

Přední mezitělová spondylodéza krční páteře klecí Zero-P

(Prospektivní studie – radiologické výsledky s minimálně ročním sledováním)

Anterior Interbody Fusion of the Cervical Spine with a Zero-P Spacer. Radiographic Results with a Minimum Follow-up of One Year in a Prospective Study

VANĚK P., BRADÁČ O., SAUR K.

Neurochirurgická klinika, Ústřední vojenská nemocnice Praha

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The aim of this study was to compare the efficacy of anterior cervical microdiscectomy and fusion carried out using a newly designed interbody spacer with that of a standard cage plate construct in patients with symptomatic cervical spine spondylosis. The comparison was based on radiographic results and fusion rates.

MATERIAL

A total number of 113 consecutive patients were enrolled in this prospective study between October 2008 and July 2009. Mono- or bisegmental spondylosis was diagnosed in the patients in whom conservative treatment of cervicobrachial symptoms had had no effect. Patients with myelopathy were not included.

METHODS

All patients underwent standard anterior microdiscectomy (at one or two levels). The novel anchored spacer Zero-P was used in 61 patients (group 1) and, in 52 patients, stabilisation was done using the interbody spacer Cornerstone and dynamic plate Premier (group 2). Lateral radiographic views of the cervical spine were obtained before surgery and at 6 weeks, and then at 3, 6 and 12 months after surgery. During follow-up, the cervical spine sagittal alignment (CobbC), segmental angle of the treated levels (CobbS), amount of segmental collapse and fusion rates were measured.

RESULTS

There was no significant difference in CobbC between the two groups during follow-up ($p < 0.051$). A significant difference in the first two values of CobbS was found ($p < 0.001$), but next changes in CobbS were without any difference in either group. The mean degree of interspace collapse was without any significant difference between the groups. The fusion rate was significantly higher in group 1 than group 2 nine months after surgery ($p = 0.032$), but was the same in both groups at 12 months after surgery ($p = 1.0$).

CONCLUSIONS

The anchored spacer Zero-P provides biomechanical stability for the cervical spine similar to the cage and dynamic plate construct. Efforts to improve the cervical stand-alone anterior fusion device and to eliminate disadvantages of plate systems should be studied in larger patient groups with longer follow-ups.

Key words: cervical spine, interbody fusion, fusion rate, radiology, stand-alone implant, Zero-P.

ÚVOD

Přední krční diskektomie či mikrodiskektomie představují nejčastěji prováděné výkony pro degenerativní onemocnění krční páteře. I přes významný technologický pokrok reprezentovaný nástupem dynamických technologií je v drtivé většině případů indikováno následné provedení mezitělové fúze. V současné době jsou akcep-

továny dva způsoby zajištění mezitělové fúze – 1. technika nejištěného „stand alone“ štěpu či klíčky nebo 2. štěp či klec jištěná dlažkou. Oba jmenované koncepty mají své výhody, ale i potenciální negativa. (10, 13, 16, 17)

Na našem pracovišti standardně zajišťujeme mezitělovou fúzi implantací klíčky, kterou jistíme dynamickou

dlažkou. Od roku 2008 jsme začali ke stejnému účelu využívat i novou úhlově stabilní klíčku. Cílem prezentované práce je porovnání radiologických výsledků obou jmenovaných způsobů ošetření během prvního roku po výkonu.

MATERIÁL A METODIKA

Do prezentované studie jsme v prospektivním režimu na základě informovaného souhlasu zařadili od října 2008 do července 2009 113 nemocných. Všichni nemocní byli po dobu nejméně šesti týdnů konzervativně léčeni pro cervikobrachiální syndrom způsobený degenerativními změnami krční páteře. Přítomnost cervikální myelopatie představovala kontraindikaci pro zařazení do této studie. Ve všech případech byla konzervativní terapie seznána neúčinnou. Indikace k operačnímu řešení byla provedena na základě souladu klinického obrazu a nálezu komprese kořene či míchy na magnetické rezonanci (MR). Nativní rentgenové snímky krční páteře v předozadní a boční projekci byly pořízeny u všech nemocných. Do prezentované studie byli indikováni nemocní se symptomatickým nálezem v jedné či maximálně dvou etážích.

