

Zhodnocení reпозиčních schopností expandibilního stentu při ošetření osteoporotických zlomenin Th/L páteře

Assessment of Reduction Abilities of an Expandable Stent in Treating Osteoporosis-Related Fractures of Th/L (Thoracolumbar) Spine

M. KELBL^{1,2}, J. KOČIŠ^{1,2}, T. KOČIŠ³, R. VESELÝ^{1,2}, L. PAŠA^{1,2}

¹ Klinika traumatologie Lékařské fakulty Masarykovy Univerzity v Brně

² Úrazová nemocnice v Brně

³ Ortopedické oddělení Nemocnice Sv. Zdislavy, Mostiště

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The method of stabilising the osteoporosis-related spinal fractures using an expandable stent (vertebral body stent – VBS) and bone cement is generally accepted for its minimal invasiveness, a low risk of complications and confirmed analgesic effect. The efficiency of reduction of a compressed vertebra is, however, still discussed in the literature. Our hypothesis was that the stent expansion in the vertebral body can achieve a statistically significant reduction in the anterior, middle and posterior part of the vertebra.

MATERIAL AND METHODS

The patients in whom the VBS technique was used to treat an osteoporosis-related fracture of Th/L spine in the period 2010–2014 were included in the study, namely 29 patients with 31 treated fractures. The following radiographic parameters were monitored – anterior, middle and posterior vertebral body height, kyphotic angle between the upper and lower endplates of the vertebral body. Also, the radiation burden, painfulness according to VAS score and occurrence of complications were monitored. The minimum follow-up was 12 months.

RESULTS

The mean height of the anterior part of the vertebral body before the surgery, on the 1st postoperative day and at 6 weeks, 3 months, 6 months and 12 months was 23.5/25.4/23.9/23.6/23.6 mm respectively. The mean height of the middle part of the vertebral body at the same intervals was 17.9/24.0/23.4/22.9/22.9/22.9 mm. The mean height of the posterior part of the vertebral body was 29.6/29.8/29.4/29.3/29.2/29.2 mm. The kyphotic angle between the endplates of the vertebral body was 8.6/5.3/7.4/7.9/8.0/8.0°. The mean VAS values were 8.2/2.4/2.0/1.9/1.8/1.7. The mean duration of surgery was 54.3 minutes. The mean time of fluoroscopy was 33.4 s. The mean radiation dose was 443.1 cGy/cm². The observed complications comprised 2 cases of dilatation balloon rupture, one case of a failure to expand the stents in a healed fracture due to incorrect indication. In total, four cases of cement leakage outside the vertebral body were reported, always with no clinical response.

DISCUSSION

All the authors agree that the method brings immediate analgesic effect, comparable to kyphoplasty or vertebroplasty. In our cohort, good reduction ability of the implant in the middle part of the vertebral body was confirmed. This has been confirmed also by other authors. Nonetheless, at a longer time interval the loss of correction was observed, which was reported only by Hartmann (5). The other authors mostly did not take into account the longer-term outcomes.

CONCLUSIONS

The hypothesis that the stent is capable of a statistically significant reduction in the anterior, middle and posterior portion of the vertebral body was only partially confirmed. A statistically significant reduction was seen only in the middle portion of the vertebral body. In the anterior portion of the vertebral body the reduction was demonstrable only immediately after the surgery, while the later follow-up checks revealed the loss of correction. The statistically significant improvement of the kyphotic angle between the endplates of the injured vertebra was also seen only on the first postoperative radiographs and at later follow-up checks the improvement was no more significant. The change in the height of the posterior portion of the vertebral body was not statistically significant at any of the follow-up intervals.

Key words: osteoporosis, vertebral fracture, vertebral body augmentation, stentoplasty, vertebral body stent.

ÚVOD

Jedním z posledních vývojových stupňů mezi minimálně invazivními metodami používanými k ošetření osteoporotických zlomenin páteře je stentoplastika. Podstatou je, stejně jako u kyfoplastiky, rozvinutí obratlového těla

pomocí balónu. Současně s balónem je však rozvinut i expandibilní stent, který zůstává trvale in situ. Výhodou je zabránění sekundárnímu kolapsu dutiny vytvořené roztaženým balónkem po jeho desuflaci a vyjmutí po dobu, než dojde k injektáži cementu (16, 20). Metoda je všeobecně akceptována pro svou miniinvazivitu, malé

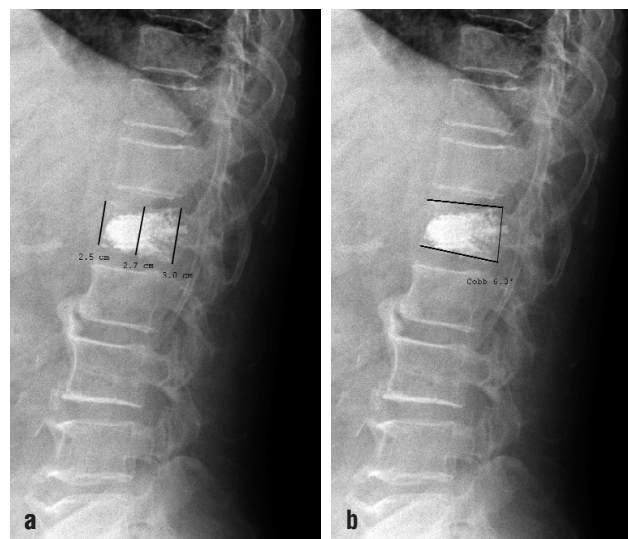
riziko komplikací a prokazatelný analgetický efekt. Efektivita repozice poraněného obratlového těla je v literatuře nadále diskutována.

