

OPERAČNÍ ŘEŠENÍ ZLOMENIN TORAKOLUMBÁRNÍ PÁTEŘE

MUDr. Richard Lukáš¹, MUDr. Petr Suchomel, Ph.D.², MUDr. Jaroslav Šrám¹

¹Traumacentrum Krajské nemocnice Liberec

²Neurocentrum Krajské nemocnice Liberec

Význam chirurgické léčby při ošetřování zlomenin torakolumbárních obratlů velmi podstatně vzrostl v důsledku pokroku v zobrazovacích technologiích a pokroku v pochopení biomechaniky páteře. Moderní chirurgické postupy dnes umožňují efektivně ošetřit zlomeniny páteře předním i zadním přístupem v celém jejím rozsahu. Úplné využití možností, které dávají zobrazovací technologie, klasifikační systémy a konsekventně volené operační přístupy, jsou důležitou podmínkou pro prevenci selhání chirurgického výkonu.

Klíčová slova: stabilita páteře, torakolumbární zlomeniny, klasifikace zlomenin, operační přístup.

Úvod

Poranění páteře představuje asi 3 % všech úrazů a 10 % poranění páteře je spojeno s poraněním míchy. Z celkového počtu zlomenin páteře je 75 % lokalizováno v hrudním a bederním úseku. Epidemiologie těchto úrazů ukazuje, že jsou poranění lidé mladší věkové vrstvy (9). V našem souboru 844 operačně léčených pacientů je věkový průměr 39 let, což potvrzuje společenské a ekonomické dopady, které mají tato poranění a výsledky jejich léčby.

V posledních 15 letech došlo k podstatným změnám v koncepci ošetření. Byla rozšířena operační léčba nejen pro úrazy páteře s poškozením míchy, ale rovněž tam, kde se očekává nestabilita poraněného úseku a deformace. Pro určení způsobu léčby je důležité pochopení pojmu stability páteře a patofyziologie jejího úrazového poškození.

Stabilita páteře

Teorie stability páteře se snaží vysvětlit, jak se které páteřní struktury při zatížení chovají a jakým způsobem se na stabilitě podílejí. Stabilita páteře byla definována jako „schopnost zachovat vzájemné vztahy mezi obratli tak, aby při fyziologickém zatížení nebyly ohroženy v páteři uložené nervové struktury“ (21). Na této definici je založeno hodnocení stability zlomeniny a způsob terapie. Zlomenina je považována za stabilní, pokud je schopna odolávat fyziologickým tlakovým, tahovým a rotačním silám působícím na dorzální struktury, tedy jestliže je schopna ve vzpřímené poloze chránit nervové tkáně v páteřním kanále bez progredující deformace. Zlomenina páteře ale často způsobuje nestabilitu. Akutní nestabilita vzniká bezprostředně po úraze. Hrozí další rychlá a značná dislokace úlomků. Chronická nestabilita je naopak proces, který je pomalý, vyvíjí se postupně a po delší době může vyvolat výraznou deformaci v místě zlomeniny. Většinou vzniká segmentární kyfóza, která může mít za následek i poškození nervové tkáně dlouhodobým útlakem.

Důležitým pojmem je zbytková stabilita zlomeniny. Základem pro pochopení tohoto pojmu je teorie sloupců. Třísloupcový model stability páteře, který navrhl Denis pro torakolumbární zlomeniny (2), je použitelný pro celou páteř (3). Posouzení zbytkové stability zlomeniny je rozhodující pro volbu její léčby. Základní orientaci v této otázce dává algoritmus určení typu poranění a jeho závažnosti podle Magerla a kol. (14) (obrázek 1).

