

Střednědobé výsledky 360° lumbální spondylodézy s použitím tantalové náhrady ploténky

Mid-Term Results of 360-Degree Lumbar Spondylodesis with the Use of a Tantalum Implant for Disc Replacement

J. MATĚJKA, J. ZEMAN, J. BELATKA

Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí FN a LF UK v Plzni

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The study presents the mid-term results in patients treated with circumferential, i.e., 360-degree, fusion of the lumbar spine carried out by posterolateral instrumented spondylodesis and anterior intersomatic fusion using a tantalum implant for replacement of an intervertebral disc. The aim of the study was to verify tantalum implant quality, to evaluate segment fusion and to assess the outcome of this method by patients' subjective findings.

MATERIAL AND METHODS

The prospective non-randomised study included the implantation of 47 tantalum cages in 40 patients by the technique of anterior lumbar interbody fusion (ALIF) and posterolateral spondylodesis. Only patients followed up longer than for one year were included in this evaluation. The patient group comprised 16 men and 24 women, with an average age of 47.9 years. The patients indicated for this procedure had mono- or bisegmental lumbar disc degeneration with advanced changes of articular facets. The procedure involved posterior transpedicular screw fixation with decompression, if spinal stenosis existed, and reposition of the segment, if spondylolisthesis was present, and posterior spondylodesis by the open book method. No autogenous bone grafts were used because of the risk of donor-site pain and because one of the aims of the study was to test tantalum cage properties.

Subsequently, ALIF and disc replacement with a tantalum cage were carried out after cage insertion, the anterior borders of the upper and lower adjacent vertebral bodies were adjusted so that the lamellar bone should overlap the cage and thus provide continual bridging for the segment, with an emphasis being on joining the lamellae with preserving their blood supply from the respective vertebral bodies.

RESULTS

Implant subsidence in a rotation/flexion fashion, i.e. ventrally into the upper endplate of the distal vertebra and dorsally into the lower endplate of the proximal vertebra, was observed in two cases; subsidence in a vertical fashion, i.e., symmetrically into the lower endplate of the upper vertebra was found in one patient. Neither vertical mode of subsidence into the upper endplate of the lower vertebra only, nor rotation/extension type of subsidence was recorded. No frontal/rotational mode of subsidence was found either. No osteolytic lesion between the implant and adjacent bone was diagnosed. No migration of an implant sideways or in a ventral/dorsal direction was detected. Anterior bridging fusion was observed in 32 cages. No fusion dorsal to or lateral to the cage was seen. Evaluation of bone ingrowth into the cage was not possible due to a high X-ray contrast effect of the material. High-quality bridging posterolateral spondylodesis was diagnosed in 33 cases.

Subjective evaluation by the patients was based on a visual analogue scale (VAS) and an Oswestry Disability Index (ODI) questionnaire. For the whole group, the average VAS value for back pain dropped from 58.3 points before surgery to 18.1 points at one year post-operatively; there were no differences between the genders. The VAS value for leg pain decreased from 54.1 pre-operatively to 9.4 at one year after surgery. Also, the results of ODI assessment were similar in both genders, with the average value for the whole group having decreased from 53.5 % pre-operatively to 29.0 % at one year post-operatively.

DISCUSSION

By using the mechanical properties of a tantalum implant, i.e., its high strength and flexibility, the structure almost identical to cancellous bone and its high stability following implantation, we avoided the necessity of harvesting autogenous bone grafts from the iliac crest. Instead, we introduced the method of bridging a stable and strong implant with lamellar bone, while preserving its blood supply from the adjacent vertebral bodies. Our results showed that this approach resulted in implant subsidence in 1.8 % of cases only. We achieved good-quality fusion by bridging the whole segment in 68 %, and diagnosed good posterolateral fusion in 71 % of the cases. All patients showed good spondylodesis, which was either anterior, posterior or bilateral.

CONCLUSIONS

A very stable fixation of the lumbar spinal segment can be achieved by using posterolateral fusion and ALIF. With this approach, ALIF is augmented with a porous tantalum cage, and the use of autogenous bone grafts, derived from the adjacent anterior vertebral borders and placed before the cage, results in high-quality anterior bridging spondylodesis in a large proportion of cases. The subjective evaluation by the patients is in agreement with the stability and fusion achieved.

Key words: anterior lumbar interbody fusion, spondylodesis, trabecular metal technology, donor site pain.