MATERIÁL A METODIKA

V naší práci retrospektivně hodnotíme soubor pacientů operovaných na našem pracovišti pro zlomeninu Th/L páteře technikou VBS (VBS, DePuy Synthes, West Chester, PA, USA). Pacienti byli k operaci indikováni na základě typu zlomeniny, bolesti dle škály VAS a časovém odstupu od vzniku zlomeniny. K operaci jsme neindikovali pacienty v celkově nevyhovujícím interním stavu, který neumožňoval zákrok v celkové anestezii. Zahrnuti byli pouze pacienti bez neurologické symptomatologie. Všichni pacienti byli vyšetřeni pomocí klasického rtg snímku ve dvou rovinách a pomocí CT včetně 2D rekonstrukcí v rovině frontální, sagitální a horizontální. Dle typu zlomeniny byli v souboru pacienti především s kompresivními zlomeninami typu A1, A3 a vybraní pacienti se zlomeninami typu A2, což však již považujeme za hraniční indikaci. Maximální časový odstup od úrazu, kdy jsme ještě indikovali operaci, jsme stanovili na 6 týdnů. Velmi důležitým kritériem byla bolest. V případě pacientů se zlomeninami s minimální kompresí a kyfotickou deformitou, dobře reagujících na konzervativní analgetickou terapii, operace nebyla indikována. V případě značné bolesti, limitující vertikalizaci a mobilitu pacienta (přetrvávající VAS 6 a více bodů) jsme se naopak přikláněli k operačnímu řešení. Věk pacientů nepředstavoval jednoznačné indikační kritérium. Obecně jsme neindikovali pacienty mladší než 50 let. Nicméně tato hranice nebyla zcela striktně stanovena, každý pacient byl posuzován individuálně a bylo přihlíženo spíše k biologickému stáří.

Všechny pacienty jsme standardně operovali v celkové anestezii v pronační poloze. Všichni pacienti byli profylakticky zajištěni jednorázovou dávkou antibiotik i.v. Standardní operační postup byl v literatuře opakovaně popsán a neliší se od předepsaných pokynů výrobce. Pacientovi povolujeme časnou vertikalizaci, jakmile odezní účinky celkové anestezie. Dodatečnou fixaci v podobě bederního pásu či tříbodového korzetu nepoužíváme. Jakmile poleví akutní bolesti a pacient je schopen samostatné chůze, včetně chůze po schodech, je propuštěn do domácího ošetřování.

Pacienti byli následně sledováni ambulantně v intervalech 6 týdnů, 3, 6, 12 měsíců a dále 1x ročně po operaci. Při každé návštěvě byly zhotoveny standardní rtg snímky ve 2 projekcích. Z rentgenologických kritérií jsme posuzovali morfologické parametry zlomeného obratle – měřili jsme výšku přední hrany obratlového těla, výšku střední části obratle, výšku zadní hrany a úhel mezi horní a dolní krycí plotnou obratlového těla. K měření byly použity standardní měřicí nástroje z naší používané softwaru X-Vision. Vzdálenosti byly měřeny s přesností na 1 mm, velikost úhlů s přesností na 0,1°. Schematické znázornění způsobu měření jednotlivých hodnot viz obrázky 1a–b. Všechny parametry byly hodnoceny předoperačně, bezprostředně po operaci



Obr. 1. a – schematické znázornění způsobu měření výškových parametrů obratlového těla; b – schematické znázornění způsobu měření úhlu krycích ploch obratlového těla.

a dále na každé ambulantní kontrole ve výše uvedených intervalech. Statistická významnost změn jednotlivých parametrů byla hodnocena párovým t-testem.

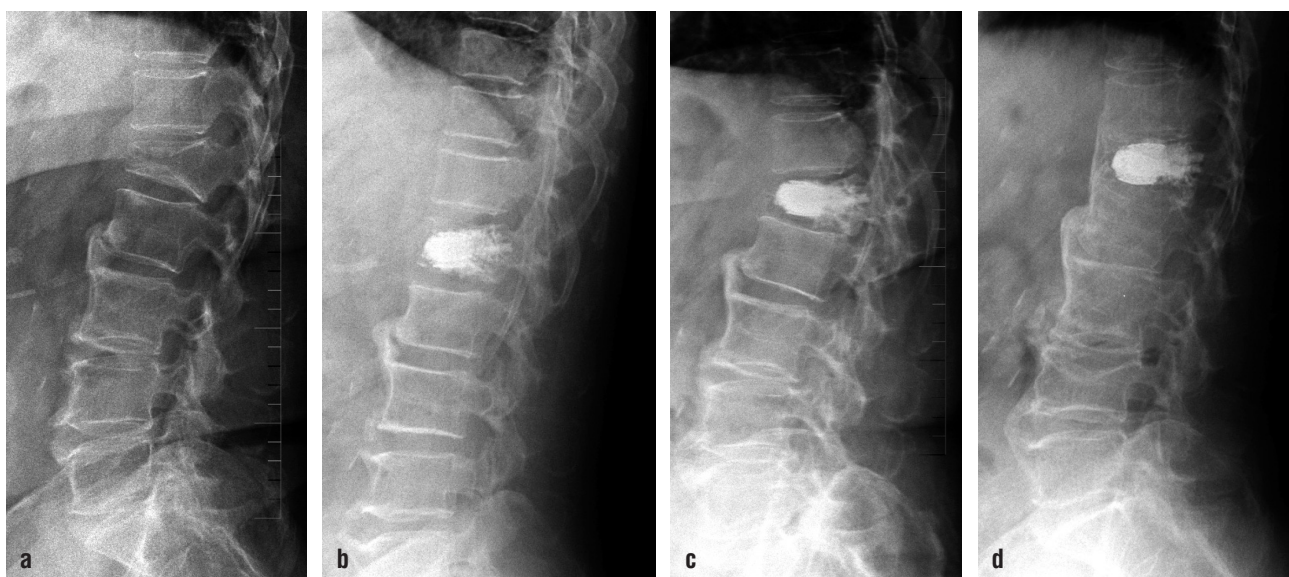
Z dalších kritérií jsme sledovali operační čas, dobu osvitů rtg zesilovačem, dávku záření a bolest dle VAS.

