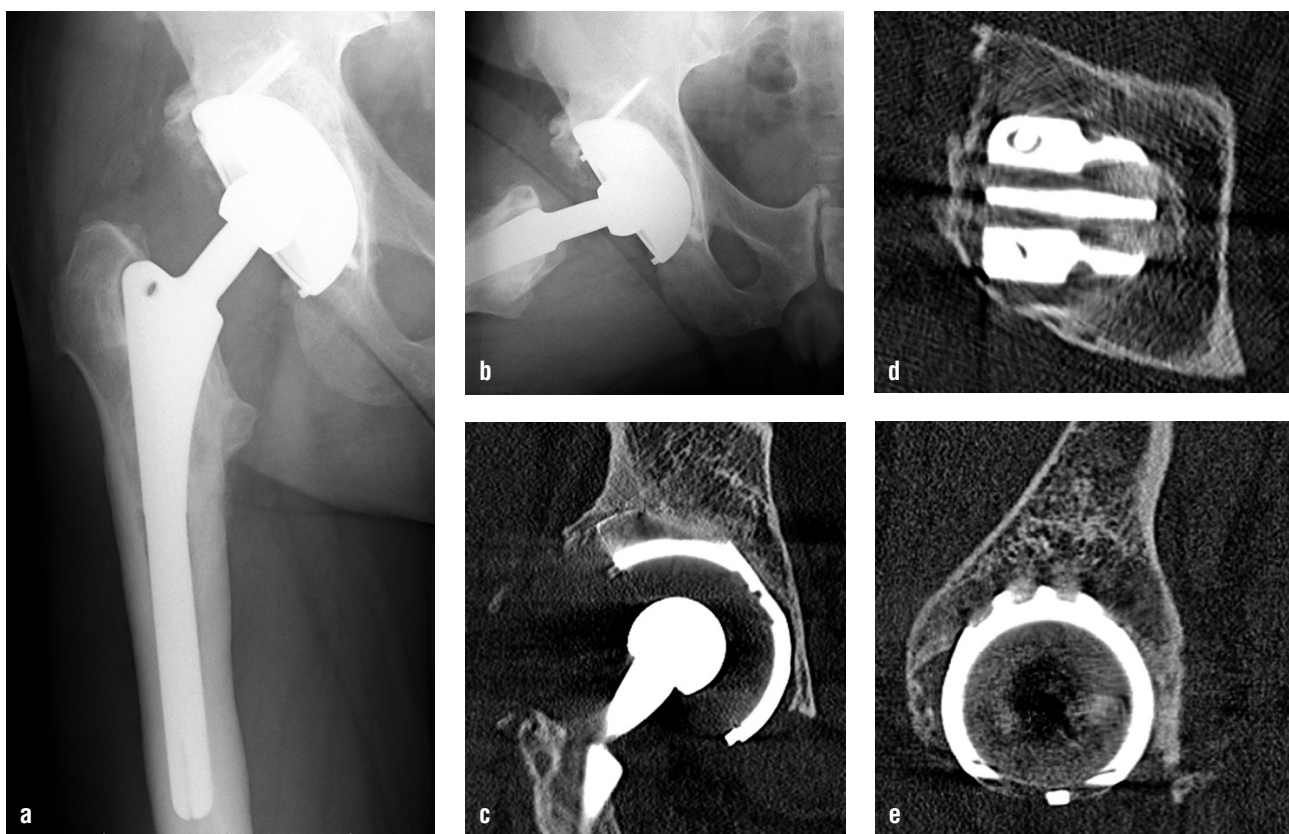
Průměrné přežívání revizní oválné jamky (typ TC) s časovým odstupem 8,2 roku po reimplantaci dle Kaplanovy-Meierovy analýzy dosahovalo hodnoty 91,4 % (graf 1).

## DISKUSE

Počet revizních operací kyčelního kloubu vzhledem k nižšímu věku pacientů podstupujících primární implantaci stále narůstá. Obecně platí konsensus, že uvolněný cementovaný implantát by měl být nahrazen implantátem necementovaným (30), jehož typ a tvar by měl vždy odpovídat peroperačnímu nálezu a kvalitě kostní tkáně.



Obr. 4. a – uvolněná cementovaná jamka TEP levého kyčelního kloubu, b – stav po implantaci oválné TC jamky s dobrou osteointegrací.