ÚVOD

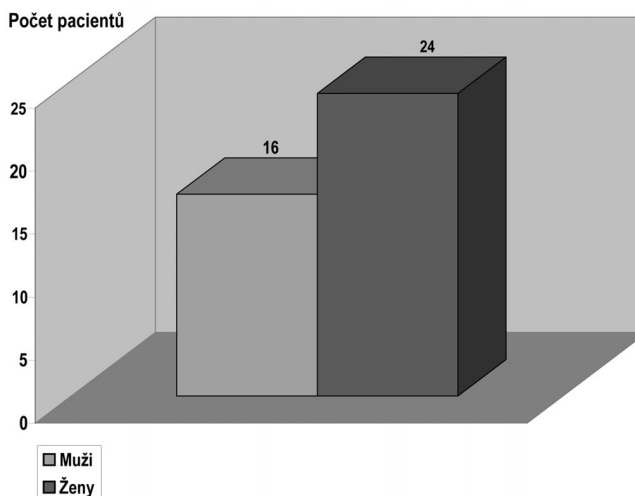
Rozvoj degenerativního onemocnění bederní páteře vede zpočátku k nestabilitě lumbálních segmentů, následně k patologické osteoprodukcí kosti ve formě trakčních ostruh, spondylofytů a v neposlední řadě i artrotických osteofytů fasetárních kloubů, což se projeví zúžením neuroforamin a spinálního kanálu. Souběžně s tím se vyvíjejí změny na meziobratlové ploténce, dochází k jejímu snížení a vzniku dalšího generátoru bolesti. Po dlouhá desetiletí je snahou spinálních chirurgů tento stav léčebně ovlivnit. V současné době je k dispozici několik možností, které jsou aplikovány v různých stádiích rozvoje degenerativního onemocnění bederní páteře, počínaje konzervativní terapií, přes dynamické neutralizační výkony a mobilní náhrady plotének až ke klasickému zlatému standardu, a to je spinální fúze neboli spondylodéza segmentu. Spojení spinálního segmentu lze provést různými způsoby (8, 10, 14, 18, 20), vždy je však nutnost kostního překlenutí jednotlivých obratlů a kloubů. To je provedeno aplikací kostních štěpů různého původu nebo jejich náhražek (10, 19). Vlastní kost je nejkvalitnějším materiálem, je získávána nejčastěji z lopaty kosti kyčelní, což často vede k bolesti v místě odběru neboli donor site pain a výsledkem je sice ztráta bolesti operovaného segmentu, leč vytvoření nového zdroje bolesti v odběrové ploše (1, 15). Dárcovských homologních štěpů je nedostatek a ne všichni pacienti s tímto přenosem souhlasí. Náhražky kostí (trikalcium fosfát nebo hydroxyapatit) se nevyrovnají svojí osteokondukcí a osteoindukcí vlastní kostní tkáni a osteoprodukcí nemají. BMP 2 a 7 (bone morphogenic protein) jsou nyní na trhu, ale jejich cena je velmi vysoká. Doba nutná k vytvoření kostěného překlenujícího bloku je dlouhá, několikaměsíční, proto je nutno udržet fúzovaný segment ve správné pozici po celé toto období a k tomu je nutno použít správný implantát. Předmětem našeho sdělení je informace o střednědobém sledování pacientů po stabilizaci páteře cirkumferenční, neboli 360° fúzí provedenou vytvořením posterolaterální instrumentované spondylodézy v kombinaci s přední intersomatickou fúzí provedenou pomocí tantalové náhrady intervertebrální ploténky, jejíž vlastnosti jsme se touto studií snažili ověřit. Cílem bylo zhodnotit kvalitu spojení segmentu a zhodnotit subjektivní výsledky této metody.

MATERIÁL A METODA

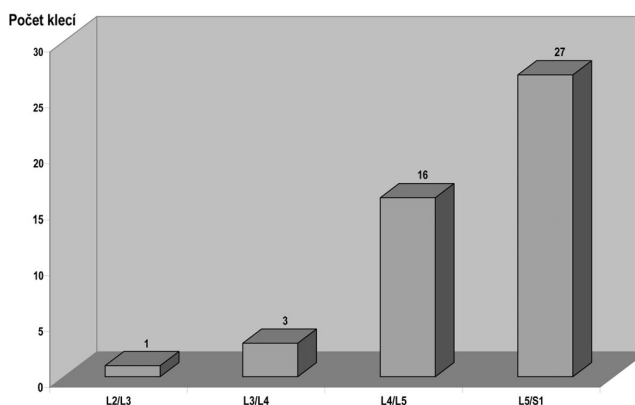
Soubor pacientů

Od června 2006 do prosince 2007 jsme v prospektivní nerandomizované studii implantovali celkem 47 tantalových klíček (Trabecular Metal Technology – výrobce Zimmer, Inc., Warsaw, USA – dále TM) u 40 pacientů technikou přední intersomatické fúze (ALIF) v terénu předtím již provedené zadní stabilizace a posterolaterální spondylodézy. Indikací byla degenerace lumbálních segmentů nebo spondylolistéza. Do hodnocení byli zařazeni pacienti s nejkratší dobou sledování 1 rok.