Soubor pacientů

V letech 2010 až 2014 jsme techniku VBS použili u 35 pacientů. Ošetřeno bylo celkem 37 obratlových těl v průběhu 36 operací. U jednoho pacienta jsme ošetřili 2 etáže současně a jedné pacientky jsme ošetřili 2 zlomeniny vzniklé při 2 úrazech s odstupem 5 měsíců. U 6 pacientů jsme použili stenty k ošetření obratlového těla společně s klasickou dorzální transpedikulární stabilizací a zadní fúzí. Důvodem byla výrazná deformita neovlivnitelná samostatným využitím VBS a současně snaha o podporu předního sloupce u pacientů, jejichž celkový stav neumožňoval rozsáhlejší výkon v podobě předního přístupu. Vzhledem k tomu, že tyto pacienti nesplňují vstupní indikační kritéria a jejich výsledky jsou významně ovlivněny spíše jiným typem operace, z dalšího hodnocení jsme tyto pacienty vyřadili. Dále jsme tedy sledovali 29 pacientů s 31 ošetřenými obratli v průběhu 30 operací.

Jednalo se o 23 žen (79 %) a 6 mužů (21 %). Průměrný věk pacientů v době operace byl 69,1 let v rozmezí 47 až 86 let. Nejčastěji jsme ošetřili obratel L1 ve 13 případech, Th12 v 9 případech. Dále L2 v 7 případech, L3 jedenkrát a L4 jedenkrát.

Nejčastějším mechanismem úrazu byl v 16 případech nízkoeenergetický pád, maximálně z výšky stojícího člověka. Celkem 7x jsme zaznamenali pád z větší výšky (do 3 metrů), z toho se 5x jednalo o pád ze žebříku, jedenkrát o pád ze stromu a jedenkrát pád ze střechy. Při zvedání těžkého břemene došlo ke zlomenině ve 3 případech, dvakrát se jednalo o autonehodu a jedenkrát nebyl anamnesticky přítomný úrazový děj. Ve 26 případech se jednalo o monotrauma, ve 4 případech jsme zazname-



Obr. 2. a – zlomenina L1, žena 73 let; b – stejná pacientka, dosažená repozice na pooperačních snímcích; c – stejná pacientka, ztráta korekce a resorpce obratlového těla 6 měsíců po operaci; d – stejná pacientka, fúze obratlových těl 6 let po operaci.

nali doprovodná poranění. Jedenkrát se jednalo o zlomeninu pátého metatarzu, jedenkrát o tříštivou zlomeninu distálního radia, jedenkrát o zlomeninu diafýzy ulny a jedenkrát se jednalo o bilaterální zlomeninu distální ulny.

Interval od úrazu k operaci byl průměrně 8,3 dne v rozmezí 1 až 43 dnů. Výkony byly vždy plánované, neoperovali jsme na službě či o víkendu.

Dle typu zlomeniny jsme operovali 17 zlomenin typu A1 (54,8 %), 11 zlomenin typu A3 (35, 5 %) a 3 zlomeniny typu A2 (9,7 %).

VÝSLEDKY

a) Morfologie obratlového těla

Průměrná výška přední hrany obratlového těla před operací byla 23,5 mm (12–32 mm). První pooperační

den bylo naměřeno průměrně 25,4 mm (17–33 mm), což představuje průměrný nárůst o 1,9 mm. Při další kontrole po 6 týdnech od operace došlo znovu ke snížení na průměrných 23,9 mm (16–32 mm). Po 3 měsících byla průměrná hodnota 23,6 mm (16–32 mm) a při dalších kontrolách po 6 a 12 měsících již zůstala na stejné úrovni. Viz obrázek 2a–d.

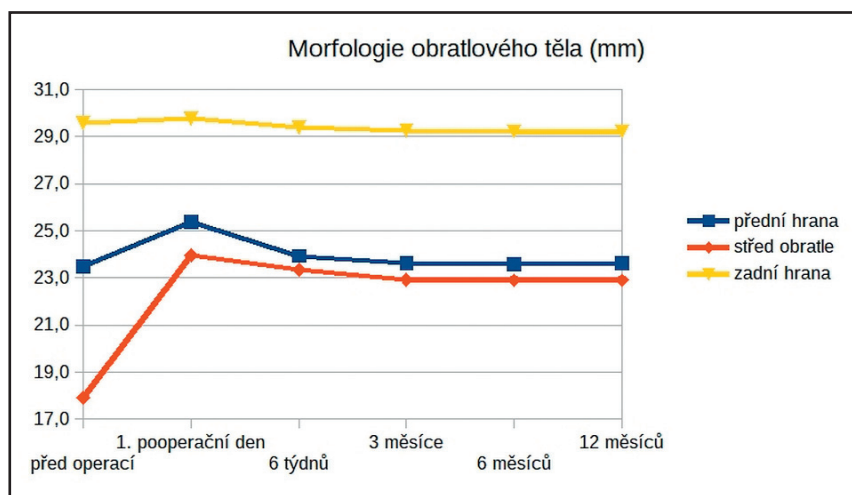
Průměrná výška střední části obratlového těla činila před operací 17,9 mm (12–29 mm), první pooperační den bylo naměřeno průměrně 24,0 mm (17–33 mm), což představuje nárůst o 6,1 mm. Na kontrole 6 týdnů po operaci došlo opět k poklesu na průměrných 23,4 mm (17–33 mm). Po 3 měsících byla naměřena průměrná výška 22,9 mm (17–33 mm) a stejnou hodnotu jsme zjistili i na kontrolách po 6 a 12 měsících.

