

Transpedikulárna stabilizácia zlomenín hrudnej chrbtice

Pedicle Screw Fixation of Thoracic Spine Fractures

M. BOŽÍK ¹, M. MAGALA ², T. HEGER ², D. MATEJIČKA ², J. BAKA ², P. ŠIMKO ²

¹ Oddelenie úrazovej chirurgie Fakultnej nemocnice s poliklinikou F. D. Roosevelta, Banská Bystrica

² Klinika úrazovej chirurgie Univerzitnej nemocnice Bratislava a Lekárskej fakulty SZU

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Fractures of the thoracic spine involve injury at the levels of Th2 to Th10. Because of pedicle morphology, pedicle screw fixation is a demanding procedure. However, evidence on the reliability and efficiency of this technique has recently been provided by several studies. The aim of this study was to analyse a group of patients with thoracic spine fractures treated by pedicle screw fixation and to evaluate treatment outcomes.

MATERIAL AND METHODS

A total number of 33 patients treated by pedicle screw fixation for thoracic spine fractures between January 2007 and December 2011 were enrolled in this retrospective study. The mean age was 39.7 ± 16.7 years. The evaluation included demographic data, mechanism of injury, associated injuries, neurological status, fracture type (AO classification), levels of the fractured vertebrae, injury-surgery interval, type and duration of surgery, type and length of pedicle screw fixation and complications. The position of pedicular screws in relation to the pedicle walls and correction of kyphotic deformity were assessed on post-operative CT scans.

RESULT

Of the 33 patients, 24 had associated injuries (72.7%), 22 had thorax injury (66.7%) and 17 had neurological deficit (51.5%). The most frequent spinal fracture type was type B2, 15 (45.5%); followed by type C, nine (33.3%); and type B1, five (15.1%). The mean injury-to-surgery interval was 5.2 ± 4.3 days. The mean operative time was 210 ± 56 min. The most frequently used configuration of pedicle screw fixation involving two segments above and two below the fracture level was used in 20 cases (58.8%). The position of 149 out of 282 pedicle screws (52.8%) was evaluated on post-operative CT scans as follows: 98 % of the pedicle screws were placed in acceptable positions, 76% were placed completely within pedicle borders. The mean pre-operative Cobb angle was $18.7^\circ \pm 8.2^\circ$, the mean post-operative Cobb angle was $9.3 \pm 3.4^\circ$. Six intra-operative and three post-operative complications occurred. During follow-up no instrumentation failure or apparent loss of correction was recorded.

DISCUSSION

Early stabilisation of thoracic spine fractures reduces the risk of complications, shortens the hospital stay and allows for faster recovery of patients. Early thoracic spine stabilisation is most beneficial in patients with a high ISS (Injury Severity Score). In the case of small-sized pedicles there is the possibility of pedicle screw insertion via an extrapedicular or parapedicular trajectory. Recommended pedicle screw fixation is two levels above and two levels below the fracture level.

CONCLUSIONS

Pedicle screw fixation of thoracic spine fractures is a safe therapeutic method with a low risk of complications. It facilitates effective reduction and stable fixation with a low risk of secondary displacement and implant failure.

Key words: transpedicular stabilisation, thoracic spine, fracture, pedicle screws.

ÚVOD

Zlomeniny hrudnej chrbtice sú poranenia lokalizované v segmentoch Th2-Th10. V súbore publikovanom *Hanley* tvorili 16 % všetkých poranení hrudnej a drierkovej chrbtice (17). Hrudná chrbtica má niekoľko anatomických charakteristík vplývajúcich na morfológiu poranení. Tvar a orientácia artikulačných výbežkov, kyfotické zakrivenie a malá výška intervertebrálnych diskov (25, 34) podmieňujú menší rozsah segmentálnych pohybov. Hrudný kôš je k hrudnej chrbtici pevne fixovaný, čím zvyšuje jej stabilitu a pevnosť. *Andriacchi et al.* (2) v biomechanickej štúdii zistili, že prítomnosť hrudného koša štvornásobne zvyšuje jej pevnosť. *Berg* (3) považoval hrudný kôš pre jeho významný vplyv na stabilitu za štvrtý stĺpec chrbtice. Dalším špecifikom hrudnej chrbtice je tvar a rozmer spinálneho kanála s malým rezervným priestorom pre miechu. *Marré et al.* (25) uvádzajú 55 % výskyt neurologického deficitu v operačne liečenej kohorte pacientov s poranením hrudnej chrbtice.