Diagnostika

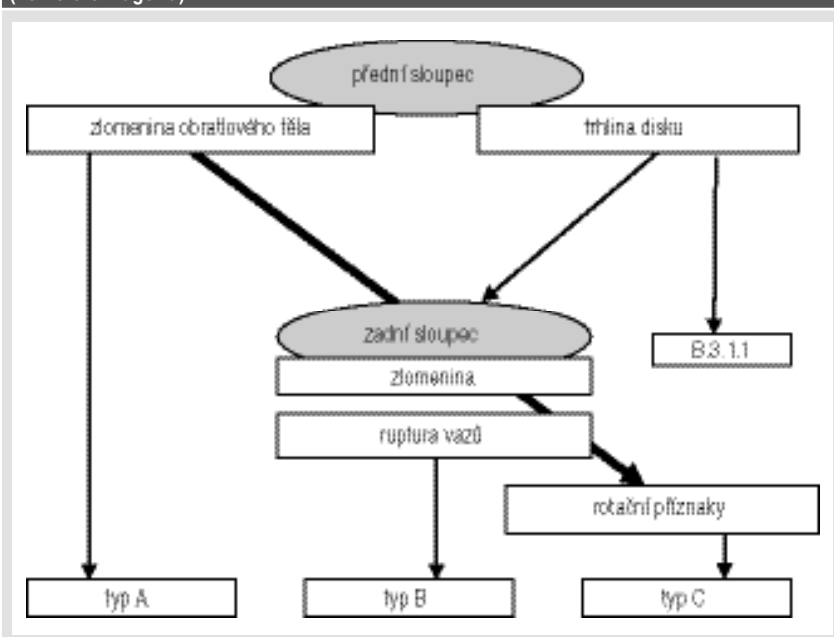
Technologie zobrazení zlomenin páteře byla v posledních letech výrazně zdokonalena. Přesto kvalitní skiagram neztratil svůj význam v zobrazení základních tvarových parametrů. Je současně nejvhodnějším podkladem pro hodnocení výsledku léčby.

Počítačová tomografie dokonale zobrazuje celý obratel a je velmi potřebným vodítkem pro plánování operace. CT poskytuje důležité

informace o fragmentech v páteřním kanále. V současnosti není lepší zobrazovací technika pro posouzení vzájemné polohy facet. Sagitální rekonstrukce umožňuje zhodnotit kyfotizaci a tvar zúžení páteřního kanálu.

Magnetická rezonance (MR) je dominantní při zobrazení měkkých tkání: disků (herniace, lacerace), cév (trombóza), nervů (komprese, přerušení) a zejména míšních struktur (edém, ischemie, malárie, krvácení, komprese). Pro vyšetření ligament, která jsou strukturou důležitou pro stabilitu páteře, není (s výjimkou operační revize) přesnější zobrazovací metoda, než je MR. Z toho plyne, že není možné klasifikaci AO-ASIF použít před operačním výkonem bez MRI vyšetření. Současně ale nastává velmi významná změna v pohledu na klasifikační systémy. Pokud je možné zlomeninu s využitím všech grafických metod zobrazit komplexně bez nutnosti její operační revize, pak je možné klasifikaci využít jako vodítko pro

Obrázek 1. Algoritmus určení typu poranění a jeho závažnosti podle klasifikace AO ASOF (volně dle Magerla)



výběr operačního postupu. Máme možnost před zahájením operační léčby rozhodnout, která zlomenina je vhodná pro zadní přístup, která pro přední a která po případnou kombinaci obou postupů. Přizpůsobením operačního ošetření charakteru zlomeniny zvětšujeme šanci na dobrý výsledek léčby (5, 12).

Klasifikace zlomenin torakolumbární páteře

Snaha o pochopení stability páteře vedla ke vzniku teorie sloupců a ta následně dala základ řadě klasifikačních systémů, které jsou dnes používány.