Průměrná výška zadní hrany obratlového těla před operací byla 29,6 mm (24–39 mm). První pooperační den bylo naměřeno průměrně 29,8 mm (24–39 mm), což představuje průměrný nárůst o 0,2 mm. Při další kontrole po 6 týdnech od operace bylo změřeno průměrně 29,4 mm (24–39 mm). Po 3 měsících byla průměrná hodnota 29,3 mm (24–39 mm) a při dalších kontrolách po 6 a 12 měsících se ustálila na výšce 29,2 mm (24–39 mm).

Grafické znázornění vývoje hodnot výšky přední, střední a zadní části obratle v průběhu sledovaného období ukazuje graf 1.

Úhel mezi horní a dolní krycí plochou poraněného obratle činil před operací průměrně 8,6° (–6,6° až 22,0°) do kyfotizace. Pooperačně bylo naměřeno průměrně 5,3° (–2,6° až 16,5°) do kyfotizace. Při další

Graf 1. Vývoj hodnot výšky přední, střední a zadní části obratlového těla v průběhu sledovaného období (mm)



klinické kontrole po 6 týdnech jsme naměřili průměrně $7,4^\circ$ ($-2,6^\circ$ až $21,7^\circ$) kyfózy. Po 3 měsících byla průměrná hodnota $7,9^\circ$ ($-2,1^\circ$ až $21,7^\circ$). Po 6 a 12 měsících se hodnota ustálila na $8,0^\circ$ ($-2,1^\circ$ až $21,7^\circ$) kyfózy (graf 2).

b) VAS

Průměrné skóre zaznamenané před operací činilo 8,2 bodů (rozmezí 6–10 bodů). Již první pooperační den jsme zaznamenali významný pokles bolesti na průměrných 2,4 bodů (rozmezí 1–5 bodů) což představuje průměrný pokles o 5,8 bodu dle škály VAS. Na první kontrole po 6 týdnech od operace byl zaznamenán další pokles na průměrných 2,0 bodů (rozmezí 1–3 body). Na dalších kontrolách 3, 6 a 12 měsíců po operaci došlo ještě k dalšímu snížení na průměrných 1,9 (3 měsíce), 1,8 (6 měsíců) a 1,7 (12 měsíců). Viz graf 3.

Statistická významnost změn jednotlivých hodnot VAS a morfologických parametrů byla zhodnocena párovým t-testem. Jako jednoznačně statisticky signifikantní ($p = 0,0001$) lze na všech kontrolách hodnotit pokles VAS a zvýšení střední části obratlového těla. Statisticky signifikantní bylo i zvýšení přední hrany obratlového těla ($p = 0,0001$) avšak pouze na prvních pooperačních snímcích. Při dalších kontrolách již změny signifikantní nebyly. Stejná situace platí i pro úhel kyfotizace krycích ploch obratle. Na prvních snímcích došlo k signifikantnímu zlepšení ($p = 0,0002$), při dalších kontrolách již změny opět signifikantní nebyly. Jednotlivé hodnoty p párového t-testu viz tabulka 1.

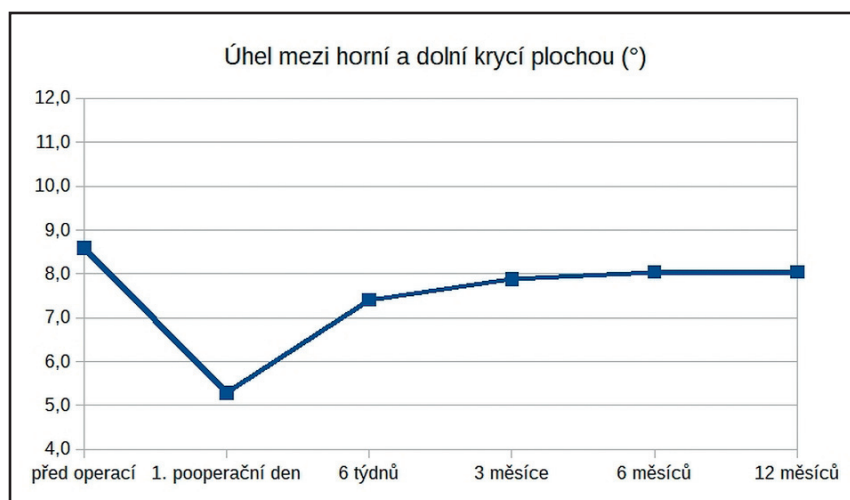
c) Operační zátěž

Průměrná doba operace byla 54,3 minut (41–83 min). Průměrná doba osvitů rtg zesilovačem (fluoro time) byla 33,4 sekund (25–61 s). Průměrná dávka záření vztažená k tělesnému povrchu byla $443,1 \text{ cGycm}^2$ (206–684 cGycm^2). Krevní ztráty jsme nesledovali, byly zanedbatelné.