Transpedikulárna stabilizácia zlomenín hrudnej chrbtice z obavy pred poranením nervových a viscerálnych štruktúr nebola ešte v nedávnej minulosti rozšírená. Variabilná anatómia pediklov je príčinou vyššej náročnosti bezpečného zavedenia pedikulárnych skrutiek (27, 32). V poslednej dekáde pribúdajú práce dokumentujúce bezpečnosť transpedikulárnej stabilizácie aj pri pora-

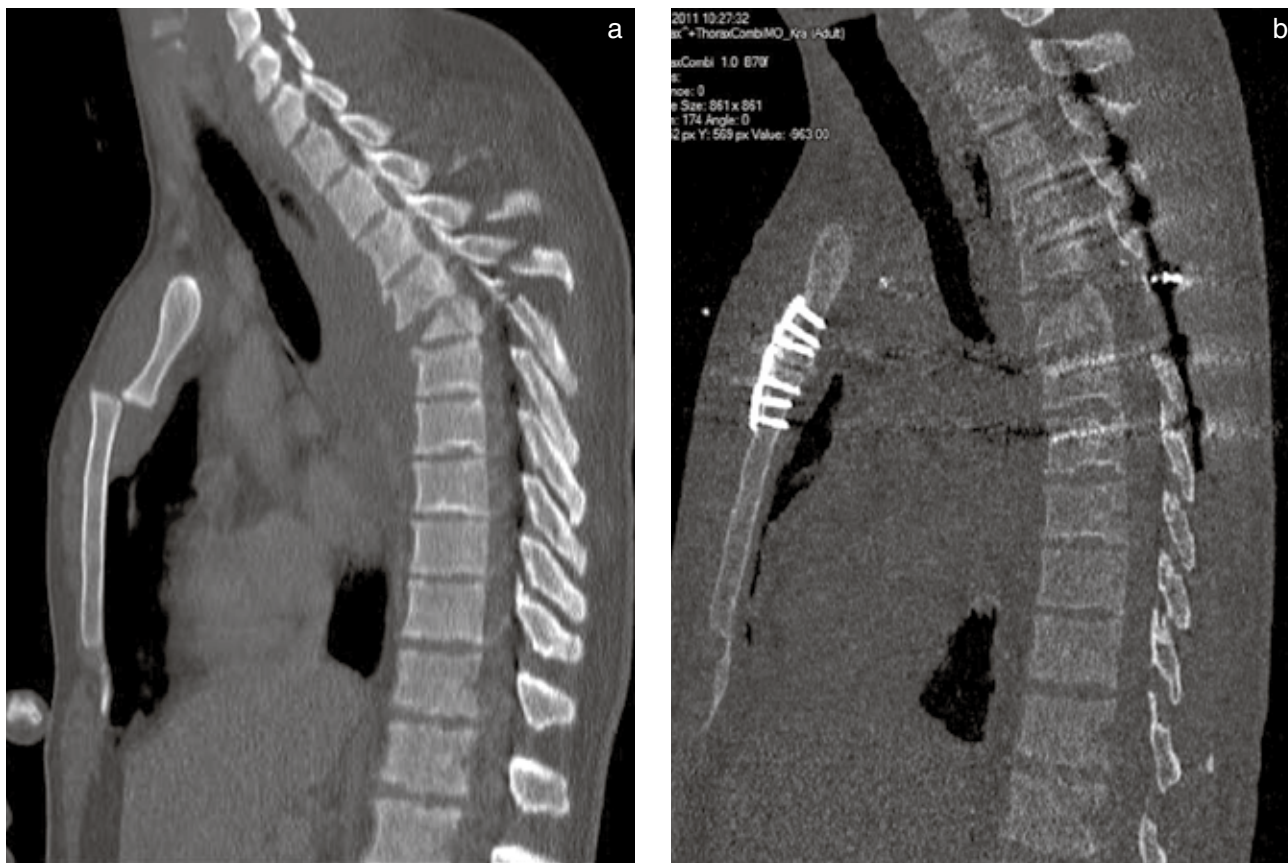
neniach hrudnej chrbtice (12, 13, 25, 31, 34, 37). Moderné stabilizačné systémy umožňujú efektívnu repozíciu a stabilnú fixáciu aj najzávažnejších poranení hrudnej chrbtice (1, 12, 13, 37).