Všichni nemocní podstoupili výkon v celkové anestezii. Po zaměření klinického segmentu, jsme v poloze na zádech z límcového řezu vypreparovali přední stranu krční páteře standardním přístupem dle Smithe a Robinsona (21). Dále byla s pomocí operačního mikroskopu a mikrovrtáčky exstirpována meziobratlová ploténka a sneseny dorzální osteofyty, protnut zadní podélný vaz, revidována mícha a odstup kořenů.

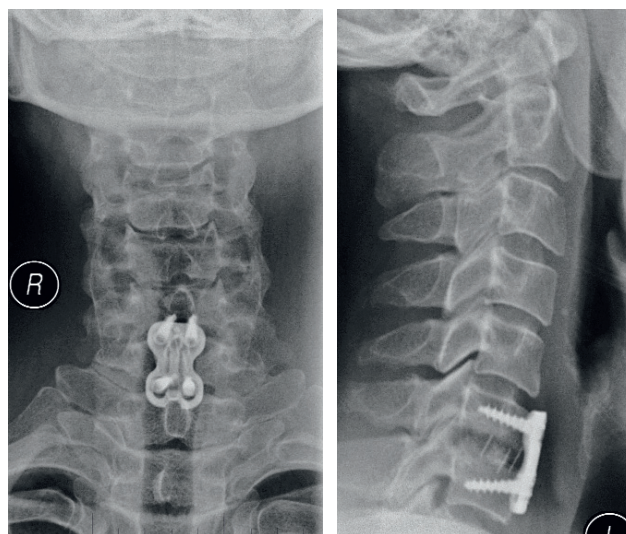
Bezprostředně před výkonem padlo, bez randomizace, rozhodnutí o zajištění mezitělové dýzy, buď do té doby běžným způsobem, tedy implantací mezitělové klíčky Cornerstone (Medtronic, USA) se zajištěním dynamickou dlahou Premier (Medtronic, USA) (obr. 1), nebo implantací nového implantátu Zero-P (Synthes, Švýcarsko) (obr. 2, 3). V obou skupinách byly klece plněny kostní náhradou Chronos (Synthes, Švýcarsko). Všem nemocným byl po výkonu nasazen krční límec Philadelphia.

Vertikalizace nemocných proběhla standardně první pooperační den, po pořízení kontrolního rentgenu krční páteře v předozadní a boční projekci. S odkládáním krčního límce bylo vždy započato první pooperační den, po zhodnocení pooperační rentgenové kontroly. Nemocní rehabilitovali od prvního pooperačního dne posilováním krčních svalů izometrickou kontrakcí. Propuštění do domácího léčení proběhlo 3–4 pooperační den.

Během prvního roku sledování byli nemocní zvaní na pravidelné ambulantní kontroly 6 týdnů, 3 měsíce, půl roku a rok po výkonu.

V průběhu každé z kontrol byly pořízeny aktuální snímky krční páteře v předozadní a boční projekci, půl roku a rok po výkonu navíc doplněny i dynamické projekce.

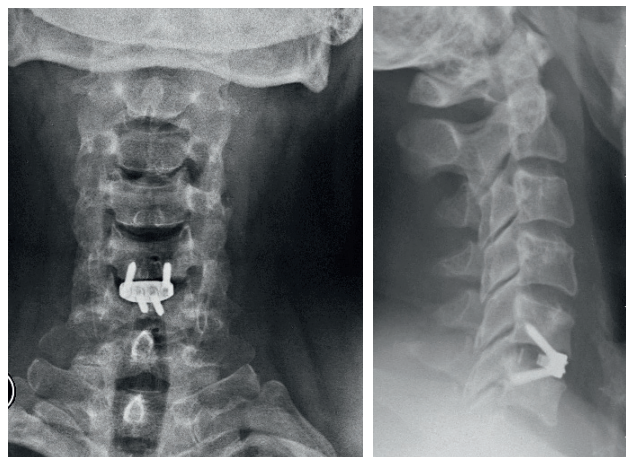
Před operací a během pooperačního sledování jsme hodnotili sagitální profil krční páteře Cobbovým úhlem (CobbC) měřeným mezi dolní krycí deskou druhého



Obr. 1. Rentgenový snímek krční páteře po implantaci klece Cornerstone a dlahy Premier v segmentu C6/7, předozadní a boční projekce.



