

Minimálně invazivní torakoskopicky asistovaný transdiafragmatický přístup při ošetřování předního sloupce torakolumbálního přechodu

Minimally Invasive Thoracoscopic Transdiaphragmatic Approach to Thoracolumbar Junction Fractures

J. KOČIŠ, P. WENDSCHE, V. MUŽÍK, A. BILIK, R. VESELÝ, I. ČERNOHOUSOVÁ

Klinika traumatologie LF MU v Úrazové nemocnici Brno

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

A retrospective analysis of patients with thoracolumbar junction fractures who underwent video-assisted thoracoscopic surgery via a minimally invasive approach (minithoracotomy) for reconstruction of the anterior spinal column.

MATERIAL

Between 2002 and 2006, a total of 127 patients were treated by this technique. The age of the group, including 75 men and 52 women, ranged from 18 to 75 years (average, 45.9 years). L1 and Th12 fractures were treated in 71 and 66 patients, respectively. Based on CT scans and operative findings, the fractures were assessed as type A in 81, type B in 42 and type C in four patients. The causes of injury were a fall from height in 72, a pedestrian's fall in 29, a traffic accident in 23 and other in three patients. On admission 19 patients had a neurological deficit of varying degree: Frankel grade A, eight patients; grade B, four; grade C, five; and grade D, two patients.

METHODS

The patients were treated by either posterior stabilization and, at the second stage, the minimally invasive technique via an anterior approach, or the minimally invasive anterior procedure alone. Transpedicular posterior stabilization was performed in 52 patients. All of them had an anterior procedure completed with screw-rod-screw stabilization, and the vertebral body was replaced with an allograft or an expandable titanium cage in 50 and two patients, respectively. The anterior approach alone was used in 75 patients, who received a bisegmental angle-stable implant in 43 and a monosegmental plate in 32 cases. To replace the vertebral body, allografts were used in 71 and an expandable titanium cage in four patients.

RESULTS

The average follow-up period was 3.9 years (range, 1 to 6 years). In the anterior procedure, the average operative time was 90 min (range, 50 to 130 min) and blood loss ranged from 200 ml to 2300 ml. A complication due to deep infection occurred in one patient and required removal of both the anterior and posterior implants. Bony fusion without complications was achieved in all patients within a year of surgery. The loss of correction after the anterior procedure with an allograft or titanium cage was up to 2 degrees at 1-year follow-up. No conversion of the minimally invasive technique to a conventional approach due to visceral or vascular injury was necessary; nor was revision surgery for fluidothorax needed. No loosening of an anterior implant or cage dislocation was recorded. Hypesthesia in the operative wound area was found in four patients (3.1 %). Improvement in neurological status by at least one Frankel grade was found in 10 of the 19 affected patients.

DISCUSSION

The anterior approach is recommended for reconstruction of the anterior spinal column in burst fractures of the thoracolumbar junction in particular. An isolated posterior approach may result in implant failure during bony union or in the loss of correction after implant removal that can lead to the recurrence of kyphosis. Conventional thoracotomy is often associated with significant morbidity and hence there is a need for a minimally invasive approach to treat thoracolumbar junction injury.

CONCLUSIONS

The minimally invasive approach (minithoracotomy up to 6–7 cm) combined with thoracoscopy is an alternative to an exclusively endoscopic technique enabling us to provide safe surgical treatment of the anterior spinal column.

Key words: thoracolumbar junction, minimally invasive approach, transdiaphragmatic approach, thoracoscopy.

ÚVOD

Přední přístup k torakolumbálnímu přechodu páteře poprvé popsal Hodgson v roce 1960 (15). Tento extenzivní přístup k T/L přechodu zajistil perfektní přehlednost v operačním poli, byl však zatížen značnou morbiditou hrudní a břišní stěny (17, 29). Proto byl vyhrazen pro pacienty s významnou posttraumatickou deformitou nebo při strukturálním onemocnění páteře, které vyžadovalo rekonstrukci předního sloupce páteře. S rostoucí potřebou rekonstrukce předního sloupce páteře a s rozvojem endoskopických technik v chirurgii je v posledních letech patrný vývoj miniinvazivních přístupů k přednímu sloupci páteře pomocí „čistě“ torakoskopického ošetření (2, 8, 19, 20, 30, 33, 39) nebo s využitím minitorakotomie a torakoskopie (25, 52). Smyslem tohoto sdělení je retrospektivní vyhodnocení souboru pacientů se zlomeninou v oblasti torakolumbálního přechodu, u kterých jsme přední sloupec páteře rekonstruovali technikou minitorakotomie v kombinaci s torakoskopií.

MATERIÁL A METODIKA

V letech 2002 – 2006 jsme ošetřili pomocí této metody 127 pacientů. Věk pacientů byl od 18 let do 75 let s průměrem 45,9 roku. V souboru bylo 75 mužů a 52 žen. Zlomenina L1 byla ošetřena 71krát a zlomenina Th12 66krát. Zlomenina byla vyhodnocena na základě CT a peroperačního vyšetření jako typ A 81krát, typ B 42krát a typ C 4krát. Mechanismem úrazu byl nejčastěji pád z výšky 72krát, pád chodce 29krát, auto-moto havárie 23krát a zavalení jako příčina úrazu bylo 3krát. Devatenáct pacientů bylo při přijetí neurologicky postižených. Rozložení bylo Frankel A 8krát, Frankel B 4krát, Frankel C 5krát a Frankel D 2krát.