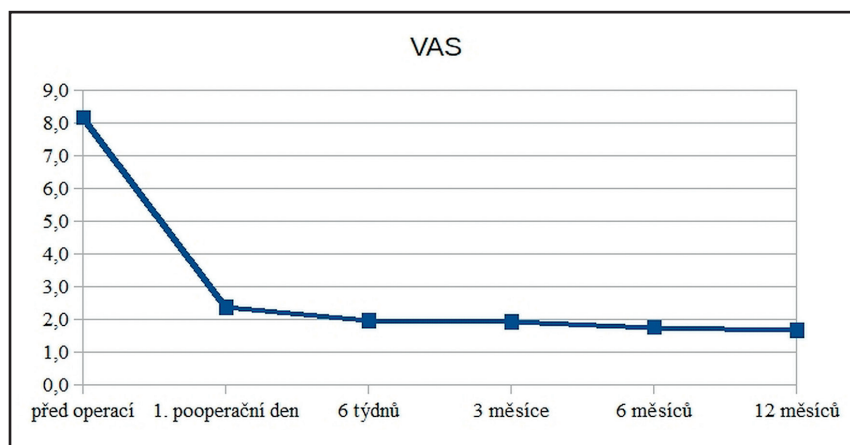
Tab. 1. P-hodnoty párového t-testu pro VAS a morfologické parametry

	VAS	Přední hrana	Střed obratle	Zadní hrana	Úhel kyfotizace
1. poop. den	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	0,1033	0,0002
6 týdnů	< 0,0001	0,2629	< 0,0001	0,1607	0,1003
3 měsíce	< 0,0001	0,6870	< 0,0001	0,0831	0,3254
6 měsíců	< 0,0001	0,8104	< 0,0001	0,0565	0,4518
12 měsíců	< 0,0001	0,7482	< 0,0001	0,0565	0,4518

Graf 2. Úhel mezi horní a dolní krycí plochou těla obratle při jednotlivých kontrolách ($^\circ$)



Graf 3. VAS skóre



d) Komplikace

Z perioperačních komplikací jsme 2x zaznamenali prasknutí dilatačního balónu. Klinickým projevem byl náhlý pokles tlaku v systému injekční pistole. K prasknutí vždy došlo až v poslední fázi rozvíjení stentu, ve snaze dosáhnout co největší repozice. Kromě uvedeného poklesu tlaku nemělo prasknutí balónu žádný jiný zaznamatelný vliv na pacienta. V operaci jsme pokračovali standardním způsobem.

Jednou se nám nepodařilo stenty rozvinout. Na vině byla chybná indikace k operaci, kdy obratlové tělo bylo již deformováno a skleroticky prohojeno po dřívější zlomenině. V tomto terénu došlo k refraktuře přední hrany obratlového těla, což simulovalo klasickou kompresivní zlomeninu. I při maximálním vyvinutém tlaku se ani jeden stent v obratli nerozvinul. Jeden stent zůstal na zavaděči a byl vytažen, jeden uvízl v nerozvinuté pozici v obratlovém těle. Operaci jsme dokončili prostou injektáží cementu jako při klasické vertebroplastice. Klinické dopady této komplikace jsme rovněž nezaznamenali. K pooperačnímu ústupu bolesti došlo stejně jako u ostatních pacientů.

Celkem čtyřikrát jsme zaznamenali únik cementu mimo obratlové tělo. To představuje 12,9 % z instrumentovaných obratlů. Dvakrát se jednalo o únik do paraver-

tebrálních žilních pletení. Jedenkrát do měkkých tkání paravertebrálně a jedenkrát byl cement vytažen do měkkých tkání mimo obratlové tělo při odstraňování pracovních kanyl. Ani v jednom případě jsme nezaznamenali klinickou odezvu na únik cementu.

Jedenkrát došlo při rozvíjení stentu k uvolnění spoje mezi injekční pistolí a stentem. Příčinou bylo špatné dotažení závitů spoje (učební křivka). Systém jsme znovu zkompletovali, naplnili standardním způsobem a operace byla dokončena bez klinické odezvy pacienta.

Jedenkrát jsme v našem souboru primárně zachytili onkologické onemocnění. Jednalo se o 77letou ženu s kompresivní zlomeninou L2 vzniklou při zvedání těžkého břemene. Z peroperačně odebraného vzorku byla histologicky verifikována metastáza ovariálního karcinomu.

Žádné časné pooperační komplikace jsme nezaznamenali.

Z pozdních komplikací jsme jedenkrát zaznamenali osteoporotickou frakturu v okolí instrumentovaného obratle. Jednalo se o 86letou ženu s inveterovanou zlomeninou Th11, léčenou v minulosti konzervativně. Po pádu jí byla ošetřena zlomenina obratlového těla L1 technikou VBS. Přibližně rok a půl od operace byla vyšetřena pro zhoršení bolesti zad bez zjevného traumatu. Dle rtg a CT došlo ke zlomenině obratlového těla Th12 nad instrumentovaným obratlem. Vzhledem k celkovému stavu pacientky bylo dále postupováno konzervativně.