Cieľom práce je retrospektívna analýza súboru pacientov, u ktorých bola pre poranenie hrudnej chrbtice realizovaná transpedikulárna stabilizácia a vyhodnotenie výsledkov operačnej liečby so zameraním na bezpečnosť a efektívnosť.

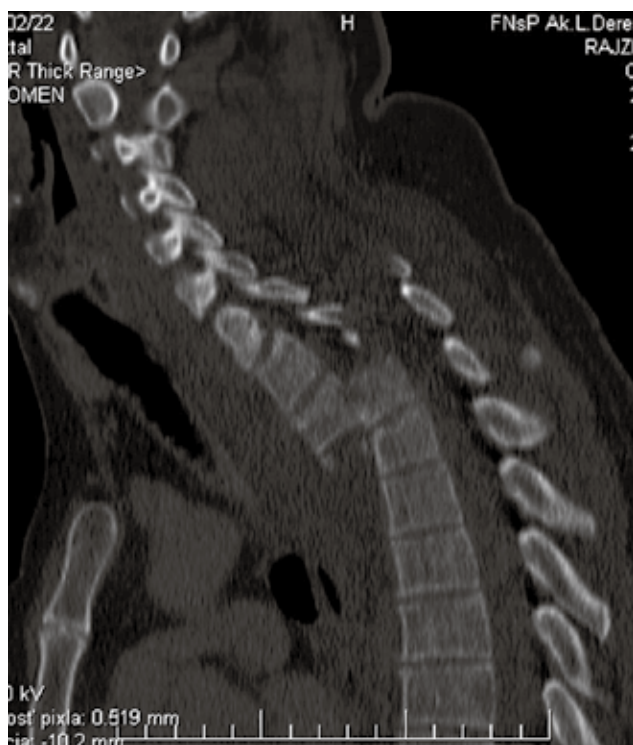
MATERIÁL A METÓDA

Súbor pacientov

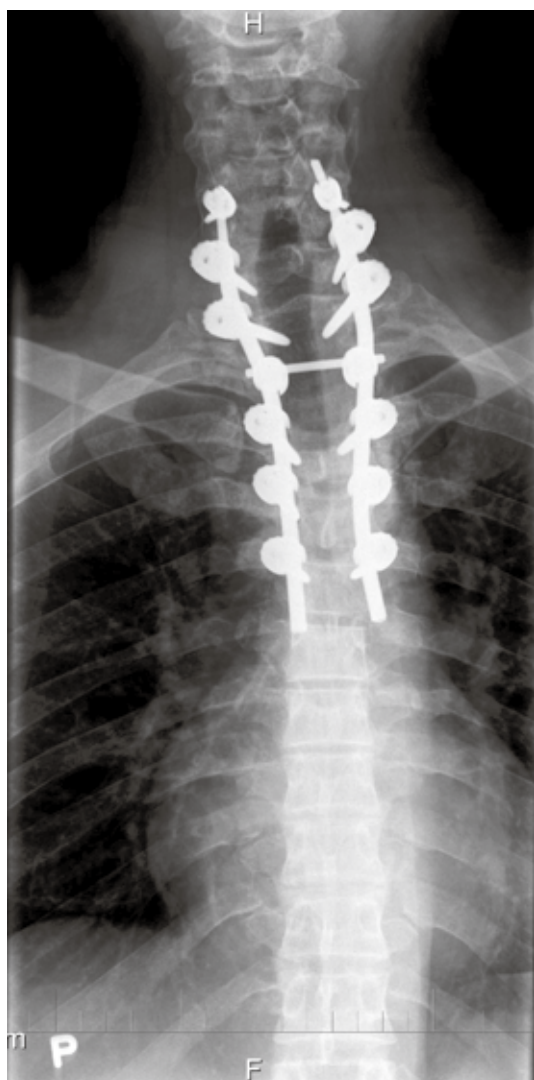
V retrospektívnej štúdii bol hodnotený súbor pacientov u ktorých bola pre zlomeninu hrudnej chrbtice v segmentoch Th2-Th10 v období od 1. januára 2007 do 31. decembra 2011 na KÚCh UN Bratislava realizovaná transpedikulárna stabilizácia. Na základe nemocničnej a ambulantnej dokumentácie sa zaznamenali demografické údaje, mechanizmus úrazu, pridružené poranenia, neurologický status (*ASIA klasifikácia*), typ zlomeniny pre ktorú bola indikovaná operačná liečba (*AO klasifikácia*), lokalizácia a počet poranených stavcov, interval úraz-operačný výkon, dĺžka operačného výkonu, typ transpedikulárnej stabilizácie, počet instrumentovaných stavcov a pridružené operačné výkony, peroperačné a pooperačné komplikácie súvisiace s operačným výkonom. V prípadoch keď bolo realizované pooperačné CT