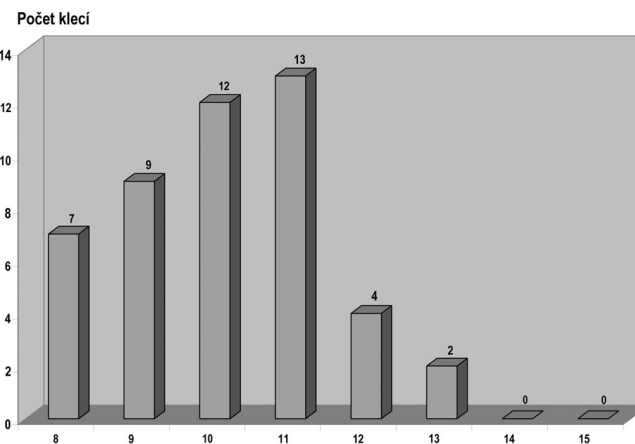
Graf 1. Počet mužů a žen v souboru



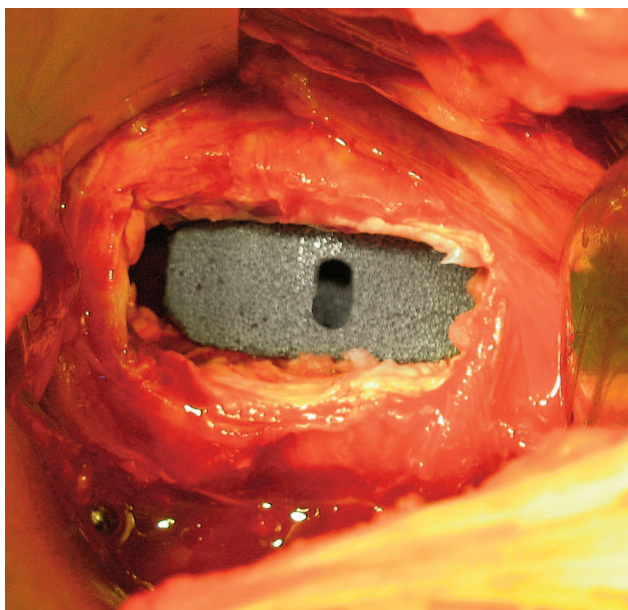
Graf 2. Množství klíček implantovaných do jednotlivých segmentů



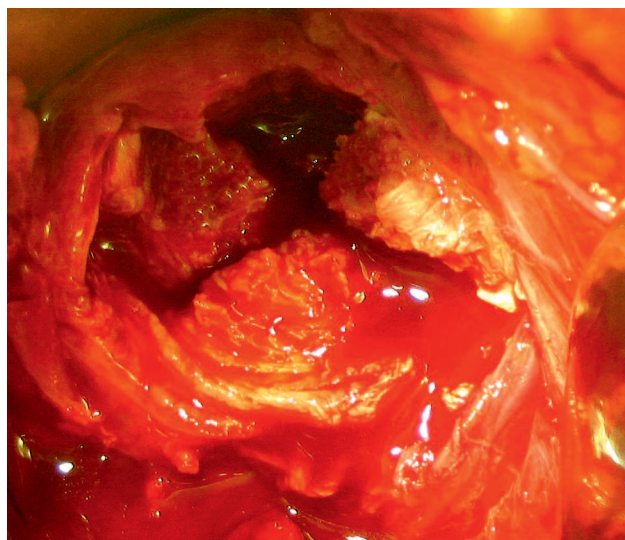
Graf 3. Počet klíček podle jejich výšky



V souboru bylo 16 mužů a 24 žen (graf 1), průměrného věku 47,9 roku, v intervalu 28–70 let, přičemž průměrný věk žen byl 48,3 (28–70) a mužů 47,2 (32–70) roku. Do segmentu L2/3 jsme implantovali 1 klíčku, do L3/4 tři, do L4/5 16 a do L5/S1 27 klíčků (graf 2). Monosegmentálních instrumentací jsme provedli 29, bisegmentálních 9, víceetážové implantace TM jsme neprovedli. Výšku klíček ukazuje graf 3.