DISKUSE

Jako první popsal možnost využití stentu k repozici komprimovaného obratle Fürderer (4). Další práci zabývající se stentoplastikou je Rotterova *in vitro* studie (16). Použil 24 kadaverózních obratlů, arteficiálně vytvořil klínovitou kompresivní zlomeninu, kterou následně ošetřil buď kyfoplastikou, nebo stentoplastikou. Repozice byla prováděna za přetrvávající komprese obratlů silou 110 N, což je průměrná hodnota, kterou předchozí práce zabývající se tlakem v meziobratlové ploténce zaznamenali i u páteře nacházející se vodorovně v pronační poloze (17, 22). Primárně bylo dosaženo o něco lepší repozice ve skupině kyfoplastiky, po deflaci a odstranění balónu však došlo k signifikantnímu poklesu dosažené výšky přední hrany obratle o 12 % u kyfoplastiky a pouze o 4 % u VBS. V relativních hodnotách došlo k poklesu o 58 % zreponované výšky obratle v případě kyfoplastiky a pouze o 21 % v případě VBS. Finální výška přední části obratle byla zlepšena průměrně o 1,6 mm v případě kyfoplastiky a o 2,6 mm v případě VBS. Úhel kyfózy byl zlepšen průměrně o 1,9° u kyfoplastiky a o 4,0° v případě VBS.

Podobnou *in vitro* studii zveřejnil Dish (3). Připravil 12 kadaverózních vzorků, na kterých vytvořil klínovitou zlomeninu a následně ji ošetřil buď kyfoplastikou či VBS. V průběhu repozice na obratel působila excentrická tlaková síla o velikosti 55 N. Oběma technikami bylo dosaženo téměř stejné repozice, nicméně po odstranění balónu došlo u kyfoplastiky ke ztrátě korekce o 4,4°, u VBS pouze o 1,6°.

První klinické využití stentoplastiky bylo publikováno v lednu 2010 (12). Mavrogenis popsal kazuistiku 55leté pacientky s metastatickým postižením obratlového těla L3 při karcinomu prsu.

Matějka (11) hodnotil soubor 19 pacientů s 26 ošetřenými etážemi. Doba sledování pacientů byla 3 měsíce. Zaznamenal nárůst výšky přední části obratle průměrně o 3,365 mm, což byl nárůst o 17,34 %. Výška střední části obratlového těla se zvýšila průměrně o 6,41 mm, což představuje 38,56 %. Zadní hrana se zvýšila průměrně o 1,475 mm, což je nárůst o 5,5 %. Průměrný úhel kyfotizace krycích ploch obratlového těla byl před operací 11,71° a po operaci 7,13°, jde tedy o zlepšení o 4,58° absolutně, o 35,2 % relativně. Únik cementu zaznamenali celkem v 5 případech (22,7 %). Průměrné VAS před operací bylo 81,4, v prvním týdnu po výkonu pokleslo k 30,6 a 6 týdnů po operaci bylo naměřeno 16,3. Ve 3 měsících po operaci již nedošlo ke změně bolesti.

Klézl (8) prospektivně sledoval skupinu 17 pacientů s 20 zlomeninami po dobu 12 měsíců. Pacienty rozdělil do 2 skupin dle etiologie zlomeniny na úrazové a osteoporotické. Úhel kyfotizace mezi krycími plochami postiženého obratle byl před operací v úrazové skupině průměrně 13°, po operaci 5,7°, což představuje průměrnou korekci o 7,3°. Ve skupině osteoporotických zlomenin byl před operací úhel průměrně 9,7° a po operaci 5,2°, což představuje korekci průměrně o 4,5°. Únik cementu zaznamenali ve 2 případech (10 %). Nebyla zaznamenána ztráta korekce v průběhu sledovaného období. Průměrné VAS skóre před operací bylo ve skupině úrazových zlomenin 9,7, ve skupině osteoporotických zlomenin 8,9. Pooperačně při kontrole 6 týdnů od operace zaznamenal pokles u úrazové skupiny na 2,7, po 6 měsících bylo skóre 2,2 a po 12 měsících 1,6. U osteoporotické skupiny byl po 6 týdnech pokles na 4,8, po 6 měsících na 4,0 a po 12 měsících na 2,5.

Muto (13) sledoval 20 pacientů po dobu 12 měsíců. Udává zlepšení VAS o 4°. Výška obratlového těla byla zlepšena u 12 z 20 pacientů, průměrně o 1,5 mm. Nezaznamenali žádný únik cementu.

Heini (6) ve své práci zhodnotil 34 operovaných pacientů. Průměrný úhel segmentální kyfózy před operací byl 23°. Pooperačně dosáhli korekce na průměrných 12°. Dle obnovení výšky obratle rozdělil pacienty do skupin 0–3. U skupiny 0, kterou tvořilo 5 pacientů, nebylo dosaženo žádné repozice. Skupina 1 tvořená 12 pacienty dosáhla alespoň 50 % repozice výšky obratlového těla. Skupina 2 tvořená 14 pacienty dosáhla 75 % repozice, a u 3 pacientů byla repozice 100% (skupina 3). Únik cementu byl zaznamenán v 9 případech (26,5 %), vždy klinicky asymptomatický.

Thaler (19) zhodnotil skupinu 56 pacientů operovaných pro osteoporotickou zlomeninu. Celkem 29 pacientů s 61 etážemi bylo ošetřeno konvenční vertebroplastikou a 27 pacientů s 55 etážemi technikou VBS. Únik cementu zaznamenal u 42 % obratlových těl ošetřených vertebroplastikou oproti 25,5 % ošetřených VBS. Výška přední hrany obratle se zvýšila průměrně o 3,6 mm u VBS oproti 0,3 mm u vertebroplastiky. Střední část obratle se zvýšila o 7,3 mm u VBS a o 1,3 mm u vertebroplastiky.

Zadní hrana se zvýšila o 2,2 mm u VBS a 0,3 mm u vertebroplastiky. Změna v úhlu kyfotizace obratle nebyla klinicky signifikantní ani v jedné skupině.