Obr. 1. Zlomenina hrudnej chrbtice v úrovni Th4-Th5 s kyfotickou deformitou, súčasťou poranenia je manubrio-sternálna dislokácia (a). Stav po repozícii a stabilizácii Th2, Th3, Th4 – Th6, Th7, obnovenie sagitálneho profilu, repozícia a fixácia manubrio-sternálnej dislokácie dlahou (b).



a/b
c/



Obr. 2. Traumatická spondyloptóza v segmente Th2/Th3 (a). Stav po repozícii a stabilizácii C6, C7, Th1 – Th3, Th4, Th5, kombinácia interného fixátora USS II + Axon (b). Pooperačné rtg (c).

sa hodnotila poloha pedikulárných skrutiek, porovnaním predoperačného a pooperačného CT sa hodnotila zmena *Cobbovho* uhla. Na základe pooperačnej rtg a CT dokumentácie bola hodnotená strata korekcie alebo zlyhanie transpedikulárneho implantátu.

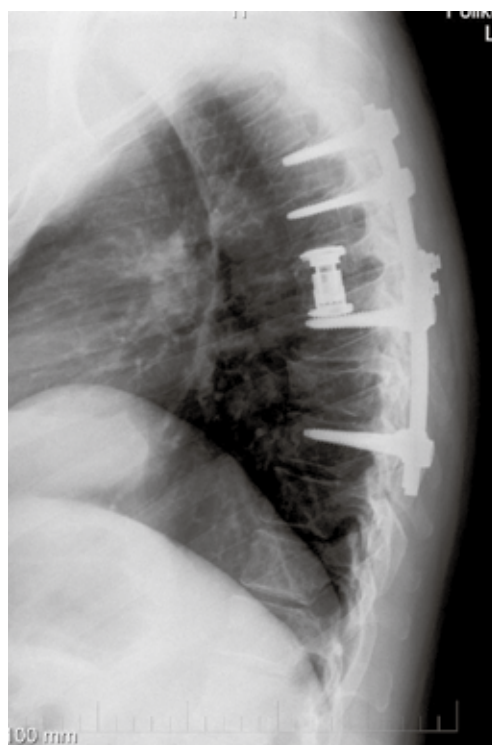
Indikácie operačnej liečby

Neurologické – prítomnosť neurologického deficitu v súvislosti s poranením hrudnej chrbtice. **Morfologické** – prítomnosť úrazovej deformity a známky nestability hrudnej chrbtice s rizikom progresie úrazovej deformity. Vo väčšine prípadov sa jednalo o dislokované zlomeniny typu B a typu C. U poranení typu A bola operačná stabilizácia indikovaná zriedkavo v prípadoch deštrukcie predného stĺpca. Ako pomocné morfologické kritérium bolo poranenie ďalších stabilizačných štruktúr hrudnej chrbtice ako boli sériové zlomeniny rebier, zlomenina hrudnej kosti, zlomeniny priečných a artikulárnych výbežkov.