Všichni pacienti byli ošetřeni buď zadní stabilizací a následně předním přístupem pomocí minimálně invazivní metody, nebo pouze samostatným předním výkonem. Zadním výkonem jsme stabilizovali transpedikulárně zavedeným vnitřním fixátorem 52 pacientů. V druhé době jsme stabilizovali přední sloupce páteře jednoduchou montáží v provedení šroub–tyč–šroub a k náhradě těla jsme použili u těchto pacientů alograft 50krát a expandibilní titanovou náhradu 2krát. Samostatným předním výkonem bylo stabilizováno 75 pacientů úhlově stabilním instrumentářiím bisegmentálně 43krát a monosegmentálně 32krát. K náhradě obratle jsme použili 71krát alograft a 4krát expandibilní titanovou náhradu. Dekomprese z předního přístupu na durální vak byla potřebná u 19 pacientů.

U každého pacienta s podezřením na poranění T/L páteře je indikováno klinické vyšetření. Diagnózu potvrdí rtg vyšetření v a-p a bočné projekci. Pak následuje u všech pacientů CT vyšetření, na základě kterého klasifikujeme zlomeninu T/L páteře podle Magerla a spol. (34). Po rozboru rtg a CT vyšetření se rozhodujeme o terapeutickém postupu. Při podezření na poranění zadních struktur a při rotačním poranění je indikováno primární ošetření ze zadního přístupu (obr.

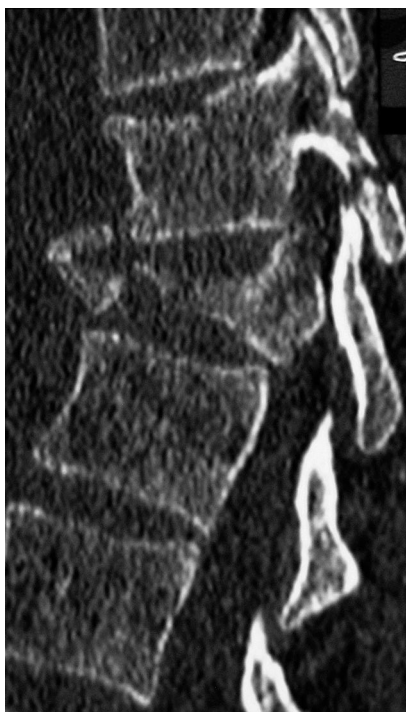
1a,b,c,d). Při současném velkém stupni kominuace předního sloupce páteře (50 % a víc) indikujeme přední výkon v časovém odstupu k rekonstrukci předního sloupce (obr. 1e,f). Samostatný přední výkon indikujeme při poranění obratle typu A bez významné kyfózy, která se lépe koriguje transpedikulárně zavedeným vnitřním fixátorem ze zadního přístupu.

Operační technika předního miniinvazivního přístupu (minitorakotomie) s torakoskopií

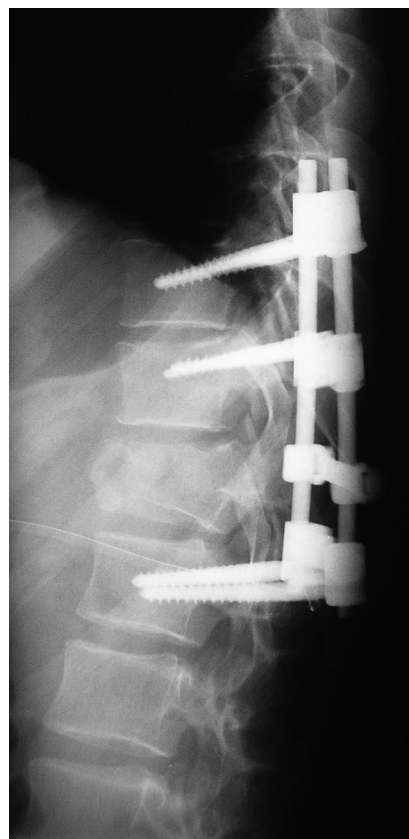
Pacient je intubován v poloze na zádech dvocestnou kanylou s možností kolapsu levé plic. Bronchoskopicky je kontrolována pozice kanyly. Intubace dvoucestnou kanylou však není bezpodmínečně nutná k ošetření torakolumbálního přechodu touto metodou. Po zaintubování je pacient uložen ve vakuové matraci kolmo na pravý bok a v této pozici je zajištěn. Operátor stojí od břicha pacienta, dva asistenti stojí naproti operátorovi. Pod skiaskopickou kontrolou se ujišťujeme o dobré přehlednosti předpokládané instrumentace a korektní pozici pacienta. Po zarouškování operačního pole si pod skiaskopickou kontrolou označíme K-drátem položeným na kůži místo incize pacienta a incidujeme kůži v délce do 6–7 cm. Pak následuje preparace v mezižebří po horním okraji dolního žebra s pečlivým stavěním krvácení až k parietální pleuře. Vyzveme anesteziologa ke kolapsu levé plic, protínáme parietální pleuru a zavádíme rozvěrač do operační rány. Kontrolujeme kolaps levé plic a odsáváme případný fluidotorax. V případě, že levá plic není vyražena z dýchání, plíci zakryjeme vlhkou břišní rouškou a mírným tlakem Langenbeckem plíci tlačíme kraniálně. Pak incidujeme kůži k zavedení portu pro 30° optiku. Místo pro zavedení optiky je 2 až 3 mezižebří kraniálně od minitorakotomie v přední axilární čáře (obr. 2a, b). Bránici odtahujeme dlouhým Langenbeckem kaudálně. Dlouhou pinzetou palpujeme páteř a incidujeme parietální pleuru koagulací nebo harmonickým skalpelem. Vyhledáme ploténku a pod skiaskopickou kontrolou se přesvědčíme o správné úrovni preparace pomocí K-drátu. Dále je potřebné vyhledat segmentální cévy, které koagulujeme. V případě, že plánujeme instrumentovat pod segmentem T12/L1, je nutné protnout bránici v prodloužení incize parietální pleury. Pod skiaskopickou kontrolou zavádíme šrouby do obratlových těl. Následuje odstranění plotének a spongiotizace krycích ploch obratlových těl. Již nyní je vhodné si změřit velikost náhrady těla měřítkem a připravit si náhradu obratlového těla buď z alograftu, nebo vybrat vhodnou velikost titanové náhrady obratlového těla. Následuje karpektomie v potřebném rozsahu. V případě, že potřebujeme dekomprimovat durální vak, postupujeme od distální části obratlového těla směrem kraniálním. Distálně si vizualizujeme durální vak odstraněním zadní hrany obratle pomocí dlouhé zahnuté lžice. Pak uvolňujeme kostní fragment mezi pedikly, který utlačuje durální vak. Často je fragment uvězněn mezi pedikly poraněného obratle a k jeho uvolnění musíme nejdříve resekovat levostranný pedikl. Při uvolňování durálního vaku je nutné počítat s větší krevní ztrátou. Je