Obr. 1. Implantovaná tantalová klíčka v segmentu L4/5: patrná porézní struktura blížící se spongiózní kosti; po implantaci vzhledem k jejímu vysokému koeficientu tření prakticky není možno korigovat její uložení, je proto nutné primárně zcela přesně implantovat



Obr. 2. Kostní štěpy získané z okrajů okolních obratlových těl překryjí a překlenou klíčku a zároveň si udržují určitou míru cévního zásobení

Operační postup

Indikovali jsme k výkonu pacienty s mono- nebo bisegmentální degenerací lumbálního segmentu s pokročilými fasetárními změnami, kteří nebyli vhodní pro jiný typ operace a u kterých selhala konzervativní terapie. Výkon byl prováděn dvoudobě. V první době zadní stabilizace transpedikulárně zavedenými šrouby s eventuální dekompresí při spinální stenóze a repozicí segmentu při spondylolistéze. Byla provedena zadní spondylodéza metodou open book dle Gordona Deena (6) v naší modifikaci. Byly ve frontální rovině osteotomovány kostální výběžky lumbálního obratle a stejně i fasetární klouby. Osteotomované dorzální části anatomických struktur byly rotovány, u kloubu bylo zachováno cévní zásobení kloubním pouzdem, a přiloženy spongiózní kosti k sobě. Na obnaženou spongiózu byly přiloženy vlastní štěpy z dekompresního výkonu a/nebo náhražka kostní tkáně. Odběr vlastních štěpů jsme neprováděli vzhledem k riziku donor site pain a cílům studie, kdy jsme si chtěli ověřit předpokládané vlastnosti TM klece.

S odstupem 5–8 dnů jsme provedli kompletní diskektomii z předního miniinvasivního pararektálního retroperitoneálního přístupu (9) a náhradu ploténky klíčkovou TM (obr. 1) Po zavedení implantátu jsme snažili přední okraj horního i dolního sousedního obratlového těla tak, aby lamely kosti překryly implantát a překlenuly segment, přičemž hlavní snahou bylo, aby byly lamely z horního a dolního obratle přiloženy k sobě a zároveň zůstalo zachováno jejich cévní zásobení z příslušných obratlových těl, tzn. neměly by být volné

(obr. 2). Mezi štěpy a velké cévy jsme vložili spongo-

Implantát

Výrobce udává, že implantát je tvořen z 98 % tantalem a 2 % zbytkového uhlíku (obr. 1). Tantal vytváří porézní prostorovou trámčinu, prakticky shodnou se spongiózní kostí, se kterou má také velmi podobné fyzikální a mechanické vlastnosti. Navíc má vysoký koeficient tření, takže po implantaci je extrémně stabilní v posunu a rotaci, což zvyšuje významně stabilitu klece po zavedení do intervertebrálního prostoru (21, 22). Při srovnání se spongiózní kostí má vyšší pevnost v tlaku a je zároveň pružný a pevný. Osteokondukce je shodná jako u spongiózní kosti, v experimentu Zou (21, 22), Garbuz (5) a zejména Bobyn (2) prokázali prorůst klíčkoví kvalitní kostí během 6 měsíců.

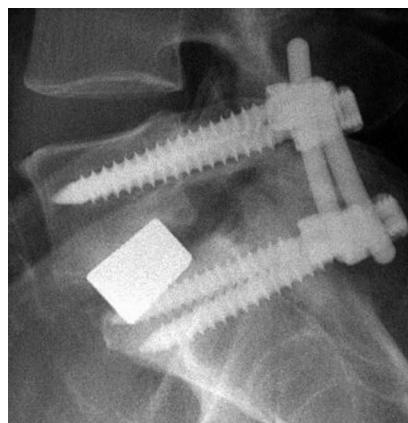
Hodnocení klinických výsledků jsme zvolili dotazníkovou formou (Visual Analogue Scale a Oswestry Disability Index) v intervalech 6 týdnů, 3, 6, 12 a 24 měsíců s nejkratší dobou sledování jeden rok (13). Na rtg ve stejných intervalech jsme hodnotili posun klíčky kterýmkoli směrem, dále kvalitu fúze před klecí, jakékoliv změny v pozici zadní instrumentace.