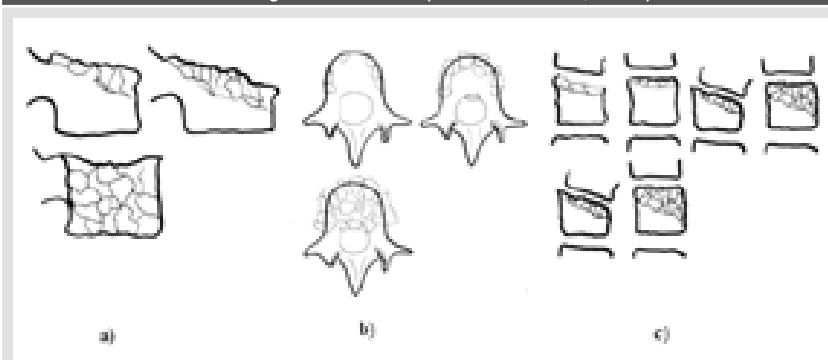
Základní, dvousloupcovou koncepci navrhl v roce 1963 Holdsworth (4). O dvacet let později zdokonalil jeho systém Denis (2), který navrhl koncept třísloupcový a odvodil z něj svou vlastní klasifikaci poranění, která informuje o zbytkové stabilitě daného typu zlomeniny.

Magerl ve své klasifikaci publikované v roce 1985 (13) vychází rovněž z třísloupcového konceptu. Za určující považuje poranění středního sloupce a polohu osy rotace páteře. Tato klasifikace je rozhodně hodná pozornosti, protože významně přispívá k pochopení charakteru a rozsahu poškození jednotlivých struktur páteře. Nevýhodou této Magerlovky klasifikace je to, že postrádá schopnost vyjádřit se k závažnosti poranění páteře. To při jejích jinak vysokých kvalitách vedlo k tomu, že vznikly snahy o její modifikaci. Vznikla pak nová klasifikace, která je založena na původní klasifikaci Magerlově a nese název „Comprehensive classification of thoracolumbar fractures“. Byla přijata též skupinou „Association for the Study of Internal Fixation“ (ASIF) a je označována také jako klasifikace AO-ASIF. Vychází ze dvou sloupců – předního a zadního – a rozděluje zlomeniny do tří kategorií. Tyto kategorie jsou rozděleny do skupin a dalším dělením ve skupinách je určeno 55 jednotlivých forem poranění hrudní a bederní páteře (14). Významnou vlastností této klasifikace je to, že obsahuje informaci o tom, jak nestabilní poranění máme před sebou. Slouží k tomu jednoduchý algoritmus ilustrovaný následujícím schématem (obrázek 1), kde silná šipka ukazuje směr od stability k nestabilitě, resp. ubývání reziduální stability.

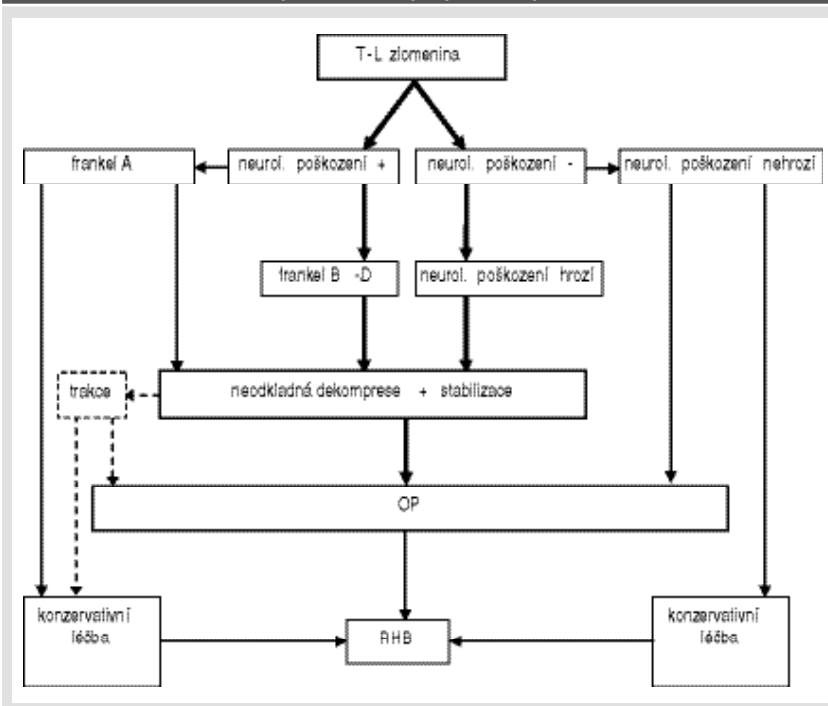
Blauth a spoluautoři (1) testovali spolehlivost této klasifikace. Zjistili spolehlivost 67% (41–91%), pokud jsou užívány jen základní kategorie (A, B, C). Poměrně vysoká spolehlivost byla zjištěna při hodnocení poranění typu A. Jejich práce odhalila uspokojivou shodu při určení léčebného postupu, ale zároveň upozornila na to, že v současné době je vyřešení indikace pro operaci zadním, předním či kombinovaným přístupem nejdůležitější.