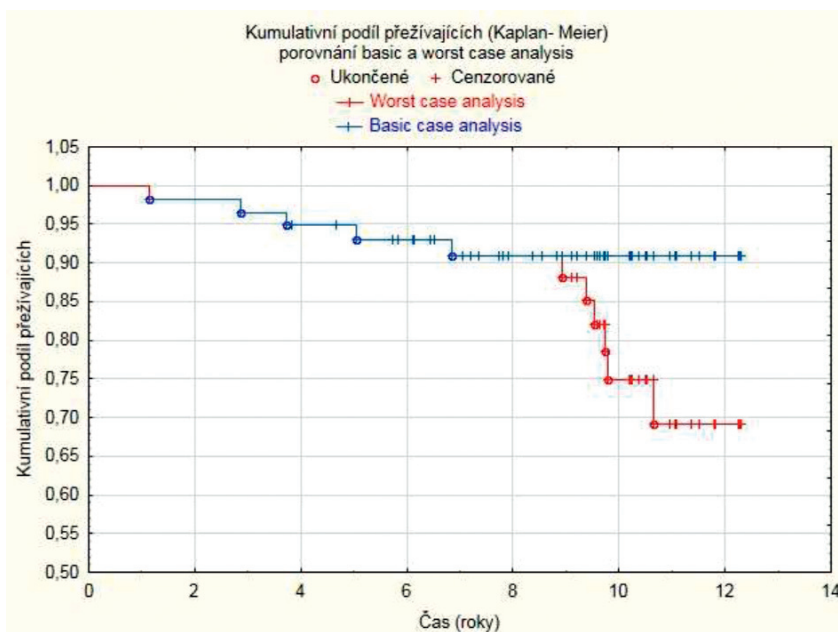
Obr. 6. a – TC jamka v AP projekci s dobrou osteointegrací, b – axiální projekce, c – CT s patrnou remodelací kosti v oblasti mezi žebry jamky v koronární rovině, d – sagitální rovina, e – transverzální rovina.

Spolehlivé primární fixaci významně napomáhá při revizní operaci pečlivé odstranění nekrotických tkání. Dle Götze by měl povrch implantátu bez použití kostního cementu dosahovat kontaktu s původním kostním lůžkem

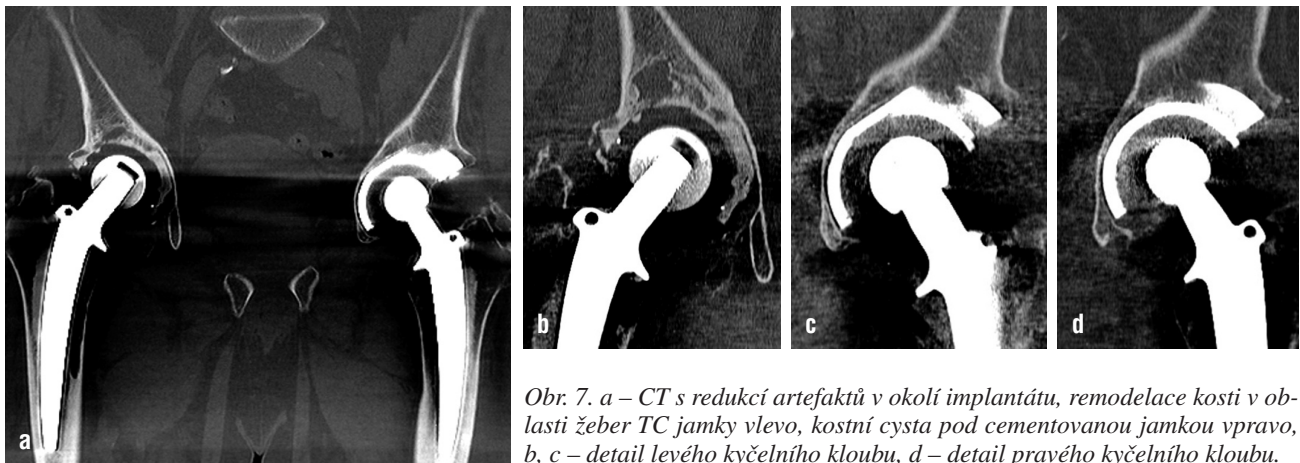
alespoň z 50 % (12). Paproskyho klasifikace nám dovoluje stanovit operační taktiku. Standardní necementované implantáty s osteoaktivním povrchem lze zvolit při zachování předního a zadního pilíře acetabula (IIA a IIB dle Paproskyho). Od typu IIC je nutné řešit i proximální aspekt acetabula použitím strukturálního kortikospongiozního štěpu se sférickou necementovanou jamkou (21) nebo volbou oválné revizní jamky odpovídající tvaru defektního acetabula (15). Typ IIIB je spjat s vyšším rizikem uvolnění revizní jamky (4), optimálním řešením se zdá být augmentovaný cementovaný implantát (Burch-Schneiderova dlaha). K metodám „jumbo cup“ a „high hip center“ se stavíme velmi zdrženlivě. „Jumbo cup“ lze dle Camerona implantovat v případech, kde vertikální rozměr defektního kostního lůžka nepřesáhne anteroposteriorní více než o 1 cm (3). Metoda „high hip center“ vede dle většiny autorů k předčasnému uvolnění implantátu.