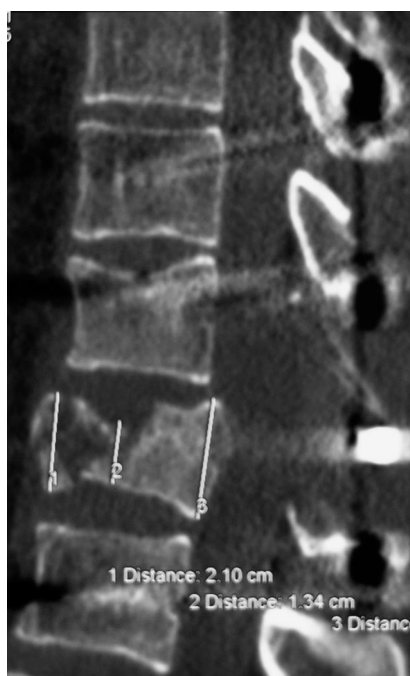
Obr. 1a. Poúrazová rtg bočná projekce
zlomeniny obratle Th11 typ A 1.2
a Th12 typ B 1.2.1+A 3.3



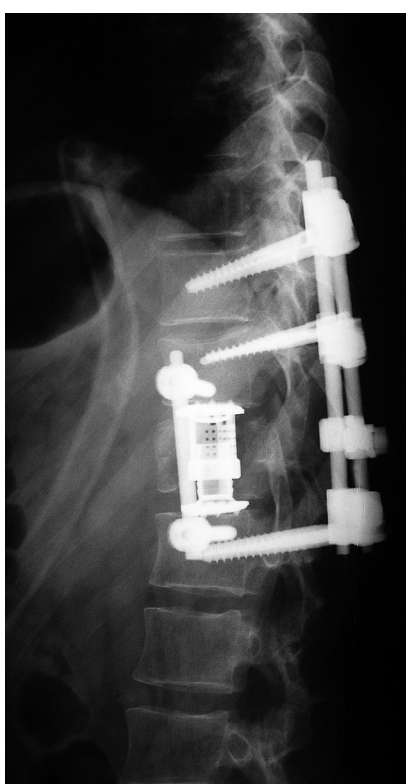
Obr. 1b. Poúrazová CT rekonstrukce
s patrnou zlomeninou i zadních struktur