Medzi pomocné kritériá patrila snaha o čo najrýchlejšiu mobilizáciu a vertikalizáciu pacientov bez ohľadu na neurologický status. V prípade tlmených a ventilovaných pacientov bola snaha o skorú stabilizáciu chrbtice, ktorá umožnila ich polohovanie.

Predoperačné plánovanie

U každého pacienta operačnému výkonu predchádzala analýza CT. Hodnotila sa morfológia zlomeniny, stanovil sa typ zlomeniny podľa *AO klasifikácie* (24), plánoval sa rozsah potrebnej stabilizácie. Na základe multiplanárnych CT rekonštrukcií sa hodnotila šír-

a/b
c

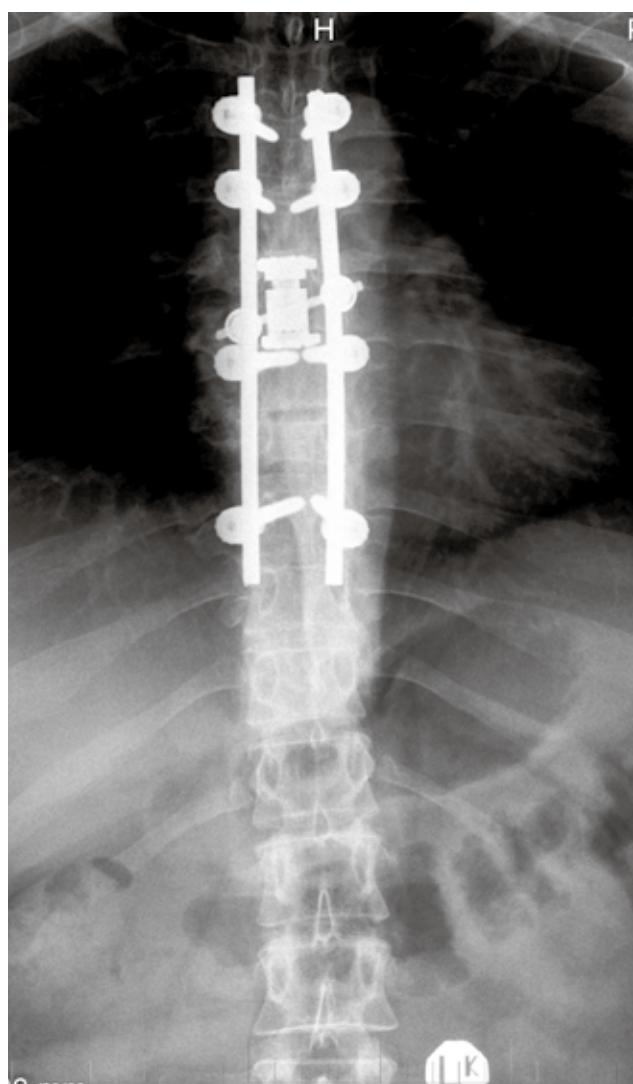
Obr. 3. Súčasná zlomenina stavcov Th6 a Th8 (a). Stav po repozícii a stabilizácii Th4, Th5 – Th7 – Th8 fixátorom USS II, pre poranenie predného stĺpca realizovaná somatektómia Th6 s náhradou tela klieťkou Synex (b). AP projekcia (c).

ka pediklov, poloha optimálnych miest vstupu („entry point“) pedikulárnych skrutiek, plánovali sa trajektórie skrutiek, hodnotila sa dislokácia stavcov a prítomnosť fragmentov v spinálnom kanáli.

Operačná technika

Pacienti boli polohovaní v pronačnej polohe, označila sa výška poranenia a overila možnosť adekvátnej rtg vizualizácie. V prípadoch keď bolo potrebné zaviesť pedikulárne skrutky do stavcov kranálne od Th5 sa hlava fixovala v Mayfieldovej svorke (13). Zadným prístupom sa v plánovanom rozsahu skeletizovali oblúky stavcov po úroveň *proc. transversi*. Kombináciou techniky identifikácie anatomických orientačných bodov, rtg v 2 projekciách a manuálnym sondovaním pediklov sa zaviedli pedikulárne skrutky. Vo väčšine prípadov bol použitý interný fixátor USS II s monoaxiálnymi skrutkami. Repozičná sekvencia spočívala v tvarovaní tyčí na sagitálny profil hrudnej chrbtice. Tyče sa fixovali k dolným skrutkám, čím sa vytvorila stabilná repozičná báza pre repoziáciu dislokovaného kranálneho segmentu. Prostredníctvom repozičného inštrumentu *persuadera* sa pritiahli a fixovali pedikulárne skrutky kranálneho segmentu k tyčiam, čím sa dosiahla repoziácia v sagitálnej i koronálnej rovine (obr. 1, obr. 2). Konštrukcia fixátora sa pri poraneniach typu C spevnila priečnym konektorom. Priečny konektor sa k montáži pridal aj u väčšiny zlomenín typu B s cieľom zvýšiť tuhosť konštrukcie.