Vytvořit přímou směrnicí pro způsob ošetření si dala za cíl klasifikace sdílení zátěže, tzv.

Obrázek 2. „The load-sharing classification“ (dle McCormacka, a kol.)



Obrázek 3. Indikační schéma pro volbu terapie poranění páteře



„load-sharing classification“ (LSC) autorů McCormack, Holt, Karaikovic a Gaines (16). Jde o klasifikaci, která posuzuje jen poranění předního sloupce páteře. Je založena na rozboru 28 pacientů operovaných v letech 1986 až 1988, kteří byli pro třísloupcovou zlomeninu léčeni s využitím pedikulárních šroubů a následně sledováni 3 až 4 roky. Při tomto pooperačním sledování bylo v této skupině odhaleno 10 pacientů se zlomenými pedikulárními šrouby. Retrospektivní analýzou rentgenových vyšetření, CT axiální i sagitální rekonstrukce bylo zjištěno, že selhání šroubů nastalo u těch pacientů, kteří měli zásadně větší poškození obratlového těla. Autoři tedy navrhli bodovací systém, který hodnotí a) stupeň komprese obratlového těla, b) roztlačení fragmentů (apozice) a c) stupeň kyfózy, kterou je nutno korigovat.

Každý z těchto tří parametrů je hodnocen 3 body (obrázek 2).

Tato klasifikace pokrývá i zlomeniny typu „pincer“ a „coronal split“, kterým je možno přiřadit hodnotu 6 a více bodů (12). Její autoři tvrdí, že na základě tohoto klasifikačního sys-

tému je možné předpovědět možné selhání pedikulárního implantátu a vybrat pacienty vhodné pro operaci předním přístupem. Klasifikace AO-ASIF nemá právě zmíněné prognostické vlastnosti (5). Neodpovídá na otázku, která zlomenina má větší tendenci ke ztrátě korekce než jiná. Naše vlastní studie prokazuje, že AO-ASIF a LSC spolu nesouvisí, protože nesdílují tytéž informace o zlomenině (12). Nabízí se možnost použít LSC jako doplněk ke klasifikaci AO-ASIF.

Operační léčba

Indikace

Na pracovišti autora je používáno následující indikační schéma (obrázek 3).

Toto schéma zdůrazňuje prioritu nervové tkáně. Při zjištění jejího poškození nebo ohrožení zlomeninou obratle je indikováno co nejčasnější ošetření, které zajistí uvolnění páteřního kanálu a stabilitu páteře. U zraněných, jejichž celkový stav operační výkon nedovoluje, je nutné uvážit možnost použití kranio-bifemorální trakce.

Operační léčba zlomenin torakolumbárních obratlů je prováděna jak zadním, tak předním přístupem.

Zadní operační přístup

Je to přístup rychlý a technicky lehký, neznamená pro poraněného nadměrnou zátěž a vyhovuje podmínkám pohotovostní služby. Pro zavedení šroubů do pediklů stanovil Magerl orientační body, které se pro hrudní, bederní a sakrální úsek páteře poněkud liší. Z vlastní praxe považujeme za výhodné orientovat se předozadní projekcí obratle zesilovačem obrazu, při které se pedikl rysuje jako oválný útvar. Rameno zesilovače je lehce skloněno k sagitální rovině, aby bylo umožněno zavést šrouby konvergentně. Konvergence transpedikulárně zavedených šroubů je velmi důležitá pro stabilitu instrumentace. Pro hrudní úsek páteře se doporučuje úhel 7–10°, pro bederní úsek úhel 10–20°. Je nutné upozornit na fakt, že takový stupeň konvergence je někdy obtížné dosáhnout zejména na hrudní páteři.