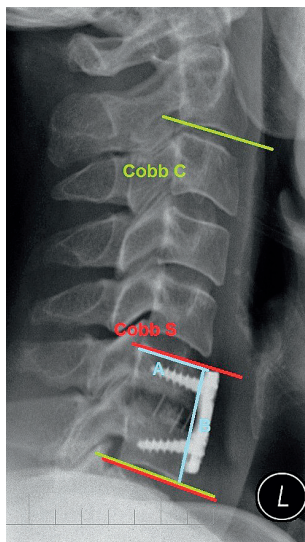
Obr. 2. Klec Zero-P (zařazeno se souhlasem společnosti Synthes, Švýcarsko).



Obr. 3. Rentgenový snímek krční páteře po implantaci klece Zero-P v segmentu C5/6, předozadní a boční projekce.

krčního obratle a dolní krycí deskou sedmého krčního obratle, pokud byl tento zobrazitelný, v opačném případě dolní krycí deskou nejkaudálnějšího vizualizovatelného obratle, ale vždy stejným způsobem u daného nemocného. Obdobně jsme měřili a sledovali Cobbův úhel (CobbS) operovaného segmentu či segmentů. Záro-

veň jsme sledovali změnu výšky operovaného segmentu či segmentů. Pro standardizaci měření výšky segmentu byla tato počítána jako podíl rozměru horní krycí desky k výšce segmentu měřené paralelně s přední stranou páteře (měřeno v mm) (obr. 4). Ke zhodnocení kostní fúze jsme využili modifikované Brantiganovy klasifikace (26). Kvůli zjednodušení jsme použili pouze dvě kategorie – radiologická fúze a nedokončená či neprůkazná radiologická fúze. Podmínku pro klasifikaci nemocného do skupiny fúze představovala přítomnost nejméně jednoho kostního trámce přemostujícího operovaný segment a zároveň úhlová změna do 3° v porovnání rentgenových snímků v předklonu a záklonu.



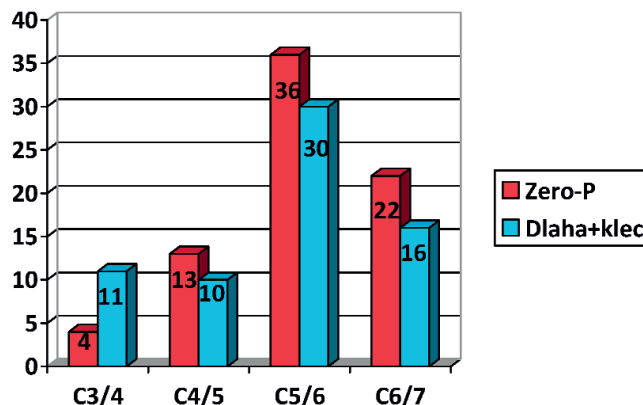
Obr. 4. Způsob provedení jednotlivých měření – Cobb C zeleně, Cobb S červeně a modře výška vyjádřená poměrem A/B.

Statistické zpracování bylo provedeno metodou ANOVA pro opakovaná měření. Srovnávali jsme vývoj parametrů CobbS, CobbC a relativní výšky operovaných segmentů dle použitých implantátů (skupina Zero-P a skupina mezitělová klec a dlaha) v závislosti na čase, tedy vliv proměnných skupina, čas a jejich vzájemná interakce. Srovnání podílu fúzovaných segmentů při jednotlivých kontrolách v obou skupinách bylo provedeno pomocí Fisherova testu, stejně jako srovnání podílu pacientů s operovanými dvěma segmenty.