Zavedení oválných revizních jamek do klinické praxe od 80. let 20. století vedlo k podstatnému zlepšení výsledků revizních operací. Jejich kon-

Graf 1







Obr. 7. a – CT s redukcí artefaktů v okolí implantátu, remodelace kosti v oblasti žeber TC jamky vlevo, kostní cysta pod cementovanou jamkou vpravo, b, c – detail levého kyčelního kloubu, d – detail pravého kyčelního kloubu.

strukce umožňovala menší kostní resekci s obnovením anatomického centra rotace. DeBoer a Christie dosáhli při použití systému S-ROM průměrné hodnoty HHS 91 bodů s odstupem 4,5 roku po reimplantaci (8). Chen, Eng a kol. při defektním acetabulu IIB, IIC a IIIA dle Paproskyho referovali o 96% pětiletém přežití oválných jamek (5). Cameron nezaznamenal ani jeden případ uvolnění a dosáhl s S-ROM velmi dobrých střednědobých výsledků. Velmi dobrých, a to i dlouhodobých výsledků bylo dosaženo na řadě evropských pracovišť při řešení velkých kostních defektů s použitím Lang-Ovale Revisionspfane (LOR). Koster a Willert uvádějí v souboru 109 kyčelních kloubů přežití 98,1 % v horizontu 8 let (14, 15), Civinini a kol. 53 pacientů s průměrnou hodnotou HHS 79 bodů s odstupem 5–10 let po revizní operaci (6). V České republice výrazně dominovala v revizní endoprotetice jamka Medin ovál konstrukčně vycházející z Willertovy LOR s titanovým povrchem obohacným o mikrovrstvu hydroxyapatitu. Landor a kolektiv hodnotili šestnáctileté zkušenosti s 267 revizními operacemi a srovnávali úroveň přežití LOR versus Medin ovál (MO). Dle Kaplanovy-Maierovy analýzy byla statisticky mírně vyšší úroveň přežití prokázána u jamky české provenience (16). Fousek a Vašek v souboru 78 pacientů s průměrnou dobou sledování 63 měsíce udávali dobrou osteointegraci MO u 74 pacientů, průměrný výsledek HHS 82 bodů (10).

Vývoj revizní oválné jamky typ TC byl firmou Beznoska zahájen v březnu 2003 v návaznosti na úspěšnou sférickou necementovanou jamku (typ SF), která zcela nahradila konstrukčně kontroverzní necementovanou jamku typu Beznoska. Primární fixaci jamky typu Beznoska zajišťovaly povrchové trny konvexity impaktované do dna vyfrézovaného acetabula. Typ SF byl navržen na základě četných zkušeností s úspěšnými necementovanými zahraničními náhradami s press-fit fixací (9, 20). Minimálně 5 let po primární implantaci byly prokázány velmi příznivé střednědobé klinické výsledky při dodržení správné operační techniky, volby vhodné velikosti implantátu a omezení zatížení endoprotézy během její osteointegrace (26). Oválná revizní jamka typu TC byla poprvé použita na Ortopedické klinice dětí a dospělých 2. LF UK v Motole

v dubnu 2004 v rámci klinického zkoušení. Prvých 10 operantů bylo pečlivě sledováno Státním ústavem pro kontrolu léčiv dle přísných pravidel klinické studie. Následně se stala na našem pracovišti standardním implantátem.