Po zavedení pedikulárních šroubů je za kontroly horizontálním paprskem rtg zesilovače s využitím principu ligamentotaxe (10) provedena repozice poškozeného obratlového těla a lordotizace postiženého úseku páteře. Reponované postavení je pak zajištěno vnitřním úhlově stabilním fixátorem.

Zadní přístup umožňuje provést transpedikulární výkon na poraněném obratlovém těle, který spočívá v repozici krycích desek speciálním nástrojem a ve vyplnění prostoru kostními štěpy nebo syntetickou náhradou kostní tkáně. Na pracovišti autora se osvědčilo použití biokeramiky. Odpovídá to zkušenosti dalších autorů, z našich například Štulíka (18).

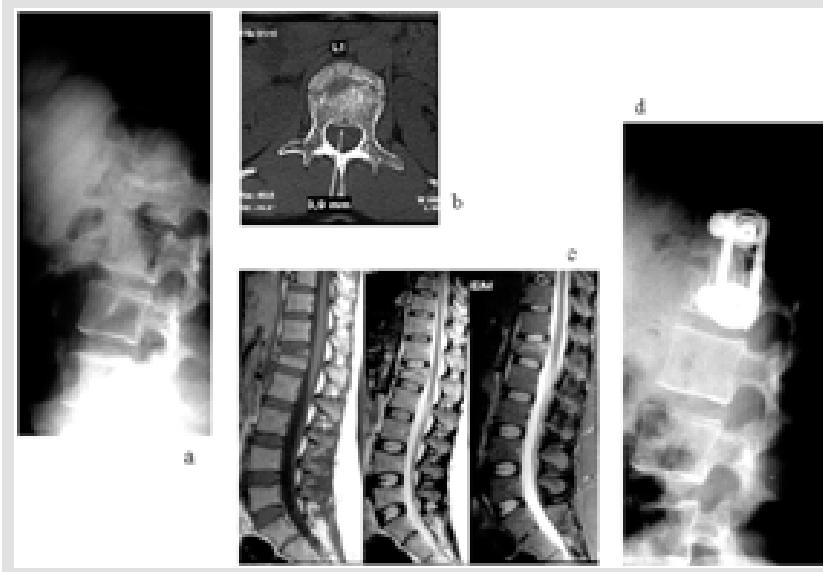
Výsledek repozice je sledován skiaskopicky v bočné projekci, uvolnění páteřního kanálu je dále verifikováno podle některých autorů sonograficky (19). Podobnou službu vykoná peroperační perimyelografie (PMG), jejíž výhodou je možnost kontinuálního sledování tvaru durálního vaku při dalších výkonech na obratlovém těle a současně kontrolovat neporušenost durálního obalu.

V případě, že distrakce (ligamentotaxe) není účinná a páteřní kanál je stále významně zúžen, je v některých případech nutné fragmenty v páteřním kanálu revidovat při jeho otevření. Výkon se provádí cestou hemilaminektomie, výjimečně laminektomie. Za skiaskopické kontroly (současně PMG) jsou fragmenty vtlačeny zpět do obratlového těla, které je předem distrahováno, nebo odstraněny.

Přední operační přístup

Protože velká část škod způsobených zlomeninou se objevuje v obratlovém těle, je logické, že anterolaterální přístup hraje důležitou

Obrázek 4. Kompresní zlomenina T12 (A.3.1) – endoskopicky provedá stabilizace systémem MACS-TL a trikortikálním štěpem – a) bočný skiagram před operací; b) CT scan těla T12; c) MR vyšetření v T2; d) předozadní a bočný skiagram po endoskopické stabilizaci



rolí v operačním ošetření (7). Některými autory je dokonce preferován (8, 15, 17). I v problematice předních přístupů došlo v posledních letech k výraznému posunu. Je samozřejmě nutno mít na paměti, že jde o výkon závažnější, který je podstatně méně vhodný pro pohotovostní službu než přístup zadní.