VÝSLEDKY

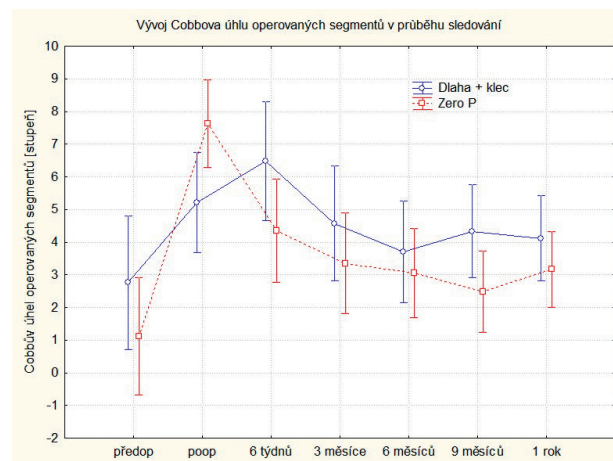
Klec Zero-P jsme implantovali 61 nemocným, celkem bylo takto odoperováno 75 segmentů. Kontrolní skupinu tvořilo 62 nemocných, kdy dlaha spolu s klecí byla použita pro stabilizaci celkem 67 segmentů. Operace byly provedeny v rozsahu celé subaxiální krční páteře od C3 po C7, četnost a typ výkonu v jednotlivých etážích demonstruje graf 1. Obě vytvořené skupiny jsou srovnatelné vzhledem k počtu pacientů u nichž byla indikována jedno či dvousegmentová operace ($p = 0,791$). Naměřené hodnoty CobbC vykazovaly pro skupinu ošetřenou Zero-P nižších hodnot před operací i v pooperač-

Graf 1. Počet výkonů provedených v jednotlivých etážích od C3 po C7 ($p = 0,64$)

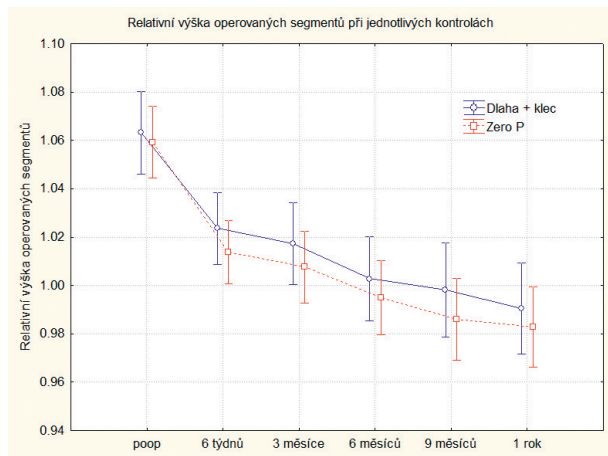


ním průběhu při porovnání s nemocnými ošetřenými dlahou a klecí, efekt proměnné skupina však prokázán nebyl ($p = 0,069$). Efekt čas se ukázal jako signifikantní ($p = 0,048$), hodnoty CobbC pro celou sestavu v pooperačním období vzrostly s maximem při kontrole v šesti týdnech a poté při dalších kontrolách opět poklesly. Interakce skupina x čas prokázána jen těsně nebyla ($p = 0,051$), vývoj CobbC lze tedy v obou sledovaných skupinách považovat za srovnatelný. Při studiu vývoje proměnné CobbS byl prokázán efekt času ($p < 0,001$), při první pooperační kontrole byl zřejmý výrazný nárůst hodnoty CobbS, v dalším období hodnoty opět postupně klesaly. Byla prokázána též interakce skupina x čas ($p < 0,001$), zde byla maximální hodnota CobbS ve skupině Zero-P dosažena při první pooperační kontrole, ve druhé skupině byla maximální hodnota naměřena při druhé pooperační kontrole. Dále již jsou naměřené hodnoty CobbS v obou skupinách srovnatelné (graf 2). Relativní výška operovaných segmentů vzhledem k předoperačnímu stavu pro celou sestavu je vynesena v grafu 3, efekt času zde byl signifikantní ($p < 0,001$). Při první pooperační kontrole byl nárůst výšky operovaných segmentů průměrně 6 %, tato hodnota poté v čase klesala a při roční kontrole se dostala na úroveň 99 %

Graf 2. Vývoj hodnot CobbS v obou skupinách během před a pooperačního sledování ($p < 0,001$)



Graf 3. Změna relativní výšky operovaných segmentů v obou skupinách během pooperačního sledování ($p = 0.032$)



předoperačního stavu. Efekt skupiny ani interakce skupina x čas zde prokázána nebyla.