Zatím největší soubor pacientů ošetřených pomocí VBS zdokumentoval v multicentrické studii Diel (2). Jednalo se celkem o 100 pacientů se 103 ošetřenými zlomeninami. Únik cementu zaznamenali u 30 obratlů (29,1 %). U 1 pacienta byla nutná revize pro symptomatický útlak nervových struktur v důsledku úniku cementu. Předoperačně byla výška přední hrany průměrně 20,3 mm, po 6 měsících 24,5 mm. Střední část obratle před operací měřila průměrně 17,6 mm a po 6 měsících 24,6 mm. Zadní hrana měla před operací 28,0 mm, po 6 měsících 30,4 mm. Úhel kyfotizace mezi krycími plochami obratle byl před operací 13,1°, po 6 měsících 8,9°.

Werner (21) randomizoval 100 zlomenin rovnoměrně do 2 skupin – VBS a kyfoplastika. Průměrná změna úhlu kyfotizace krycích ploch byla 4,5° u kyfoplastiky a 4,7° u VBS. Tyto rozdíly nebyly statisticky signifikantní. Únik cementu zaznamenali v 10 případech u kyfoplastiky (20 %) a v 15 případech u VBS (30 %).

Hartmann (5) sledoval 18 pacientů po dobu 2 let. VAS skóre se pooperačně zlepšilo z 8 na 4 a při dalším sledování kleslo na 2. Úhel kyfotizace krycích ploch obratle činil předoperačně 10,4°, pooperačně došlo ke zlepšení na 7,2° a v průběhu sledování znovu zhoršení na 8,0°. Únik cementu byl zaznamenán ve 2 případech (11,1 %) a byl klinicky asymptomatický.

Pua (14) publikoval soubor 7 pacientů, u nichž použil pouze 1 centrálně umístěný stent zaváděný traspedikulárně z jedné strany. Představuje tak analogii k unilaterálně prováděné kyfoplastice, která vykazuje podobné výsledky jako bilaterální, s nižší operační zátěží a nižšími náklady (9, 15).

I když je metoda VBS na trhu již 8 let, stále se jedná o velmi krátké období k posouzení všech aspektů, které by měly vést k obhájení výhodnosti této techniky vůči technikám předchozím. Menší ztráta korekce po deflaci balónu ve srovnání s kyfoplastikou je velmi dobře prokázána v laboratorních podmínkách (3, 16), nicméně *in vivo* je repozici schopnost implantátu ve srovnání s kyfoplastikou méně patrná. To lze pozorovat zejména na srovnání úhlu kyfotizace, kdy jsou výsledky podobné (19, 21). V našem souboru jsme sice pooperačně dosáhli dobré repozice, nicméně v dalším sledovaném období došlo ke ztrátě korekce. Toto je patrné zejména na repozici výšky přední hrany obratle a úhlu kyfotizace. Uvedené parametry byly ve výsledku ovlivněny operací pouze nepatrně. Schopnost repozice je u stentu nejlépe patrná ve střední části obratle, v tomto se shodujeme s dalšími autory (11). Ztráta korekce v průběhu sledování pacienta byla zaznamenána pouze Hartmannem (5), ostatní autoři se výsledky v delším časovém horizontu prakticky nezabývali. Dle našich pozorování nebylo zhoršení na podkladě selhání stentu či cementové plomby jako takové, ale na podkladě pokračující komprese a resorpce kostní tkáně. Vzhledem k malým počtům pacientů je zde zcela určitě vliv konkrétní skladby souboru stran typu zlomeniny a charakteru pacienta.

Všichni autoři popisují významný okamžitý analgetický efekt, vyjádřený signifikantním poklesem VAS skóre (5, 8, 11, 13). V tomto ohledu jsou naše výsledky plně srovnatelné. Ve srovnání s kyfoplastikou či vertebroplastikou je analgetický efekt také plně srovnatelný (7).

Peroperační komplikace ve smyslu úniku cementu oscilují mezi 10–30 %. To jsou opět výsledky srovnatelné s naším souborem. Dřívější práce posuzující únik cementu při vertebroplastice prokázaly únik ve 32–50 %, naopak hodnoty pro kyfoplastiku se pohybují mezi 3–16 %. Procento může být výrazně vyšší při standardně prováděné CT pooperační diagnostice (7), z čehož vyplývá, že velká část úniků není na standardních rtg snímcích patrná. Všechny studie zabývající se VBS popisují únik vždy jako asymptomatický, jediná revize z důvodu neurologického zhoršení při útlaku cementem je popisována Dielem (2).

Nerovinnost stentu v důsledku sklerotizace zlomeniny a tedy špatné odhadnutí jejího stáří popisuje většina autorů (2, 8, 11). Stejná pozorování jsou v souborech pacientů s kyfoplastikou. Dle našich zkušeností je třeba velmi pečlivě odebrat anamnézu pacienta a posuzovat obrazovou dokumentaci. Ani při vší snaze nelze zcela eliminovat riziko, že se rozhodneme operovat zlomeninu, která je již v takové fázi hojení, že expanzi stentu nemožní. Lze konstatovat, že toto riziko vyplývá ze samotné podstaty těchto metod a jejich indikačních kritérií. Někteří autoři doporučují standardní vyšetření pomocí MRI k jednoznačnému určení stáří zlomeniny (18, 21).

Problematika následných zlomenin v segmentu přilehlém k ošetřenému není uspokojivě vyřešena u vertebroplastiky ani u kyfoplastiky (7). Limitací je zejména délka sledovaného období u starých pacientů a skutečnost, že odhadem pouze ¼ zlomenin je klinicky symptomatických a přivede tak pacienta na mimořádnou kontrolu (1, 10). Většina zlomenin tak zůstává nezachycena. Lze předpokládat, že výskyt sekundárních zlomenin bude srovnatelný i u VBS techniky, ale relativně krátká doba klinického využití a omezené množství publikovaných souborů pacientů nemožňuje zatím vytvářet podložené závěry.