Laminektómia bola realizovaná v prípadoch, keď bola potrebná zadná dekompresia, extrakcia fragmentov,



Tab. 1. Súhrn pridružených poranení

Celkový počet pacientov	33 (100,0 %)
Počet pacientov bez pridruženého poranenia	9 (27,3 %)
Počet pacientov s pridruženým poranením	24 (72,7 %)
Poranenie v oblasti hrudníka	22 (66,7 %)
Hemothorax	22
Zlomenina rebier	19
Kontúzia pľúc	15
Pneumothorax	14
Zlomenina hrudnej kosti	6
Hemomediastinum	5
Lacerácia pľúc	2
Pneumoperikard, hemoperikard	2
Zlomenina v oblasti končatín	10 (30,3 %)
Unilaterálna zlomenina lopatky	3
Bilaterálna zlomenina lopatky	1
Zlomenina kľúčnej kosti	3
Zlomenina predkolenia	2
Zlomenina distálneho radia	2
Subtrochanterická zlomenina femuru	1
Zlomenina proximálneho humeru	1
Zlomenina krčka stehrovej kosti	1
Zlomenina predlaktia	1
Luxácia interfalangeálnych kĺbov ruky	1
Kraniocerebrálne poranenie	6 (18,2 %)
Intrakraniálna trauma	5
Zlomenina tvárového skeletu	3
Impresívna zlomenina lebky	1
Zlomenina v oblasti panvy a acetábula	3 (9,1 %)
Zlomenina acetábula	2
Zlomenina panvového kruhu	2
Poranenie v oblasti brucha	3 (9,1 %)
Pomliaždenie obličky	2
Pomliaždenie pankreas	1
Pomliaždenie nadobličky	1
Poranenie inej oblasti chrbtice	6 (18,2 %)
Zlomenina C7	2
Zlomenina L1	2
Zlomenina zuba čapovca	1
Zlomenina L3	1
Zlomenina okcipitálneho kondylu	1

Tab. 2. Súhrn operačných výkonov

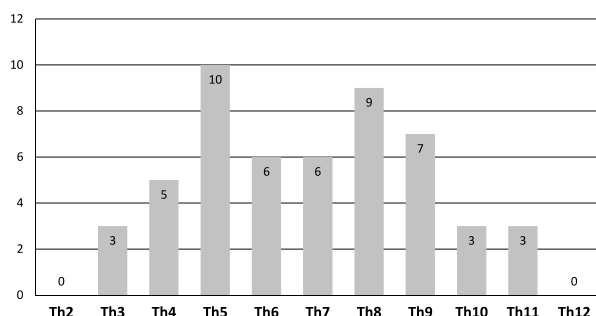
Transpedikulárna stabilizácia	34 (33 pacientov)
(Konfigurácia fixátora podľa počtu inštrumentovaných segmentov)	
1+1	5
2+2	19
2+1+1	1
2+3	4
3+2	1
3+3	2
1+1+2+2+2	1
4+4	1
Laminektómia	19
Posterolaterálna fúzia (PLF)	18
Extrakcia fragmentov zo spinálneho kanála	6
Sutura durálneho vaku	2
Limitovaná torakotomia + klieťka (Synex)	5

U 33 pacientov bolo implantovaných celkovo 34 interných fixátorov (u jedného pacienta boli implantované 2 fixátory pre súčasné poranenie 2 úrovni hrudnej chrbtice). Diskrepancia medzi počtom PLF a počtom laminektomií vznikla v dôsledku pacienta resuscitovaného pred realizáciou PLF a pre menšiu tendenciu jedného z chirurgov realizovať PLF.