Role předního přístupu v poslední době vzrůstá vlivem přesnější diagnostiky a tedy i klasifikace zlomenin. Na jejím podkladě je nyní možné indikovat samostatné ošetření předním přístupem s mnohem větší precizností (obrázek 4).

Moderní technologie přispěla též k posunu v otázce invazivity. Od rozsáhlých operačních incizí přecházíme k operacím endoskopickým.

K výplni meziobratlového prostoru je využíváno autogenního trikortikálního štěpu z lopaty kosti kyčelní, případně alogenního štěpu ve formě části diafýzy femoru, či tibie. Jsou používány speciální kovové klece (košíky) vyplňované spongiózou. Nově se užívají distrahovatelné náhrady obratlového těla, které napomáhají korekci kyfózy a dosažení primární stability.

Kombinace obou přístupů

Pokud není zdravotní stav zraněného alterován tak, že je přední výkon nevhodný (např. osteoporóza, mnohočetné zlomeniny, akutní neurální léze), nabízí se indikovat operační výkon na základě představy o reziduální stabilitě. V rámci takového konceptu bude pro zlomeniny omezené na přední sloupec (zlomeniny typu A), volen přední přístup. Analogicky pro zlomeniny, kde je poraněn sloupec zadní (typ B a C), bude volen přístup zadní. Poranění v zadním sloupci jsou často doprovázena významným poškozením sloupce předního, které vyžaduje rovněž ošetření. Kombinovaný ope-

rační přístup dává dlouhodobě nejlepší výsledky ohledně zachování dosažené korekce (6).

Nabízejí se tu dvě možnosti. Buď provést ošetření transpedikulárně, nebo předním operačním přístupem (otevřeně nebo endoskopicky). Indikace a rozsah výkonu na předním sloupci bývá určena zkušeností operátora. Pro objektivizaci je nicméně vhodné využít pomocného klasifikačního nástroje, jehož funkci plní LSC (12, 16).

Klasifikací řízený výběr operačního přístupu se osvědčil na pracovišti autora.

Jako jiné chirurgické výkony i operace zlomenin páteře mají svá úskalí (20). Ani nejmodernější technologie nezabrání komplikacím, pokud není podřízena zručnému a erudovanému chirurgovi, pro něhož je ošetřování zlomenin páteře běžnou praxí.

Vlastní soubor

Spinální tým Krajské nemocnice v roce 2001 chirurgicky ošetřil 64 zraněných s nestabilní zlomeninou páteře. Do souboru nebyli zařazeni pacienti s poraněním míchy, s osteoporózou a mnohočetnými zlomeninami obratlů. Soubor byl tvořen 22 ženami a 42 muži v průměrném věku 43 let. Z hlediska typu přístupu byli pacienti rozděleni na tři skupiny. První skupinu tvořilo 22 pacientů, kteří byli operováni předním přístupem. Druhou skupinu tvořilo 22 pacientů s kombinovaným postero-anteriorním přístupem. Třetí skupinu tvořilo 20 pacientů, kteří bylo ošetřeno pouze přístupem zadním.