Pokud není fixace jamky dostatečně rigidní, dochází mezi implantátem a kostním lůžkem k mikropohybům za tvorby vazivové tkáně mající za následek jeho selhání. Proto jsme v průběhu výzkumu v rámci rozšíření možností fixace navrhli aplikaci úhlově stabilních šroubů do proximálních otvorů jamky. V experimentální části studie založené na trhacích (pull-out) zkouškách TC jamek zavedených do kadaverózních bovinních pánevních kostí jsme chtěli ověřit kvalitu fixace jamky úhlově stabilními šrouby versus šrouby konvenčními. Dále jsme chtěli ověřit rigiditu fixace implantátu při použití pouze 2 šroubů zavedených proximálně do kosti kyčelní a 4 šroubů (2 do kosti kyčelní a 2 do kosti sedací a stydké). Z výsledků experimentu vyplývá, že úhlově stabilní šrouby umožňují pevnější fixaci než šrouby konvenční, 4 šrouby ukotvené do zdravé kostní tkáně zabezpečí větší rigiditu než šrouby dva (sklon křivky byl úměrný celkové tuhosti spojení) (28). Vzhledem k ukotvení úhlově stabilních šroubů nedochází k přetěžování jednoho šroubu a po jeho selhání postupně každého dalšího šroubu, tak jak je tomu u šroubů konvenčních. Zátěž je přenášena na všechny šrouby, k selhání uchycení dochází při působení větších sil projevujících se plastickou deformací šroubů (poruchou materiálu), ne jejich uvolněním z vazby na kost. Pull-out testy jsou nejčastěji předmětem prací v oboru stomatochirurgie a spondylochirurgie, v ortopedii jsou zmiňovány vzácně. Panner v ústním sdělení z roku 2008 popisoval primární fixaci pressfitových necementovaných acetabulárních komponent zavedených do polyuretanové pěny. Trhací zkoušky prokázaly nejlepší stabilitu u jamky AnaNova (stabilizující křídla). Hugate a kol. v biomechanické studii na 8 kadaverózních pánvích srovnávali fixaci standardní sférické necementované press-fit jamky při použití konvenčních a úhlově stabilních šroubů. Fixace úhlově stabilními šrouby je rigidnější a umožňuje řešení složitějších situací, a to i v revizní endoprotetice (13). V traumatologii se v posledních

letech hojně diskutují indikační kritéria pro aplikaci úhlově stabilních dlah. Mezi podstatné výhody náleží minimalizace destrukce poškozené kosti a měkkých tkání v jejím okolí, dále možnost konvergentního a divergentního zavedení fixačních šroubů v terénu defektní a osteoporotické kosti (24). Nerespektování základních pravidel biomechaniky může vést díky výrazné rigiditě těchto systémů i k jejich selhání. Ruptura proximálních fixačních šroubů u 2 oběžných pacientů našeho souboru může být toho důkazem.

Velmi důležitým faktorem pro sekundární fixaci jamky je její povrch. Nejmodernějším je bezesporu trabekulární titan (event. tantal). Hlavními vlastnostmi těchto kovů jsou vysoká porozita, pevnost, odolnost proti korozi a vysoký koeficient tření (19). Díky osteoinduktivním a osteokonduktivním vlastnostem dochází k rychlému vrůstu kostní tkáně. Společně s modularitou celého systému zabezpečují ideální podmínky pro kvalitní primární stabilitu a spolehlivou osteointegraci jamky i ve výrazně defektním acetabulu (2, 7, 25). Augmenty s trabekulárním titanovým povrchem na rozdíl od transplantované allogenní kostní tkáně nepodléhají regresi. Při dostatečné fixaci revizní acetabulární modulární komponenty šrouby tyto implantáty vykazují příznivější krátkodobé až střednědobé výsledky než klasické oválné jamky s titanovým nástřikem. Nevýhodou je vysoká cena a nesrovnatelně náročnější řešení při nutnosti jejich extrakce.