Podíl pacientů, u nichž byla prokázána radiologická fúze při kontrolách v šesti, devíti a dvanácti měsících v obou skupinách, je v tabulce 1. Rozdíl dosáhl significance při kontrole v devíti měsících, kdy je podíl zfúzovaných segmentů ve skupině Zero-P významně vyšší ($p = 0,032$). Radiologické fúze je po roce dosaženo u 95 % nemocných ošetřených klecí Zero-P a 96 % s implantovanou klecí a dlahou ($p = 1,0$). Ve sledovaném období nebyl nikdo z nemocných reoperován pro selhání implantátu.

Tab.1. Porovnání radiologické fúze 9 měsíců po výkonu – 1 dokončená fúze, 0 bez jasných známek kostního prohojení ($p = 0,032$)

	F bin 9 měsíců (0)	F bin 9 měsíců (1)	Row (Totals)
Dlahy + klec	28	24	52
Zero-P	17	44	61
Celkem	45	68	113

DISKUSE

Přední mezitělová fúze krční páteře nastolená vložením nefixovaného autoštetu do operovaného segmentu krční páteře s sebou nesla celou řadu komplikací ve smyslu kolapsu či migrace štetu s následnou segmentální kyfotizací a pseudoartrózou, rovněž tak řada komplikací byla zaznamenána ve vlastním odběrovém místě štetu (1, 4).

Požadavek na zvýšení okamžité pooperační stability po vložení kostního štetu mezi obratlová těla vedl k vývoji systémů předního dlahování. Původně se jednalo o úhlově nestabilní systémy s nejištěnými vruty, následované druhou generací úhlově stabilních dlah s vruty rigidně jištěnými v dlahy až po současnou třetí generaci systémů dlah dynamických, které disponují mechanismem zajištění vrutu do dlahy, ale zároveň umožňují kontrolované snížení operovaného segmentu a nastolují tím lepší podmínky pro kostní hojení (3, 17).

Ani použití dlah ovšem není prosto komplikací. Tyto jsou udávány až ve 35 % případů, pokud hodnotíme všechny generace dlahových systémů současně. Analýza úhlově stabilních systémů prokázala až 18 % jmenovaných selhání, i když většina prací referuje incidence těchto komplikací v procentu nižším. (13, 17). Přítomností dlahy na přední straně krční páteře a její kontakt s jícnem jako takové jsou považovány za možné příčiny pooperační dysfagie, jejíž incidence se udává až 30 % během prvních tří pooperačních měsíců (18). Tuto teorii potvrzuje i významně nižší výskyt pooperační dysfagie u nemocných po implantaci krční artroplastiky v porovnání s nemocnými ošetřenými krční dlahou (16, 25). Přítomnost dlahy pravděpodobně může i akcelarovat degenerativní změny v přilehlých segmentech (10). V porovnání s autograftem fúzuje allograft pomaleji, což ovšem u instrumentovaných výkonů nepředstavuje problém (23). Podle jiných zdrojů může častěji dojít k jeho vboření či zlomení (10, 27) a stále občas zmiňovaným problémem je i riziko možného přenosu infekčních onemocnění (5).

Dalším logickým krokem reagujícím na výše uvedené výčet nedostatků na poli zajištění fúze operovaného segmentu degenerativně změněné krční páteře představují umělé mezitělové výplně, klece. Jsou vyráběny z různých materiálů, různého tvaru a bývají určeny k zavedení bez pomocného zajištění v segmentu – „stand alone“ technikou (14). Jakkoliv je tento způsob ošetření krční páteře široce akceptován (8, 25), má i tento koncept řadu slabých míst. Hlavním nedostatkem je nižší extenční stabilita nefixované klece, která je pravděpodobně zodpovědná za vbořování klece, případně vznik segmentální kyfózy v operovaném segmentu (11, 19).