Metoda

Všichni pacienti byli před operací vyšetřeni skiograficky, CT a MR. Na základě úplného zobrazovacího vyšetření byla provedena klasifikace. Pacienti, jejichž vyšetření prokázalo intaktní zad-

Tabulka 1. Přehled četnosti diagnóz, rozsahu fúze a hodnot LSC v jednotlivých skupinách

První skupina (n = 22)		
dg	n	
A	22	
fúze	n	LSC
1 sgm	10	x
2 sgm	12	x
Druhá skupina (n = 22)		
dg	n	
B	13	
C	9	
fúze	n	LSC
1 sgm	9	6,4
2 sgm	13	8
Třetí skupina (n = 22)		
dg	n	
B	16	
C	4	
fúze	n	LSC
	x	4,8

ní sloupec, byli indikováni k přednímu přístupu. Ti, u nichž bylo prokázáno poškození zadního sloupce, byli indikováni k přístupu zadnímu. U těchto pacientů byly klasifikovány škody ve sloupci předním pomocí LSC. Šest a více bodů této klasifikace znamenalo indikaci k doplnění operačního ošetření předním přístupem. Pacienti byli sledováni minimálně 22 měsíců. Samostatně aplikovaný pedikulární fixátor byl vždy po konsolidaci zlomeniny odstraněn. Byla hodnocena velikost úhlu krycích desek zlomeného obratle po operaci a na konci sledovacího období.

Výsledky

Nejčastěji byly diagnostikovány zlomeniny typu B (29 případů). Přehled četnosti diagnóz, rozsahu fúze a hodnot LSC v jednotlivých skupinách dává tabulka č. 1.

V první a druhé skupině nebylo zjištěno selhání instrumentace a signifikantní ztráta korekce. Ve skupině třetí byla zjištěna průměrná ztráta korekce 3,1 st.

Diskuze

Klasifikace AO-ASIF není možno validně použít před operačním výkonem bez MR vyšetření. Leferink a kol. poukázali na to, že 30 % zlomenin typu B je iniciálně přehlédnuto (11).

Klasifikace AO-ASIF nemá prediktivní vlastnosti vzhledem k možné ztrátě korekce a selhání implantátu (5). Load sharing classification (16) si na druhou stranu klade za cíl právě tuto žádanou predikci. Vzhledem k tomu, že tyto klasifikace nepopisují stejné vlastnosti zlomeniny (12), je možné jejich vzájemnou kombinací získat charakteristiku zlomeniny, která má prediktivní hodnotu.

V našem souboru je překvapivě velké procento zlomenin typu B. Je to pravděpodobně proto, že citlivost při hodnocení MR vyšetření byla velmi vysoká. Přirozeně je nutné dále propracovávat tuto diagnostiku a hledat způsob, jak spolehlivě detekovat v souboru různých patologických nálezů poranění skutečně nestabilizující. Nicméně tato vysoká citlivost znamenala zajištění co největší bezpečnosti.

Literární prameny referují o tom, že samostatná stabilizace zadním přístupem je zatížena většími ztrátami korekce a selhání implantátu (5, 6, 16), nízkou hodnotu této ztráty v našem souboru je možné dát do

souvislosti s nízkou hodnotou LSC ve skupině takto ošetřených pacientů.

Tento koncept výběru operačního přístupu je v několika ohledech limitován. Nepoužíváme ho tam, kde je zadní operační přístup považován za metodu volby, například u pacientů s osteoporózou, u zraněných s vícečetnými zlomeninami obratlů, u urgentních výkonů při čerstvém poranění míchy. Je také správné mít na paměti specifické vlastnosti předního operačního přístupu, pro který existuje větší množství relativních i absolutních kontraindikací vyplývajících z celkového stavu pacienta.

Závěr

Pokrok v zobrazovacích technikách vede ke změně způsobu používání tradičních klasifikačních systémů. Spolu s pokrokem v operační léčbě zlomenin torakolumbární páteře (operační technika, úhlově stabilní implantáty, náhrady obratlových těl) je podkladem pro změnu v pohledu na indikaci operačního přístupu.

Můžeme říci, že adekvátní zobrazovací vyšetření (skiagram, CT, MR) je základem adekvátní klasifikace zlomeniny včetně prognostických hledisek.

Takto pojatá klasifikace je adekvátním vodítkem pro výběr operačního přístupu.

Vhodně zvolený operační přístup je efektivním nástrojem prevence selhání léčby.