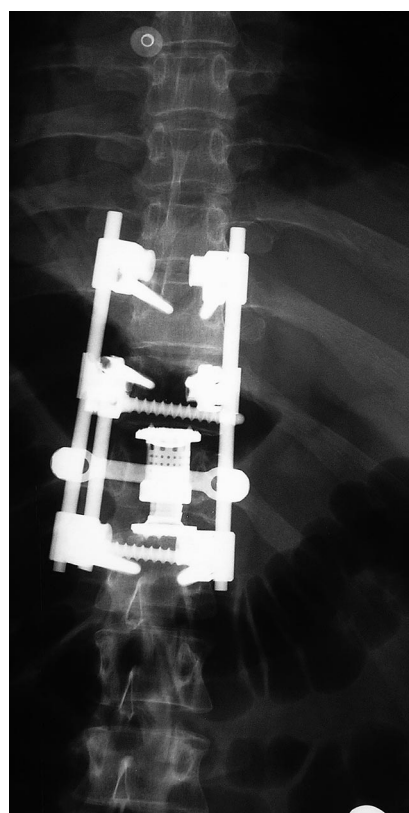
Obr. 1c. Pooperační bočná rtg projekce



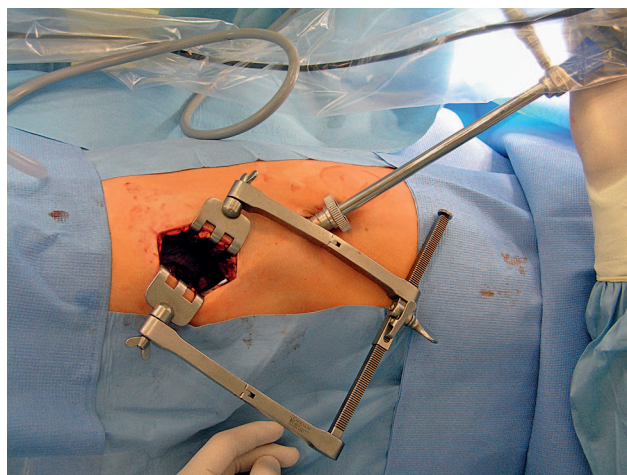
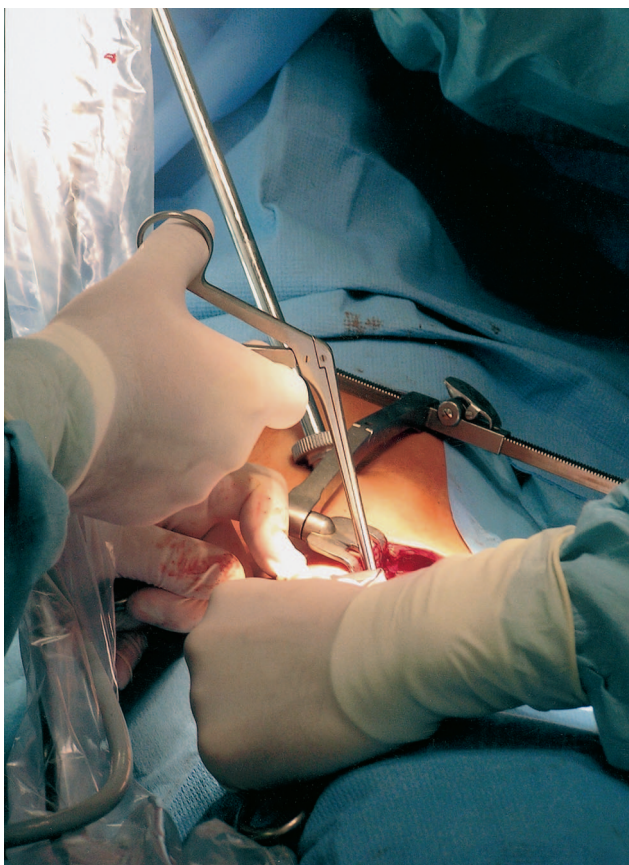
Obr. 1d. Pooperační bočná CT rekonstrukce s rozvinutým obratlem Th12 s dobře patrnou tříštivou zónou obratlového těla



Obr. 1e. Pooperační rtg bočná projekce po předním přístupu s náhradou těla expandibilní klecí Synex



Obr. 1f. Pooperační rtg a-p projekce po předním přístupu



Obr. 2a, b. Peroperační obraz umístění rozvěrače v mini-torakotomii a pozice torakoskopu

a | b

proto výhodné mít už zavedené šrouby instrumentária a připraven přesně odřezaný alograft nebo vybranu titanovou náhradu obratlového těla. Po aplikaci náhrady obratlového těla dokončíme montáž instrumentária a zavádíme hrudní drén. Bránici šijeme jenom při discizi nad 4 cm. K zavedení hrudního drénu použijeme port pro optiku. Pak kontrolujeme rozvinutí horního laloku levé plicе torakoskopicky z minitorakotomie. Následuje sutura operační rány. Pooperačně odstraňujeme hrudní drén, když odpad z drénu nepřesahuje 100 ml/24 hodin, což je obvykle mezi 2. a 4. pooperačním dnem.

VÝSLEDKY

Doba sledování pacientů je minimálně 1 rok a nejdéle 6 let po operaci s průměrem délky sledování 3,9 roku. Délka operace předního výkonu byla od 50 min do 130 min, s průměrem 90 minut. Krevní ztráty při předním výkonu byly od 200 ml do 2300 ml. Hrudní drén byl odstraněn u všech pacientů od 2. pooperačního dne po 4. den s průměrem 3 dnů. Nebyla nutná konverze mini-invazivního přístupu na konvenční přístup pro viscerální nebo cévní poranění. Nebyla nutná pooperační revize pro fluidotorax, ani zaznamenáno uvolnění předního kovu nebo uvolnění náhrady těla. Komplikace operačního přístupu ve smyslu hypostezie v okolí operační rány jsme sledovali u 4 pacientů, tj. v 3,1 %. V sledovaném souboru jsme zaznamenali u jednoho pacienta hlubokou

infekční komplikaci s nutností odstranit zadní i přední kov i titanovou náhradu těla. U všech ostatních pacientů jsme zaznamenali kostní srůst bez komplikací. Ztráta korekce u pacientů po předním výkonu a náhradě těla alograftem nebo titanovou klecí byla do 2° po ročním sledování.

Zaznamenali jsme neurologické zlepšení u 10 z 19 pacientů minimálně o jeden stupeň Frankelovy škály.

DISKUSE

Asi dvě třetiny poranění hrudní a bederní páteře jsou lokalizovány do oblasti T/L přechodu (34). Často se jedná o tříštivé poranění předního sloupce páteře jako následek kompresních sil, nebo současně v kombinaci působících hyperflekčních a/nebo rotačních sil (34). Výsledkem je pak zlomenina s různým stupněm kyfózy následkem destrukce předního sloupce a poranění zadních struktur kostních nebo vazivových s útlakem páteřního kanálu (47, 49). Součástí těchto zlomenin je i vysoká incidence neurologického poranění (4, 12, 14, 18). Způsob ošetření zlomenin hrudní a bederní páteře se v posledních desetiletích výrazně změnil.