Okamžitá biomechanická stabilita dosažená v operovaném segmentu implantací klece Zero-P byla testována v rámci in vitro studie vedené Scholezem et al. Byla zjištěna nižší stabilita Zero-P ve flexi a extenzi v porovnání s klecemi jištěnými dlahou. Rozdíl však nebyl shledán významným. V lateroflexi a rotaci nebylo zjištěno rozdílu mezi jednotlivými skupinami (20). Zavedení mezitělové klece vede k restauraci výšky meziobratlového prostoru, obnovení segmentální lordózy, které byly postiženy degenerativním procesem vycházejícím z meziobratlové ploténky (9). Integrální součástí klece Zero-P je dlažka a vruty, jež eliminují základní nedostatek „stand alone“ klecí, tedy extenční nestabilitu (11, 19).

Naše měření nicméně opravňují k úvahám, že poměry nastolené implantací klece Zero-P nejsou pravděpodobně totožné se situací, kterou přinese implantace klece a dlahy. Klec Zero-P je u anestézií relaxovaného nemocného zavedena do ošetřovaného prostoru a čtveřice jisticích vrutů je následně zaváděna z prostoru disku kraniálním a kaudálním směrem divergentně. Tento způsob zavedení vrutů může přinést určitou distrakci ve ventrální části operovaného prostoru a může být odpovědný za větší lordotizaci, vyšší hodnoty CobbS, operovaného segmentu v porovnání s technikou klece jištěné dlahou. Naopak pokud je implantovaná klec jištěna dlahou, je implantací dlahy provedena i komprese seg-

mentu přes klec. Kompresi na přední straně operovaného segmentu vede k redukci segmentální lordózy dosažené předchozí implantací klece. Nicméně již na kontrole po 6 týdnech dochází následkem fyziologického zatížení k významnému poklesu CobbS ve skupně ošetřené klecí Zero-P, na čemž se kromě axiálního zatížení pravděpodobně podílí i zmíněná nižší biomechanická stabilita implantátu ve flexi a extenzi. Stejný mechanismus vede naopak k zvýšení CobbS u nemocných stabilizovaných dlahou, kdy fyziologické zatížení segmentu pracuje proti tahu, který vytváří dlahu na přední straně páteře, což odpovídá maximu naměřených CobbS 6 týdnů po výkonu. Od 6. týdne jsme zaznamenali pokles hodnot CobbS v obou skupinách, mezi oběma sledovanými skupinami jsme již ve zbytku sledovaného období nenašli významných rozdílů.

Bylo publikováno, že operace v jednom či dvou segmentech krční páteře neovlivňují celkový sagitální profil krční páteře, a to i v případě, že dochází k zaboření klecí s následnou segmentální kyfotizací (2). Stejně tak i v našem souboru celkový sagitální profil krčních páteří vyjádřený měřením CobbC nevykazoval významných odchylek v porovnání obou skupin, stejně tak jako ve sledovaném období.

Vboření „stand alone“ klecí s či bez následné segmentální kyfotizace je považováno za jednu z hlavních slabín toho typu stabilizace krční páteře (11). Song et al. zaznamenali při porovnání techniky „stand alone“ klece s technikou klece jištěné dlahou 32,3 % vboření nejjištěných klecí v porovnání s 9,7 % ve skupině s dlahou (22). My jsme hodnotili relativní snížení výšky operovaných segmentů a zaznamenali jsme srovnatelné výsledky v obou námi sledovaných skupinách.

Fraser a Hartl provedli metaanalýzu 2 682 nemocných po provedení fúze v oblasti krční páteře předním přístupem. Celkem zjistili, že v celém sestavě bylo kvalitní radiologická fúze nalezena u 92,1 % nemocných po výkonu v jednom segmentu a u 79,9 % výkonů ve dvou segmentech, pokud však vyčlenili pouze nemocné ošetřené krční dlahou došlo k navýšení počtu fúzí v jednom segmentu na 97,1 % a ve dvou segmentech na 94,6 % (7). Fúze u „stand alone“ klecí je udávána od neuspokojivých 62 % (24) až po hodnoty srovnatelné s nemocnými ošetřenými autoštěpem a dlahou, jak publikovali např. Fernandez-Fairen et al (6). Navíc je pro úplnost nutno zmínit, že existuje určitá názorová nekonzistence stran významu kvality radiologické fúze a klinického obrazu – existují práce obhajující význam dobrého kostního prohojení pro klinický efekt operace (16) a jiné, které toto zpochybňují (12). Nicméně kvalita kostní fúze je jedním ze základních ukazatelů kvality ošetření operovaného segmentu daným implantátem. V našem souboru jsme po roce zaznamenali radiologickou fúzi v 95 % resp. 96 % případů, což i vzhledem k tomu, že byla místo autoštěpu použita kostní náhrada, považujeme za více než uspokojivé. Zmíněná nižší stabilita ve flexi a extenzi, byť nevýznamná v porovnání s dlahou, může být příčinou rychlejšího kostního prohojení, které je zřejmé při kontrole v devátém pooperačním měsíci.