Objektivně prokázat míru remodelace kostní tkáně v okolí kovového implantátu je bez provedení revizní operace velmi obtížné. Prostá skiaskopie a skiografie s centrací paprsků do oblasti žeber naráží na problém sumace s pávní a břišními orgány. CT vyšetření má výrazně vyšší senzitivitu. Vhodným nastavením přístroje jsou minimalizovány artefakty v okolí kovových komponent (27). Spolehlivě lze z jednotlivých řezů ve 2–3 rovinách prokázat osteolytická ložiska v okolí acetabula, dále pak odlišit vazivovou mezivrstvu od případných artefaktů v okolí implantátu (11). Sandgren a kol. hodnotili známky periacetabulární osteolýzy v souboru 206 pacientů s odstupem 10 let od primoimplantace endoprotézy kyčelního kloubu po provedení CT vyšetření a digitální tomografie. CT vyšetření prokázalo malé až významné osteolytické změny skeletu ve 184 případech, tomografie ve 14 případech (23). Vzhledem k softvérovým možnostem přístroje Aquilion 64 nebylo možné použít nejnovější aplikace pro eliminaci artefaktů z kovových implantátů. V blízké budoucnosti lze počítat s využitím iterativních rekonstrukcí AIDR 3D v kombinaci s iterativní rekonstrukcí SEMAR (Single Energy Metal Artefact Reduction) pracujících v surových datech (RAW) pro dosažení maximální redukce artefaktů z kovů nejen v oblasti kyčle, ale i dalších kloubních náhrad skeletu (1, 17, 18, 22). I přes tuto skutečnost je námi provedená technika plně dostačující pro prokázání remodelace kostní tkáně v okolí implantátu i pro podchycení známek uvolnění totální náhrady nebo revizního implantátu kyčelního kloubu, kdy včasným výkonem můžeme předejít těžké destrukci acetabula.

## ZÁVĚR

Na základě výsledků experimentální i klinické části studie oválná jamka typu TC splňuje hlavní požadavky kladené na moderní revizní implantát.

- Peroperačně bylo vždy docíleno bezpečného překlenutí kostních defektů po jejich důkladném ošetření kostními štěpy. V peroperačním ani v pooperačním období jsme se nesetkali s netraumatickým vylomením nebo nestabilitou implantátu, což je důkazem spolehlivé primární fixace podmíněné konstrukcí jamky a zavedením přídatných fixačních šroubů.
- Zpracování naměřených dat z experimentální části studie potvrzuje předpokládanou hypotézu, že užití úhlově stabilních šroubů v proximální části implantátu významně přispívá k pevnější fixaci. Rigidnější fixace implantátu umožňuje v revizní endoprotetice řešení složitějších nálezů i při značné osteoporóze skeletu. Kvalitní primární fixace endoprotézy přímo podmiňuje i fixaci sekundární, tedy osteointegraci. Nadměrná rigidita však může souviset u oběžných pacientů z dlouhodobého hlediska s rizikem přerušení kontinuity fixačních šroubů.
- CT vyšetření s redukcí artefaktů v okolí kovového materiálu u pacientů našeho souboru jednoznačně prokázalo remodelaci transplantované kostní tkáně v oblasti původních kostních defektů i mezi žebry proximální části implantátu. Konstrukce oválné jamky typu TC přispívá díky prokázané remodelaci kostní tkáně ke zlepšení podmínek při nutnosti další výměny implantátu.

## Literatura

1. Altman A, Carmiri R. A double-layer detector dual-energy CT- principles, advantages and applications. *Med Phys.*, <http://dx.doi.org/10.1118/1.3182434>, 2009;36:2750.
2. Beckmann NA, Weiss S, Klotz MC, Gondan M, Jaeger S, Bitsch RG. Loosening after acetabular revision :comparison of trabecular metal and reinforcement rings. A systemic review. *J Arthroplasty*. 2014;29:229–235.
3. Cameron HU. Cavity-filling components:when round isn't right. *Orthopedics*. 2001;24: 879–880.
4. Cameron HU, Smula V. Use of oblong socket in hip revision surgery. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 1997;66:7–9.
5. Chen WM, Engh CA Jr, Hoppert H Jr, Mc Auley JP, Engh CA. Acetabular revision with use of a bilobed component inserted without cement in patients who have acetabular bone-stock deficiency. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:197–206.
6. Civinini R, Capone A, Carulli C, Villano M, Gusso MI. Acetabular revision using a cementless oblong cup:five to ten year results. *Int Orthop*. 2008;32:189–193.
7. Davies JH, Laflamme GY, Delisle J, Fernandes J. Trabecular metal used for major bone loss in acetabular hip revision. *J Arthroplasty*. 2011;26:1245–1250.
8. DeBoer DK, Christie MJ. Reconstruction of the deficient acetabulum with an oblong prosthesis:three- to seven-year result. *J Arthroplasty*. 1998;6:674–680.
9. Engh CA Jr, Engh CA, Culpepper WJ. Long term results of AML system. *Sicot meeting, Amsterdam*, 1996, pp 692.
10. Fousek J, Vašek P. Oblong cup in the management of aseptic loosening of the acetabular component in total hip replacement. *Scand J Surg*. 2007;96:319–324.