Také jsme hodnotili operační a hospitalizační údaje a komplikace.

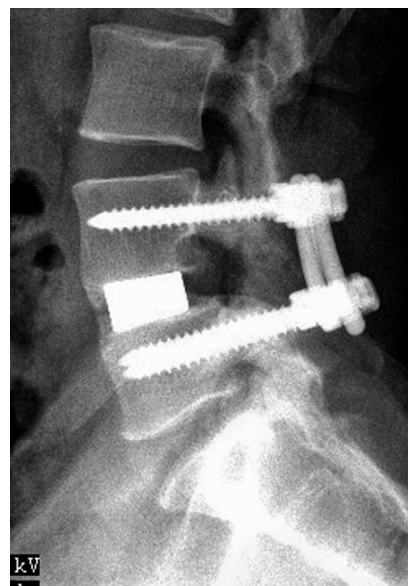
VÝSLEDKY

Hodnotili jsme některé **operační údaje**. Průměrná doba předního výkonu byla 66 minut (interval 34–159) bez ohledu na počet segmentů a úroveň. Při hodnocení doby dvouetážového výkonu jsme našli průměrnou dobu 122 minut (77–159), přičemž vždy byl v těchto případech operován segment L4/5. Doba monosegmentál-

Obr. 3. Rotační flekční zanoření v sagitální rovině, kdy klíčka rotovala do kyfózy a zanořila se vepředu do horní krycí desky dolního obratle a do zadní části dolní krycí desky horního obratle; pacient je přesto bez obtíží



Obr. 4. Překlenující přední spondylodéza segmentu L4/5 patrna již 4 měsíce po výkonu



3 | 4

ního výkonu byla 59 minut (34–108). Průměrná doba osvitů rtg zesilovačem při předním výkonu byla 27 sekund (10–125). Ztráty krevní u 39 pacientů byly v průměru 89 ml – téměř neměřitelné ztráty, u 1 pacienta 4800 ml při cévní komplikaci. Doba hospitalizace u dvoudobého výkonu byla 13,3 dne (7–17), přičemž hospitalizace po provedení předního výkonu byla 3,4 dne (2–10).

Komplikace operační jsme zaznamenali 7krát, z toho v šesti případech poranění peritonea při pararektálním retroperitoneálním přístupu, převážně u starších a astenických žen. Jednou jsme řešili ve spolupráci s cévním chirurgem výrazné žilní krvácení při poranění pánevních žil u mladé 32leté ženy při výkonu v segmentu L5/S1.

Pooperační komplikace byly zaznamenány ojediněle, ale v poměrně širokém spektru. Jednou jsme léčili resuturou dehiscenci rány bez infektu, 1 povrchní infekt jsme zaléčili revizí rány a debridement. Dvakrát jsme předali pacienta na chirurgickou kliniku pro řešení pozdně vzniklé kýly v jizvě. Z nejzávažnějších pooperačních komplikací jsme diagnostikovali jednou retrográdní ejakulaci bez výrazné tendence k normalizaci stavu a jednou přechodný motorický výpadek kořene S1 po zadním přístupu.

Rtg hodnocení TM klíčky. Subsidence neboli zanoření bylo pozorováno dvakrát rotačně flekčního typu, tj. ventrálně do horní krycí desky distálního obratle a dorzálně do dolní krycí desky proximálního obratle (obr. 3), jednou vertikální typ, tj. do dolního endplatu horního obratle symetricky. Neviděli jsme vertikální typ zanoření pouze do horní krycí desky dolního obratle ani rotační typ extenční, stejně tak jsme nezaznamenali frontální rotační typ. Osteolytický lem kolem klíčky jsme nediodagnostikovali.

Posun TM implantátu do stran nebo ventrodorzálně jsme nezaznamenali.

Hodnocení fúze. Přední přemostující jsme viděli u 32 klecí (obr. 4), přední přemostující nebyla přítomna u 15 implantátů, ale u těchto 15 segmentů byla patrna kvalitní posterolaterální fúze. Dorzálně a laterálně od klíčky jsme fúzi neviděli. Zhodnocení prorůstu klíčky novotvořenou kostí je pro značnou rtg kontrastnost nemožné. Posterolaterální spondylodézu kvalitní přemostující jsme diagnostikovali 33krát.