Dlouhodobé léčení poranění páteře na lůžku bylo spojeno s vyšší morbiditou a mortalitou. Zlepšení situace přinesla možnost repozice polohováním, následná aplikace korzetu a vertikalizace pacienta (5). Dalším významným mezníkem bylo zavedení Harringtonova instrumentária k repozici a fixaci obratlů ze zadního přístupu (6). Nevýhodou instrumentace byla nemožnost dekyfotizace samotným instrumentáři, semirigidní fixace a nutnost dlouhé montáže (2 segmenty nad a 2–3 segmenty pod úroveň poranění). Vývoj transpedikulární stabilizace přinesl vyšší stabilitu páteřního fixátoru, a tak bylo možné stabilizovat poraněnou páteř krátkou fixací (4, 45). Korekce kyfózy je dosažena pomocí bisegmentální transpedikulární stabilizace (27, 49, 53).

Korekce segmentální kyfózy pomocí transpedikulárně zavedených šroubů je účinná, často však dochází k sekundární ztrátě korekce 7–16° v průběhu prvního pooperačního roku (1, 22, 23, 37). Posteromedialní, posterolaterální nebo transpedikulární spongioplastika není schopna zabránit této zmíněné ztrátě korekce (1, 22, 23, 48, 49).

Dekomprese páteřního kanálu cestou zadního přístupu je možná nepřímo pomocí tzv. ligamentotaxe (28). Použitím distrakce je možné nepřímo reponovat zadní hranu ligamentotaxí, zejména mezi Th12 a L3, kde je zadní podélný vaz ve dvou silných vrstvách (28). Ligamentotaxe se jeví jako neúčinná při zúžení páteřního kanálu o víc jak 50 % (45). Alternativou nepřímé dekomprese ligamentotaxí je pak cesta přímá, pomocí laminektomie, hemilaminektomie, případně cestou transpedikulární nebo kostotransverzektomie s odstraněním fragmentu, případně jeho repozicí (54). Otázkou zůstává nutnost dekomprese při negativním neurologickém nálezu, vzhledem k tomu, že není jasná korelace mezi dekompresí a neurologickým vývojem pacientů (3). Je popsána schopnost spontánní remodelace páteřního kanálu do 1–5 let (7, 16).

Dekomprese provedená zadním přístupem je však v mnoha případech nedokonalá a krátká instrumentace vede často k selhání implantátu a ztrátě korekce. V současnosti je popisován přední přístup jako nejlepší k přímé dekompresi páteřního kanálu a rekonstrukci předního sloupce páteře (2, 18, 32, 42, 55). S vývojem úhlově stabilních implantátů ke stabilizaci předního sloupce páteře přibývají práce, které doporučují izolovaný přední přístup k dekompresi, náhradě těla a stabilizaci jenom dvou segmentů páteře (36, 44, 46). Při použití pouze samostatného předního přístupu je rovněž popsána ztráta korekce v rozsahu 1–4° (12, 18, 40). Biomechanické studie doporučují kombinovaný zadní a přední přístup (43, 47). Proto někteří autoři doporučují v indikovaných případech kombinovaný přístup k ošetření poranění páteře (2, 9, 19, 22, 31, 42, 50, 51, 52). Problémem předního přístupu k páteři konvenční cestou je dlouhá operační rána (20 cm) a z toho plynoucí morbidita hrudní nebo břišní stěny (2, 11, 17, 29). V 90 letech minulého století je patrný rozvoj torakoskopie při ošetření předního sloupce páteře a meziobratlové ploténky, s využitím transdiafragmatického přístupu pro ošetření T/L přechodu (2, 8, 19, 20). Endoskopická technika ošetření předního sloupce páteře s dobrým výsledkem je popisována i v terapii spinálních deformit (30, 39). K ošetření poranění páteře v oblasti T/L přechodu a zejména pod L2 je možné použít techniku retroperitoneálního endoskopického přístupu (41). Na druhé straně mnohdy čistě endoskopické výkony jsou zatíženy vyšším procentem peroperačních a pooperačních komplikací ve srovnání s otevřenými technikami, jak ve svém článku upozorňuje Escobar (10).

Jako alternativu k ošetření předního sloupce páteře endoskopickou technikou pomocí čtyř portů popsal Kossmann v roce 2001 techniku minimálně invazivní, při které využívá SynFrame retraktor k rozevření mini-torakotomie dlouhé do 4–6 cm. Na rám SynFrame upev-

ňuje torakoskop, a tak šetří jednoho nebo i dva asistenty. K náhradě těla použil titanovou klec u 38 pacientů, autologní štěp nebo alogenní štěp u 27 pacientů. Operační čas uvádí od 90 min. do 295 min. s průměrem 170 minut. Krevní ztráty uvádí průměrně 912 ml, při potřebě uvolnění durálního vaku od 300 ml do 5000 ml (25). Podobně postupuje i Verheyden s tím rozdílem, že je pacient při ošetřování předního sloupce v pronační poloze. Jako výhodu tohoto postupu uvádí možnost současně reponovat ze zadního a předního přístupu v jedné době (52). Na našem pracovišti preferujeme ošetření předního sloupce miniinvazivní technikou v druhé době, obvykle po 5 dnech, v případě, že se rána po zadním přístupu hojí bez komplikací. K náhradě těla preferujeme alogenní diafýzu tibie vyplněnou spongiózou z těla resekovaného obratle. Vyhneme se tak možným chronickým bolestem z odběrového místa autologního štěpu a zkracujeme i dobu operace o čas potřebný k odběru štěpu (35 min.) (24). K rekonstrukci obratlového těla je možné použít autologní trikortikální štěp z lopaty (2, 19, 20, 41), alograft (31, 38) nebo titanovou náhradu (24, 26). Titanová klec se může dislokovat nebo probořit do těla obratle, proto řada autorů doporučuje doplnit stabilizaci předního sloupce implantátem (13, 35). Důvody dislokace a proboření do těla jsou: primárně špatné uložení klece, nedostatečné rozvinutí klece, nedostatečný kontakt mezi rovnou plochou klece a konkavitou krycí desky obratle, porušení krycí desky při diskektomii a přípravě kontaktní plochy krycí desky, osteoporóza těla obratle. Problémy uvedené v samotné kleci řeší výrobce v nové generaci expandibilní náhrady.