ZÁVĚR

Výsledky prezentované studie potvrzují biomechanické předpoklady spojené s klecí Zero-P. Implantací této nové klece jsou v operovaném segmentu nastoleny biomechanické poměry srovnatelné se situací, kdy je segment ošetřen dynamickou dlahou. Tento implantát disponuje potenciálem významně zdokonalit „stand alone“ koncept, tedy zároveň eliminovat nevýhody spojené s implantací a přítomností krční dlahy po přední krční mikrodisektomii pro degenerativní onemocnění krční páteře. Dosavadní velmi nadějně předpoklady je nicméně nutno potvrdit během delšího intervalu sledování a na rozsáhlejší souboru nemocných. Po dvou letech bude zároveň vyhodnocen klinický obraz nemocných v obou skupinách.

Literatura

1. BANWART, J. C., ASHER, M. A., HASSANEIN, R. S.: Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. *Spine*, 20: 1055–1060, 1995.
2. BARSÁ, P., SUCHOMEL, P.: Factor affecting sagittal malalignment due to cage subsidence in standalone cage assisted anterior cervical fusion. *Eur. Spine J.*, 16: 1395–1400, 2007.
3. BOHLER, J., GAUDERNAK, T.: Anterior plate stabilization for fracture dislocations of lower cervical spine. *J. Trauma*, 20: 203–205, 1980.
4. BRODSKY, A. E., KHALIL, M. A., SASSARD, W. R.: Repair of symptomatic pseudoarthrosis of anterior cervical spine. Posterior versus anterior repair. *Spine*, 17: 1137–1143, 1992.
5. BUCK, B. E., MALINEN, T. I., BROWN, M. D.: Bone transplantation and human immunodeficiency virus: an estimate of acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 240: 129–136, 1989.
6. FERNÁNDEZ-FAIREN, M., SALA, P., DUFOO, M. JR., BALLESTER, J., MURCIA, A., MERZTHAL, L.: Anterior cervical fusion with tantalum implant: a prospective randomized controlled study. *Spine*, 33: 465–472, 2008.
7. FRASER, J. F., HARTL, R.: Anterior approaches to fusion of the cervical spine: a metaanalysis of fusion rates. *J. Neurosurg. Spine*, 6: 293–303, 2007.
8. HACKER, R. J.: A randomised prospective study of an anterior cervical fusion device with minimum 2 years follow up results. *J. Neurosurg. (Spine2)*, 93: 222–226, 2000.
9. KANDZIORA, F., PFLUGMACHER, R., SCHAFER, J., BORN, C., DUDA, G., HAAS, M. P., MITTLMEIER, T.: Biomechanical comparison of cervical spine interbody fusion cages. *Spine*, 26: 1850–1857, 2001.
10. KAO, F. C., NIU, C. C., CHEN, L. H.: Maintenance of interbody space in one- and two-level anterior cervical interbody fusion: comparison of the effectiveness of autograft, allograft and cage. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 430: 108–116, 2005.
11. KOLSTAD, F., NYGAARD, O. P., ANDERSEN, H., LEIVSETH, G.: Anterior cervical arthrodesis a „stand alone“ cylindrical titanium cage. Prospective analysis of radiographic parameters. *Spine*, 35: 1545–1550, 2010.
12. LOFGREN, H., ENQUIST, M., HOFFMANN, P., SIGSTEDT, B., VAVRUCH, L.: Clinical and radiological evaluation of trabecular metal and Smith-Robinson technique in anterior cervical fusion for degenerative disease: a prospective, randomized controlled study with 2-year follow up. *Eur. Spine J.*, 19: 464–473, 2010.
13. LOWERY, G. I., MCDONOUGH, R. F.: The significance of hardware failure in anterior cervical plate fixation. Patient with 2 to 7 year follow up. *Spine*, 23: 181–186, 1998.