Subjektivní hodnocení jsme provedli intervalovou dotazníkovou formou a její výsledky jsou uvedeny v tabulkách a grafech (tab. 1, 2, 3 a graf 4). Sledovali jsme hodnoty souhrnně a rozděleně podle pohlaví. Visual analogue scale (dále VAS) pro bolest v zádech (VAS B) a pro bolesti v končetině (VAS L) byla hodnocena předoperačně, 6 týdnů, 3 měsíce, 6 měsíců a 1 rok po operaci, stejně tak jako Oswestry disability index (ODI). Souhrnné výsledky pro obě pohlaví pro VAS

Tab. 1. Výsledky Visual Analogue Scale pro změnu intenzity bolesti v zádech

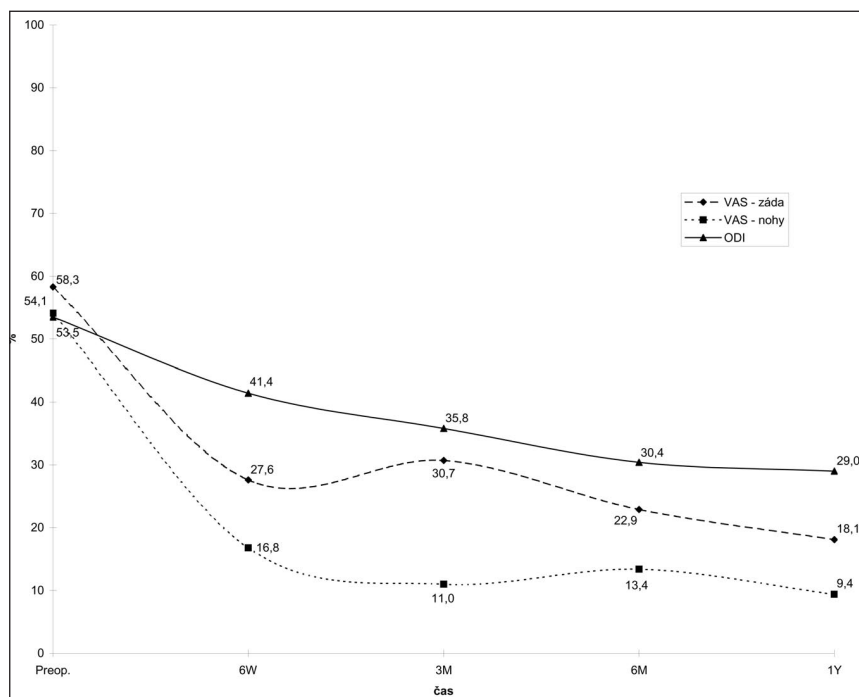
VAS B	Preop.	6T	3M	6M	1R
Souhrně	58,3	27,6	30,7	22,9	18,1
Muži	53,5	22,3	25,6	20,4	19,3
Ženy	62,9	31,3	35,0	25,6	24,2

Tab. 2. Výsledky Visual Analogue Scale pro změnu intenzity kořenových bolestí

VAS L	Preop.	6T	3M	6M	1R
Souhrně	54,1	16,8	11,0	13,4	9,4
Muži	51,4	12,8	3,7	6,6	3,7
Ženy	50,9	15,7	16,1	20,8	15,7

Tab. 3. Výsledky Oswestry Disability Index

ODI	Preop.	6T	3M	6M	1R
Souhrně	53,5	41,4	35,8	30,4	29,0
Muži	50,5	37,5	27,0	26,4	25,1
Ženy	56,0	44,9	40,5	34,7	33,4



Graf 4. Křivkové znázornění souhrnných výsledků VAS B, VAS L i ODI: patrně postupné lineární snížení omezení v běžném životě dle ODI v závislosti na čase; subjektivní hodnocení bolesti v zádech (VAS B) typicky náhle klesá; v intervalu 3 měsíců, kdy pacienti začínají zvyšovat svoji aktivitu, dochází k mírné recidivě bolesti v zádech a v čase dále klesá; pro subjektivní úlevu po dekompresi (VAS L) křivka znázorňuje prudký pokles a dále již nedochází ke změnám

B klesly z 58,3 před operací na 18,1 jeden rok po operaci, přičemž nebyly zaznamenány zásadní rozdíly v obou pohlavích. VAS L pokleslo z 54,1 na 9,4 po roce od operace. Stejně tak hodnoty změn ODI byly velmi podobné u obou pohlaví. Souhrnně klesly z 53,5 před operací na 29,0 rok po výkonu.