11. Garcia-Cimbrelo E, Tapia M, Martin-Hervac C. Multislice computed tomography for evaluating acetabular defects in revision THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;463:138–143.
12. Götz C, Sippel C, Senft G, Steinbeck J. Limits in cementless hip revision total hip arthroplasty. Midterm experience with an oblong revision cup. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2003;41:182–189.
13. Hugate RR, Dickey ID, Chen WQ, Wood CM, Sim FH, Rock MG. Fixed-angle screws vs standard screws in acetabular prosthesis fixation: a cadaveric biomechanical study. *J. Arthroplasty.* 2009;24:806–814.
14. Köster G, Randings S. Revision of failed acetabular components utilizing a cementless oblong cup: an average 9-year follow up study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;5:603–608.
15. Köster G, Willert HG, Koulet HP, Doplena KJ. An oblong revision cup for large acetabular defects: Design rationale and two- to seven-year follow-up. *Arthroplasty.* 1998;13:559–569.
16. Landor I, Vavřík P, Jahoda D, Pokorný D, Popelka S, Sosna A. Oválné implantáty v problematice revizí totálních náhrad kyčelního kloubu. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2009;76:462–472.
17. Lee H, Parka KK, Song HT, Kim S, Suh JS. Metal artefact reduction in gemstone spectral imaging dual-energy CT with and without metal artefact reduction software. *Eur Radiol.* 2012;22:1331–1340.
18. Li B. Dual-energy CT with fast-kVp switching and its applications in orthopedics. *OMICS. J Radiology.* 2013;2:1–8.
19. Marin E, Fedrizzi L, Regis M, Pressacco M, Zagra L, Fusi S. Stability enhancement of prosthetic implants: friction analysis of Trabecular Titanium™. *Hip International.* 2012;22:427–428.
20. Martell JM, Pierson RH 3<sup>rd</sup>, Jacobs JJ, Rosenberg AG, Maley M, Galante JO. Primary total hip reconstruction with titanium fiber-coated prosthesis inserted without cement. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;55:554–571.
21. Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 1994;9:33–44.
22. Richard S, Siewerdsen JH. Optimization of dual-energy imaging systems using generalized NEQ and imaging task. *Med Phys.* 2007;34:127–139.
23. Sandgren B, Crafoord J, Garellick G, Carlsson L, Weidenhielm L, Olivecrona H. Computed tomography vs. digital radiography assessment for detection of osteolysis in asymptomatic patients with uncemented cups: a proposal for a new classification system based on computer tomography. *J Arthroplasty.* 2013;28:156–163.
24. Sommer C. Biomechanics and clinical application principles of locking plates. *Suomen Ortopedia ja Traumatologia.* 2006;1:20–24.
25. Šteňo B, Kokavec M, Nečas L. Acetabular revision arthroplasty using trabecular titanium implants. *Int Orthop.* 2015;39:389–395.
26. Šťastný E, Trč T, Handl M, Frýdl J, Kopečný Z. Střednědobé výsledky a naše zkušenosti s necementovanou endoprotézou kyčelního kloubu typu S.F. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2009;76:487–494.
27. Šťastný E, Trč T, Handl M, Kos P, Kautzner J, Philippou T, Lisý J. Mid-term results of revision total hip arthroplasty using the oval-shaped uncemented Trč-Cingr cup. *Int Orthop.* 2014;38:935–940.
28. Šťastný E, Trč T, Matěj D, Sekerka M. Srovnání primární fixace TC revizní oválné jamky při použití úhlově stabilních a běžných šroubů. *Ortopedie.* 2012;5:211–214.
29. Trč T, Šťastný E. Použití oválné TC jamky při revizních operacích totálních náhrad kyčelního kloubu. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012;79:506–511.
30. Weber KI, Callaghan JJ, Goetz DD. Revision of a failed cemented total hip prosthesis with insertion of an acetabular component without cement and a femoral component with cement. A 5-8 years follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;78:982–994.

**Korespondující autor:**

as. MUDr. Eduard Šťastný, Ph.D.

Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie

2. LF UK a FN v Motole

V Úvalu 84

150 18 Praha 5

E-mail: stastnyed@seznam.cz