Hlubokou infekční komplikaci u pacienta s kombinovaným výkonem jsme řešili v souladu s literaturou (21).

Minimálně invazivní technika pomocí minitorakotomie (4–5 cm) (52) eliminuje nevýhody čistě endoskopického přístupu, jako jsou zejména dlouhý operační čas (od 70 min. do 9 hod. s průměrem 3,5 hod.), nákladné vybavení endoskopickou technikou a dlouhá doba výuky potřebná pro zvládnutí čistě endoskopické techniky (2).

Minimálně invazivní, nicméně otevřená technika je výhodná z důvodů třídimenzionálního přímého pohledu operátora na přední sloupec páteře, bezpečnou preparaci cév, rychlejší dekompresi páteřního kanálu, bezproblémovou aplikaci náhrady obratlového těla (alograft, expandibilní titanová klec), kratší operační čas a tím i menší krevní ztráty. Výhody miniinvazivních technik k ošetření předního sloupce páteře jsou: kosmetický efekt, redukce bolesti, menší perioperační morbidita a brzký návrat k normálním aktivitám (2, 20, 25, 29).

ZÁVĚR

Minimálně invazivní přístup mini-torakotomie do 6–7 cm v kombinaci s torakoskopií dovoluje bezpečné ošetření předního sloupce páteře s oblasti T/L přechodu. Při ošetření páteře distálně od T12/L1 je nutná disceize bránice. Transdiafragmatická cesta do retroperito-

neálního prostoru dovoluje ošetřit poranění předního sloupce bederní páteře po segment L2/3. Při poranění distálně od tohoto segmentu preferujeme miniinvazivní retroperitoneální přístup.