DISKUSE

Metody léčby degenerace bederní páteře jsou rozličné. Je třeba vždy dlouhodobě využívat léčby neoperační, analgetické a rehabilitační (4). Po jejím vyčerpání se nabízejí dvě základní metody operační terapie. Zpevnění degenerovaného segmentu spondylodézou nebo využití novějších metod, jako jsou náhrada ploténky mobilní protézou nebo zadními neutralizačními transpedikulárními nebo interspinózními implantáty. Pro pokročilou degeneraci a nestabilitu typu spondylolistézy je stále nejvhodnější metodou spondylodéza (3). Filozofií našeho pracoviště je provést kompletní ošetření nemocného segmentu, tj. nejen jej ošetřit a zfúzovat zadním přístupem, ale také odstranit celou ploténku včetně anulus fibrosus, což je hlavní generátor bolesti (10). Jsme ve shodě s Mayerem (11) přesvědčení, že tohoto lze nejlépe docílit přímým přístupem k ploténce, a to předním přístupem metodou ALIF. Po odstranění ploténky však zůstává vysoký prostor, který je nutné vyplnit buď kostí, nebo implantátem a tento prostor podpořit do doby vzniku vlastní přední spondylodézy. Nejlepší pro zhojení ALIF je vlastní kost, která se odebírá buď jako kostní blok, nebo jako štěpy a vyplní se jimi implantát. To si však vyžádá odběr kosti z lopaty kosti kyčelní operovaného pacienta, což nezřídka vede k následnému přenesení bolesti do odběrové plochy (1,15) a vzniku donor site pain syndromu.

Využitím vlastností TM implantátu – extrémní pevnost a zároveň pružnost, struktura prakticky shodná se spongiózou, dále výrazná stabilita po implantaci – jsme se vyhnuli nutnosti odebírat vlastní štěpy z lopaty kosti kyčelní a zavedli jsme metodu překlenutí velmi stabilního a pevného implantátu lamelami kosti se zachovaným cévním zásobením z okolních obratlových těl. Z výsledků je patrné, že tato kombinovaná metoda vede pouze v 1,8 % k zanoření implantátu, na rozdíl od Choie (7), který popsal zanoření při implantaci dvojice stand alone kovových klíček v 76,7 %. Docílili jsme přední kvalitní fúze překlenutím celého segmentu u 68 % případů, přičemž kvalitní posterolaterální fúzi jsme diagnostikovali u 71 % pacientů. U všech pacientů byla diagnostikována kvalitní spondylodéza, a to přední, zadní nebo oboustranná. Nemůžeme také souhlasit se Smitem (17), který v experimentální práci shledal mnohem větší procento paklobů fúze u velmi tuhých intersomatických implantátů.

Spondylodéza 360° lze docílit také využitím zadního přístupu při metodě Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF) nebo Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF) (12,16), pro které jsou také k dispozici tantalové implantáty. Přestože srovnáním PLIF a ALIF docílíme zhruba stejného procenta zhojení spondylodézy (11, 12), domníváme se, že při metodě ALIF se vyhneme rozsáhlé laminektomii a výkonu v páteřním kanálu s rizikem následné epidurální fibrózy se všemi důsledky.

ZÁVĚR

Z výsledků naší studie lze vyvodit, že pro nejstabilnější fixaci lumbálního páteřního segmentu lze použít metodu kombinované neboli cirkumferenční spondylo-

dězy posterolaterální fúzí a ALIF. Augmentovaná ALIF tantalovou porézní klíčkou s umístěním vlastních kostních štěpů získaných z okolních předních okrajů obratlů před klíčku vede k vysokému procentu přemostujících přední spondylodězy. Subjektivní hodnocení výsledků pacienty odpovídá míře stability a dosažené fúze. Tato metoda patří mezi standardní fúzní postupy na našem pracovišti.