Literatura

1. Blauth M, Bastian L, Knop C, Lange U, Tusch G. Interobserverreliabilität bei der Klassifikation von thorakolumbalen Wirbeläulenverletzungen. *Ortopäde* 1999; 28: 662–681.
2. Denis F. The Three Column Spine and Its Significance in the Classification of Acute Thoracolumbar spine injuries. *Spine* 1983; 8: 817–831.
3. Dickman CA, Mariano FF. Principles and techniques of screw fixation of the cervical spine. In: Menezes AH, Sonntag VKH: *Principles of Spine Surgery*, Volume 1, Chapter 8, McGraw-Hill Companies, Inc. 1996: 123–129.
4. Holdsworth F. Fractures, dislocations and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1970; 52(8):1534–1551.
5. Knop C, Blauth M, Bastian L, Lange U, Kesting J, Tschern H. Fractures of the thoracolumbar spine. Late results of dorsal instrumentation and its consequences. *Unfallchirurg.* 1997; 100(8): 630–639.
6. Knop C, Blauth M, Buhren V, Arand M, Egbers HJ, Hax PM, Nothwang J, Oestern HJ, Pizanis A, Roth R, Weckbach A, Wentzensen A. Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition – 3: Follow-up examination. Results of a prospective multi-center study by the „Spinal“ Study Group of the German Society of Trauma Surgery. *Unfallchirurg.* 2001; 104(7): 583–600.
7. Kolečák K, Rudinský B, Hudák P, Demo S. Transpleurální přístup k hrudnej oblasti chrtyce. *Lékařské listy*, 2004 (3): 14 – 15.
8. Kostuik JP. Anterior fixation for fract. of the thoracic and lumbar spine with or without neurol. involvement *Spine* 1988; 286–293.
9. Kraus JF, Silberman TA, McArthur DL. Epidemiology of spinal cord injury. In: Menezes AH, Sonntag VKH. *Principles of spinal surgery*. McGraw-Hill 1996; Volume I, Chapter 3: 41–42
10. Kuner EH, Kuner A, Schlickewei W, Mullaji AB. Ligamentotaxis with an Internal Spinal Fixator for Thoracolumbar Fractures. *Bone Joint Surg. (Br)* 1994; Vol. 76–B: 107–112.
11. Leferink VJM, Veldhuis EFM, Zimmerman KW, ten Vergert EM, ten Duis HJ. Classificational problems in ligamentary distraction type vertebral fractures. *Eur Spine J* 2002; 11: 246–250.
12. Lukáš R, Taller S. Vývoj klasifikací zlomenin T-L páteře. *Acta Spondylogica* 2002; 1: 31 – 39.
13. Magerl F. External Spinal Skeletal Fixation. In: Weber, B.G., Magerl, F.: *The External Fixator*. New York, Springer, 1985.
14. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A Comprehensive classification of thoracic and lumbar spine injuries. *Eur. Spine Journal* 1994; 3: 184–201.
15. McAfee PC, Bohlman HH, Juan HA. Anterior Decompression of Traumatic Thoracolumbar Fractures with Incomplete Neurological Deficit using a Retroperitoneal Approach. *Bone and Joint Surgery* 1985; 1: 89–104.
16. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine* 1994; 19: 1741–1744.
17. McCormick P. Retropleural Approach to the Thoracic and Thoracolumbar Spine *Neurosurgery* 1995; Vol. 37, No. 5: 908–914.
18. Štulík J, Krbec M, Vyskocil T. Využití biokeramiky v léčbě zlomenin torakolumbární páteře. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2002; 69(5): 288–294.
19. Vincent K, Benson DR, McGahan JP. Intraoperative ultrasonography for reduction of thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1989; 14: 387–390.
20. Wendsche P, Haupt R, Višňa, P, Kočíš J. Úskalí a komplikace při stabilizaci torakolumbární páteře *Zpravodaj úrazové chirurgie* 1995; 4: 17–31.
21. White AA, Panjabi MM. *Clinical Biomechanics of the Spine*, 2nd ed, Philadelphia: JB Lippincot, 1990.