Literatura

- ALANY, A., ACAROGLU, E., YAZICI, M., AKSOY, C., SURAT, A.: The Effect of Transpedicular Intracorporeal Grafting in the Treatment of Thoracolumbar Burst Fractures on Canal Remodeling. *Europ. Spine J.*, 10: 512–516, 2001.
- BEISSE, R.: Endoscopic Surgery on the Thoracolumbar Junction of the Spine. *Europ. Spine J.*, 15: 687–704, 2006.
- BOERGER, T. O., LIMB, D., DICKSON, R. A.: Does „Canal Clearance“ Affect Neurological Outcome after Thoracolumbar Burst Fractures? *J. Bone Jt Surg.*, 82-B: 629–635, 2000.
- CARL, A. L., TROMANHAUSER, S. G., ROGER, D. J.: Pedicle Screw Instrumentation for Thoracolumbar Burst Fractures and Fractures Dislocations. *Spine*, 17: S317–24, 1992.
- CHOW, G. H., NELSON, B. J., GEBHARD, J. S., et al.: Functional Outcome of Thoracolumbar Burst Fractures Managed with Hyperextension Casting or Bracing and Early Mobilization. *Spine*, 21: 2170–5, 1996.
- CRUTCHER, J. P. Jr., ANDERSON, P. A., KING, H. A., et al.: Indirect Spinal Canal Decompression in Patients with Thoracolumbar Burst Fractures Treated by Posterior Distraction Rods. *J. Spinal Disord.*, 4: 39–48, 1991.
- DE KLERK, L. W., FONTIJNE, W. P., STIJNEN, T., BRAAKMAN, R., TANGHE, H. L., VAN LINGE, B.: Spontaneous Remodeling of the Spinal Canal after Conservative Management of Thoracolumbar Burst Fractures. *Spine*, 23: 1057–1060, 1998.
- DICKMAN, C. A., ROSENTHAL, D., KARAHALIOS, D. G., et al.: Thoracic Vertebrectomy and Reconstruction Using a Microsurgical Thoracoscopic Approach. *Neurosurgery*, 38: 279–93, 1996.
- DIMAR, J. R. II., WILDE, P. H., GLASSMAN, S. D. et al.: Thoracolumbar Burst Fractures Treated with Combined Anterior and Posterior Surgery. *Amer. J. Orthop.*, 25: 159–65, 1996.
- ESCOBAR, E., TRANSFELDT, E., GARVEY, T., OGILVIE, J., GRABER, J., SCHULTZ, L.: Video-Assisted Versus Open Anterior Lumbar Spine Fusion Surgery. *Spine*, 28: 729–732, 2003.
- FACISZEWSKI, T., WINTER, R. B., LONSTEIN, J. E., et al.: The Surgical and Medical Perioperative Complications of Anterior Spinal Fusion Surgery in the Thoracic and Lumbar Spine in Adult. A Review of 1223 Procedures. *Spine*, 20: 1592–1599, 1995.
- GHANAYEM, A. J., ZDEBLICK, T. A.: Anterior Instrumentation in the Management of Thoracolumbar Burst Fractures. *Clin. Orthop.*, 335: 89–100, 1997.
- GRADL, G.: Combined Stabilization of Thoracolumbar Spine Fractures. *Europ. J. Trauma*, 32: 249–252, 2006.
- HITCHON, P. W., TORNER, J. C., HADDAD, S. F., et al.: Management Options in Thoracolumbar Burst Fractures. *Surg. Neurol.*, 49: 619–26, 1998.
- HODGSON, A. R., STOCK, F. E., FANG, H. S., ONG, G. B.: Anterior Spinal Fusion. The Operative Approach and Pathological Findings in 412 Patients with Pott's Disease of the Spine. *Brit. J. Surg.*, 48: 172–178, 1960.
- JOHANSSON, R., HERRLIN, K., HAGGLUND, G., STROMQVIST, B.: Spinal Canal Remodeling after Thoracolumbar Fractures with Intraspinous Bone Fragments. 17 Cases Followed 1–4 Years. *Acta orthop. scand.*, 62: 125–127, 1991.
- KALSO, E., PERTTUNEN, K., KAASINEN, S.: Pain after Thoracic Surgery. *Acta Anesthesiol. scand.*, 36: 96–100, 1992.
- KANEDA, R., TANEICHI, H., ABUMI, K. et al.: Anterior Decompression and Stabilization with the Kaneda Device for Thoracolumbar Burst Fractures Associated with Neurological Deficits. *J. Bone Jt Surg.*, 79-A: 69–83, 1997.
- KHO, L. T., BEISSE, R., POTULSKI, M.: Thoracoscopic-Assisted Treatment of Thoracic and Lumbar Fractures: A Series of 371 Consecutive Cases. *Neurosurgery*, 51: 104–17, 2002.
- KIM, D. H., JAHNG, T. A., BALABHADRA, R. S. V., POTULSKI, M., BEISSE, R.: Thoracoscopic Transdiaphragmatic Approach to Thoracolumbar Junction Fractures. *The Spine Journal*, 4: 317–328, 2004.
- 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.
- KNOP, C., BLAUTH, M., BASTIAN, L., LANGE, U., KESTING, J., TSCHERNE, H.: Fractures of the Thoracolumbar Spine. Late Results of Dorsal Instrumentation and its Consequences. *Unfallchirurg*, 100: 630–639, 1997.
- KNOP, C., FABIAN, H. F., BASTIAN, L., BLAUTH, M.: Late Results of Thoracolumbar Fractures after Posterior Instrumentation and Transpedicular Bone Grafting. *Spine*, 26: 88–99, 2001.
- KOSSMANN, T., RANCAN, M., JACOBI, D., TRENTZ, O.: Minimally Invasive Vertebral Replacement with Cages in Thoracic and Lumbar Spine. *Europ. J. Trauma*, 27: 292–300, 2001.
- KOSSMANN, T., JACOBI, D., TRENTZ, O.: The Use of a Retractor System (SynFrame) for Open, Minimal Invasive Reconstruction of the Anterior Column of the Thoracic and Lumbar Spine. *Europ. Spine J.*, 10: 396–402, 2001.
- KRBEC, M., ŠTULÍK, J., TICHÝ, V.: Replacement of the Vertebral Body with an Expansion Implant (Synex). *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 69: 158–162, 2002.
- KRBEC, M., ŠTULÍK, J.: Treatment of Thoracolumbar Spinal Fractures Using Internal Fixators (Evaluation of 120 Cases). *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 68: 77–84, 2001.
- KUNER, E. H., KUNER, A., SCHLICKWEI, W., MULLAJU, A. B.: Ligamentotaxis with an Internal Spinal Fixator for Thoracolumbar Fractures. *J. Bone Jt Surg.*, 76-B: 107–112, 1994.
- LANDRENEAU, R. J., HAZELRIGG, S. R., MACK, M. J., et al.: Postoperative Pain-Related Morbidity: Video-Assisted Thoracic Surgery Versus Thoracotomy. *Ann. Thorac. Surg.*, 56: 1285–9, 1993.
- LIEBERMAN, I. H., SALO, P. T., ORR, R. D., KRAETSCHMER, B.: Prone Position Endoscopic Transthoracic Release with Simultaneous Posterior Instrumentation for Spinal Deformity: a Description of the Technique. *Spine*, 25: 2251–7, 2000.
- LILJENQVIST, U., O'BRIEN, J. P., RENTON, P.: Simultaneous Combined Anterior and Posterior Lumbar Fusion with femoral Cortical Allograft. *Europ. Spine J.*, 7: 125–31, 1998.
- LUKÁŠ, R., SUCHOMEL, P., ŠRÁM, J.: Operační řešení zlomenin torakolumbární páteře. *Neurologie pro praxi*, 2: 82–86, 2005.
- MACK, M. J., REGAN, J. J., McAFEE, P. C. et al.: Video-assisted Thoracic Surgery for the Anterior Approach to the Thoracic Spine. *Ann. Thorac. Surg.*, 59: 1100–1106, 1995.
- MAGERL, F., AEBI, M., GERZBEIN, S., HARMS, J., NAZARIAN, S.: A Comprehensive Classification of Thoracic et Lumbar Injuries. *Europ. Spine J.*, 3: 184–201, 1994.
- MATSCHKE, S., WAGNER, CH., DAVIDS, D., WENTZEN, A.: Complications in Endoscopic Anterior Thoracolumbar Spinal Reconstructive Surgery. *Europ. J. Trauma*, 32: 215–226, 2006.
- McDONOUGH, P., DAVIS, R., TRIBUS, C., ZDEBLICK, T.: The Management of Acute Thoracolumbar Burst Fractures with Anterior Corpectomy and Z-Plate Fixation. *Spine*, 29: 1901–1909, 2004.
- McLAIN, R. F., SPARLING, E., BENSON, D. R.: Early Failure of Short-Segment Pedicle instrumentation for Thoracolumbar Fractures. A Preliminary Report. *J. Bone Jt Surg.*, 75-A: 162–7, 1993.
- MOLINARI, R. W., BRIDWELL, K. H., KLEPPS, S. J., et al.: Minimum 5-Year Follow-up of Anterior Column Structural Allografts in the Thoracic and Lumbar Spine. *Spine*, 24: 967–72, 1999.
- NIEMEYER, T., FREEMAN, B. J., GREVITT, M. P., WEBB, J. K.: Anterior Thoracoscopic Surgery Followed by Posterior Instrumentation and Fusion in Spinal Deformity. *Europ. Spine J.*, 9: 499–504, 2000.
- OKUYAMA, K., ABE, E., CHIBA, M., ISHIKAWA, N., SATO, K.: Outcome of Anterior Decompression and Stabilization for Thoracolumbar Unstable Burst Fractures in the Absence of Neurologic Deficits. *Spine*, 21: 620–625, 1996.