ZÁVĚR

Hypotéza, že stent je schopen statisticky signifikantní repozice v přední, střední a zadní části obratle, byla potvrzena pouze částečně. Statisticky signifikantní byla repozice pouze ve střední části obratlového těla. V přední části obratlového těla byla repozice prokazatelná pouze bezprostředně po operaci, na dalších kontrolách došlo ke ztrátě korekce. Úhel kyfotizace mezi krycími plochami poraněného obratle byl také statisticky signifikantně zlepšen pouze na prvních pooperačních snímcích, na dalších kontrolách již změny signifikantní nebyly. Změna výšky zadní části obratle nebyla statisticky signifikantní v žádném ze sledovaných intervalů. V souladu s ostatními autory jsme prokázali jednoznačně statisticky významný analgetický efekt.

Literatura

- Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985–1989. *J Bone Miner Res.* 1992;7:221–227.
- Diel P, Röder C, Perler G, Vordemvenne T, Scholz M, Kandziora F, Fürderer S, Eiskjaer S, Maestretti G, Rotter R, Benneker LM, Heini PF. Radiographic and safety details of vertebral body stenting: results from a multicenter chart review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:233.
- Disch AC, Schmoelz W. Cement augmentation in a thoracolumbar fracture model: reduction and stability after balloon kyphoplasty versus vertebral body stenting. *Spine Phila Pa 1976.* 2014;39:E1147–1153.
- Fürderer S, Anders M, Schwindling B, Salick M, Düber C, Wenda K, Urban R, Glück M, Eysel P. Vertebral body stenting. Eine Methode zur Reposition und Augmentation von Wirbelkörperkompressionsfrakturen. *Orthopäde.* 2002;31:356–361.
- Hartmann F, Griesse M, Dietz SO, Kuhn S, Rommens PM, Gercek E. Two-year results of vertebral body stenting for the treatment of traumatic incomplete burst fractures. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2015;24:161–166.
- Heini PF, Teuscher R. Vertebral body stenting / stentoplasty. *Swiss Med Wkly.* 2012;142:w13658.
- Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, Berlemann U. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31:1983–2001.
- Klezl Z, Majeed H, Bommireddy R, John J. Early results after vertebral body stenting for fractures of the anterior column of the thoracolumbar spine. *Injury.* 2011;42:1038–1042.
- Li L, Sun T, Liu Z, Zhang J, Zhang Y, Cai Y, Wang H. Comparison of unipedicular and bipedicular percutaneous kyphoplasty for treating osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis. *Chin Med J (Engl).* 2013;126:3956–3961.
- Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, Licata A, Benhamou L, Geusens P, Flowers K, Stracke H, Seeman E. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA.* 2001;285:320–323.
- Matějka J, Zeman J, Belatka J, Matějka T, Nepřaš P. Augmentace obratlového těla vertebrálním stentem. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011;78:442–446.
- Mavrogenis AF, Papadopoulos EC, Starantzis K, Korres DS, Papagelopoulos PJ. Posterior decompression and stabilization, and surgical vertebroplasty with the vertebral body stenting for metastatic vertebral and epidural cauda equina compression. *J Surg Oncol.* 2010;101:253–258.
- Muto M, Greco B, Setola F, Vassallo P, Ambrosiano G, Guarnieri G. Vertebral body stenting system for the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: follow-up at 12 months in 20 cases. *Neuroradiol J.* 2011;24:610–619.
- Pua U, Quek LH, Ng LC. Central stentoplasty: technique for unipedicular single midline vertebral body stent implantation. *Cardiovasc Interv Radiol.* 2014;37:810–814.
- Rebolledo BJ, Gladnick BP, Unnanuntana A, Nguyen JT, Kepler CK, Lane JM. Comparison of unipedicular and bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective randomised study. *Bone Joint J.* 2013;95-B:401–406.
- Rotter R, Martin H, Fuerderer S, Gabl M, Roeder C, Heini P, Mittlmeier T. Vertebral body stenting: a new method for vertebral augmentation versus kyphoplasty. *Eur Spine J.* 2010;19:916–923.
- Sato K, Kikuchi S, Yonezawa T. In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24:2468–2474.
- Spiegel UJA, Beisse R, Hauck S, Grillhösl A, Bühren V. Value of MRI imaging prior to a kyphoplasty for osteoporotic insufficiency fractures. *Eur Spine J.* 2009;18:1287–1292.
- Thaler M, Lechner R, Nogler M, Gstöttner M, Bach C. Surgical procedure and initial radiographic results of a new augmentation technique for vertebral compression fractures. *Eur Spine J.* 2013;22:1608–1616.
- Wang D, Zheng S, Liu A, Xu J, Du X, Wang Y, Wang L. The role of minimally invasive vertebral body stent on reduction of the deflation effect after kyphoplasty: a biomechanical study. *Spine (Phila Pa).* 2018;43:E341–E347.
- Werner CM, Osterhoff G, Schlickeiser J, Jenni R, Wanner GA, Ossendorf C, Simmen HP. Vertebral body stenting versus kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:577–584.
- Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24:755–762.

Korespondující autor:

Doc. MUDr. Ján Kočíš, Ph.D.
Klinika traumatologie
LF Masarykovy Univerzity v Brně
Ponávka 139/6
662 50 Brno
E-mail: jankocis@seznam.cz