Literatura

1. ARRINGTON, E. D., SMITH, W. J., CHAMBERS, H. G., BUCKNELL, A. L., DAVINO, N. A.: Complications of Iliac Crest Bone Graft Harvesting. *Clin. Orthop.*, 329: 300–309, 1996.
2. BOBYN, J. D., STACKPOOL, G. J., HACKING, S. A., TANZER, M., KRYGIER, J. J.: Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. *J. Bone Jt Surg.*, 81-B: 907–914, 1999.
3. FRITZELL, P., HÄGG, O., WESSERBERG, P., NORDWALL, A.: Chronic Low Back Pain and Fusion: A Comparison of Three Surgical Techniques. *Spine*, 27: 1131–1141, 2002.
4. FRITZELL, P., HÄGG, O., WESSERBERG, P.: Lumbar Fusion Versus Nonsurgical Treatment for Chronic Low Back Pain. *Spine*, 26: 2521–2534, 2001.
5. GARBUZ, D. S., HU, Y., KIM, W. Y., DUAN, K., MASRI, B. A., OXLAND, T. R., BURT, H., WANG, R., DUNCAN, C. P.: Enhanced gap filling and osteoconduction associated with alendronate-calcium phosphate-coated porous tantalum. *J. Bone Jt Surg.*, 90-A: 1090–1100, 2008.
6. GORDON DEEN, H.: The open book technique for preparation of the lumbar transverse process for posterolateral fusion. *J., Neurosurg.*, 95: 281 – 288, 2001.
7. CHOI, J. Y., SUNG, K. H.: Subsidence after anterior lumbar interbody fusion using paired stand-alone rectangular cages. *Europ. Spine J.*, 15: 16–22, 2006.
8. KLÉZL, Z., ŠTULÍK, J., KRYL, J., ŠEBESTA, P., VYSKOČIL, T., BOMMIREDDY, R., CALTHORPE, D.: Operační léčení infekčního postižení páteře. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 74: 305–317, 2007.
9. KRBEC, M., ŠTULÍK, J.: Pararektální mininvazivní retroperitoneální přístup k lumbosakrálnímu přechodu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 67: 13–16, 2000.
10. MATĚJKA, J.: Diagnostika a léčba nestabilit torakolumbální páteře. Plzeň, NAVA, 2008.
11. MAYER, M. H.: The ALIF concept. *Europ. Spine J.*, 9 (Suppl 1): S35–43, 2000.
12. MIN, J. H., JANG, J. S., LEE, S. H.: Comparison of anterior- and posterior-approach instrumented interbody fusion for spondylolisthesis. *J. Neurosurg. Spine*, 7: 21–26, 2007.
13. NĚMEC, F., CHALOUPKA, R., KRBEC, M., MESSNER, P.: Hodnocení kvality života pacientů s degenerativním onemocněním bederní páteře. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 76: 20–24, 2009.
14. REPKO, M., KRBEC, M., BURDA, J., PEŠEK, J., CHALOUPKA, R., TICHÝ, V., NEUBAUER, J.: Prostá kostěná fúze versus instrumentovaná hemivertebrektomie v operační léčbě kongenitálních skolióz. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 75: 180–184, 2008.
15. SASSO, R. C., Le HUEC, J. CH., SHAFFREY, Ch.: Iliac Crest Bone Graft Donor Site Pain After Anterior Lumbar Interbody Fusion: A Prospective Patient Satisfaction Outcome Assessment. *J. Spinal Disord.*, 18: S77–81, 2005.
16. SCHOFFERMAN, J., SLOSAR, P., REYNOLDS, J., GOLDTHWAITE, N., KOESTLER, M.: A prospective randomized comparison of 270 degrees fusion to 360 degrees fusion (circumferential fusions). *Spine*, 26: E207–212, 2001.
17. SMIT, T. H., MÜLLER, R., van DIJK, M., WUISMAN, P. I.: Changes in bone architecture during spinal fusion: three years follow-up and the role of cage stiffness. *Spine*, 28: 1802–1808, 2003.
18. ŠRÁMEK, J., ŠTULÍK, J., ŠEBESTA, P., VYSKOČIL, T., KRYL, J., NESNÍDAL, P., BARNA, M.: Hyperextenční poranění krční páteře při spondylóze. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 76: 128–132, 2009.
19. ŠTULÍK, J., KRBEC, M., VYSKOČIL.: Použití biokeramiky při ošetřování zlomenin TL páteře. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 69: 288–294, 2002.
20. VČELÁK, J., TÓTH, L.: Operační léčba spondylitidy. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 75: 110–116, 2008.
21. ZOU, X., LI, H., BÜNGER, M., EGUND, N., LIND, M., BÜNGER, C.: Bone ingrowth characteristics of porous tantalum and carbon fiber interbody devices: an experimental study in pigs. *Spine J.*, 4: 99–105, 2004.
22. ZOU, X., LI, H., TENG, X., XUE, Q., EGUND, N., LIND, M., BÜNGER, C.: Pedicle Screw fixation enhanced anterior lumbar interbody fusion with porous tantalum cages: an experimental study in pigs. *Spine*, 30: E392–399, 2005.

MUDr. Jiří Matějka, Ph.D.,
Pod Všemi svatými 75,
301 00 Plzeň
E-mail: matejka@fnplzen.cz