41. OLINGER, A., HILDEBRANDT, U., MUTSCHLER, W., MENDER, M. D.: First Clinical Experience with an Endoscopic Retroperitoneal Approach for Anterior Fusion of Lumbar Spine Fractures from Levels T12 to L5. *Surg. Endosc.*, 13: 1215–9, 1999.
42. PAYER, M.: Unstable Burst Fractures of the Thoraco-Lumbar Junction: Treatment by Posterior Bisegmental Correction/Fixation and Staged Anterior Corpectomy and Titanium Cage Implantation. *Acta Neurochir.*, 148: 299–306, 2006.
43. PFLUGMACHER, R., SCHLEICHER, P., SCHAEFER, J., et al.: Biomechanical Comparison of Expandable Cages for Vertebral Body Replacement in the Thoracolumbar Spine. *Spine*, 29: 1413–1439, 2004.
44. SASSO, R. C., BEST, N. M., REILLY, T. M., McGUIRE, R. A.: Anterior-Only Stabilization of Three-Column Thoracolumbar Injuries. *J. Spinal Disord. Tech.*, 18(suppl): 7–14, 2005.
45. SCHNEE, C. L., ANSELL, L. V.: Selection Criteria and Outcome of Operative Approaches for Thoracolumbar Burst Fractures with and without Neurological Deficit. *J. Neurosurg.*, 86: 48–55, 1997.
46. SCHULTHEISS, M., HARTWIG, E., KINZL, L., CLAES, L., WILKE, H. J.: Thoracolumbar Fracture Stabilization: Comparative Biomechanical Evaluation of a New Video-Assisted Implantable System. *Europ. Spine J.*, 13: 93–100, 2004.
47. SCHREIBER, U., BENCE, T., GRUPP, T., STEINEHAUSER, E., MUCKLEY, T., MITTELMEINER, W., BEISSE, R.: Is a Single Anterolateral Screw Plate Fixation Sufficient for the Treatment of Spinal Fractures in the Thoracolumbar Junction ? A Biomechanical in Vitro Investigation. *Europ. Spine J.*, 14: 197–204, 2005.
48. ŠEBESTA, P., ŠTULÍK, J., VYSKOČIL, T., KRYL, J.: Posterior Stabilization of L5 Burst Fractures without Reconstruction of the Anterior Column. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 75: 123–128, 2008.
49. ŠTULÍK, J., KRBEC, M., VYSKOČIL, T.: Use of Bioceramics in the Treatment of Fractures of the Thoraco-Lumbar Spine. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 69: 288–294, 2002.
50. VACCARO, A. R., BARON, E. M., SANFILIPPO, J., et al.: Reliability of a Novel Classification System for Thoracolumbar Injuries: The Thoracolumbar Injury Severity Score. *Spine*, 31: 62–69, 2006.
51. VACCARO, A. R., LIM, M. R., HURLBERT, R. J. et al.: Surgical Decision Making for Unstable Thoracolumbar Spine Injuries. *J. Spinal Disord.*, 19: 1–10, 2006.
52. VERHEYDEN, A. P., HOELZL, A., LILL, H., KATSCHER, S., GLASMACHER, S., JOSTEN, C.: The Endoscopically Assisted Simultaneous Posteroanterior Reconstruction of the Thoracolumbar Spine in Prone Position. *Spine J.*, 4: 540–9, 2004.
53. VIALE, G. L., SILVESTRO, C., FRANCAVIGLIA, N., et al.: Transpedicular Decompression and Stabilization of Burst Fractures of the Lumbar Spine. *Surg. Neurol.*, 40: 104–11, 1993.
54. ZDEBLICK, T. A., SHIRADO, O., McAFEE, P. C., et al.: Anterior Spinal Fixation after Lumbar Corpectomy. A Study in Dogs. *J. Bone Jt Surg.*, 73-A: 527–34, 1991.
55. ZDEBLICK, T. A., DICK, J. C., BARTEL, B. D., et al.: Anterior Instrumentation of the Thoracolumbar Spine: a Biomechanical Comparison. *Spine*, 22: 744–50, 1997.

MUDr. Ján Kočiš, Ph. D.,
Úrazová nemocnice,
Ponávka 6,
66250 Brno
E-mail: jankocis@seznam.cz