14. MATGE, G.: Cervical cage fusion with 5 different implants: 250 cases. *Acta Neurochirurg.*, 144: 539–549, 2002.
15. MCAFEE, P. C., CAPUCCINO, A., CUNNINGHAM, B. W., DEVINE, J. G., PHILLIPS, F. M., REGAN, J. J., ALBERT, T. J., AHRENS, J. E.: Lower incidence of dysphagia with cervical arthroplasty compared with ACDF in a prospective randomized clinical trial. *J. Spinal. Disord. Tech.*, 23: 1–7, 2010.
16. PEOLSSON, A., VAVRUCH, L., HEDLUND, R.: Long-term randomised comparison between a carbon fibre cage and the Cloward procedure in the cervical spine. *Eur. Spine J.*, 16: 173–178, 2007.
17. PITZEN, T. R., CHROBOK, J., ŠTULÍK, J., RUFFING, S., DRUMM, J., SOVA, L., KUČERA, R., VYSKOČIL, T., STEUDEL, W. I.: Implant complications, Psion, los sof lordosis and outcome after anterior cervical plating with dynamic or rigid plates. *Spine*, 34: 641–646, 2009.
18. RILEY, L. H., SKOLASKY, M. A., ALBERT, T. A.: Dysphagia after anterior cervical decompression and fusion: Prevalence and risk factors from a longitudinal cohort study. *Spine*, 30: 2564–2569, 2005.
19. SHIMAMOTO, N., CUNNINGHAM, B. W., DMITRIEV, A. E., MINAMI, A., MCAFEE, P. C.: Biomechanical evaluation of stand-alone interbody fusion cage in the cervical spine. *Spine*, 26 : 432–436, 2001.
20. SCHOLZ, M., REYES, P.M., SCHLEICHER, P., SAWA, A. G. U., BAEK, S., KANDZIORA, F., MARCIANO, F. F., CRAWFORD, N. R.: A New stand-alone cervical anterior interbody fusion. Biomechanical comparison with established anterior cervical fixation device. *Spine* 34: 156–160, 2009.
21. SMITH, G. W., ROBINSON, R. A.: The tratment of certain cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. *J. Bone Jt Surg.*, 40-A: 607–624, 1958.
22. SONG, K. J., TEGHAVI, C. E., LEE, K. B., SONG, J. H.: The efficacy of plate construct augmentativ versus stand alone in anterior cervical Psion. *Spine*, 34: 2886–2892, 2009.
23. SUCHOMEL P., BARSA P., BUCHVALD P., SVOBODNÍK A., VANÍČKOVÁ E.: Autologous versus allogenic bone grafts in instrumented anterior discectomy and fusion: a prospective study with respekt to bone union patern. *Eur. Spine J.*, 13: 510–5, 2004.
24. ŠTULÍK, J., KRYL, J., ŠEBESTA, P., VYSKOČIL, T., KRBEC, M., TRČ, T.: Mobilní náhrada krční meziobratlové ploténky ProDisc- C: prospektivní monocentrická dvoulletá studie. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 75: 253–261, 2008.
25. THOME, C., LEHETA, O., KRAUSS J.K., ZEVARIDIS, D.: A prospective randomized comparison of rectangular titanium cage Psion and iliac crest autograft fusion in patints undergoing anterior cervical discectomy. *J. Neurosurg. Spine*, 4: 1–9, 2006.
26. VAVRUCH, L., HEDLUND, R., JAVID, D., LESZNIEWSKI, W., SHALABI, A.: A prospective randomized comparison between the Cloward procedure and a carbon fiber cage in the cervical spine: a clinical and radiologic study. *Spine*, 27: 1694–1601, 2002.
27. ZDEBLICK, T. A., DUCKER, T. B.: The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusions. *Spine*, 16: 726–29, 1991.

Korespondující mautor:

MUDr. Petr Vaněk
Neurochirurgická klinika UVN
U Vojenské nemocnice 1200
169 00 Praha 6
E-mail: vanekpet@uvn.cz