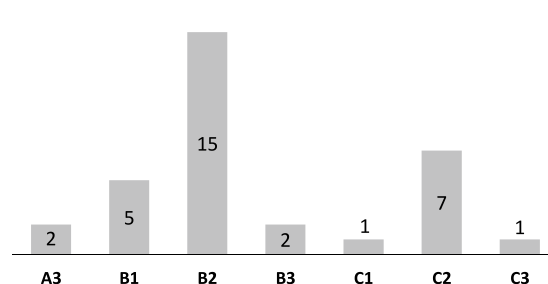
Tab. 3. Hodnotenie polohy pedikulárnych skrutiek

Celkový počet pedikulárnych skrutiek	141 (100,0 %)		
Bez presahovania hraníc pedikla	107 (75,9 %)		
Presahovanie hraníc pedikla a stavca	laterálne	mediálne	vpred
Stupeň I (0–2, 0 mm)	13 (9,2 %)	8 (5,7 %)	9 (6,4 %)
Stupeň II (2,1–4,0 mm)	6 (4,3 %)	3 (2,1 %)	0
Stupeň III (4,1–6,0 mm)	2 (1,4 %)	0	0
Stupeň IV (viac ako 6,1 mm)	0	0	0
Celkovo	21 (14,9 %)	11 (7,8 %)	9 (6,4 %)

Celkový počet zlomených stavcov (N=52)



Graf 1. Lokalizácia zlomenín hrudných stavcov.



Graf 2. Typy poranení hrudnej chrbtice podľa AO klasifikácie pre ktoré bola indikovaná operačná liečba.

najčastejšie *proc. articularis superior*, zo spinálneho kanála, alebo ak už bola prítomná traumatická laminektómia. Laminektómia sa realizovala aj v prípade potreby revízie a kontroly durálneho vaku pri repozičných manévroch, pre riziko jeho interpozície medzi fragmenty zlomeniny.

Posterolaterálna fúzia sa realizovala v prípade dominantne ligamentového poranenia zadného stĺpca chrbtice typu B1, typu C alebo po laminektómii. V prípade dominantne kostného poranenia zadného stĺpca typu B2 a typu C bola posterolaterálna fúzia realizovaná podľa úvahy operujúceho chirurga.

V prípade deštrukcie predného stĺpca alebo pri potrebe priamej dekompresie spinálneho kanála sme v druhej dobe realizovali predný výkon. Cestou limitovanej torakotómie sa realizovala somatektómia tela stavca s náhradou tela expandibilnou klieťkou *Synex* a autológnou kosťou (obr. 3).

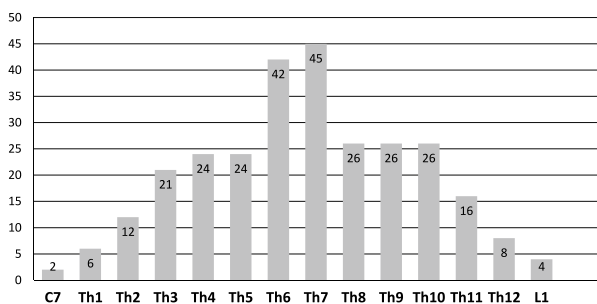
Hodnotenie polohy skrutiek, kyfotickej deformity

V prípadoch keď bolo realizované pooperačné CT sa hodnotila poloha pedikulárnych skrutiek, kyfotická deformita. Polohu skrutiek sme hodnotili podľa hodnotenia navrhnutého *Gertzbeinom et al.* (12, 16), ktoré zahŕňalo smer v ktorom skrutka presahovala hranice stavca (mediálne, laterálne, vpredu), stupeň presahovania (*stupeň I* do 2,0 mm, *stupeň II* 2,1–4,0 mm, *stupeň III* 4,1–6,0 mm, *stupeň IV* nad 6,1 mm). Kyfotická deformita sa hodnotila na základe merania *Cobbovho uhla* na predoperačnom a pooperačnom CT medzi krycimi platničkami stavcov nad a pod úrovňou poranenia.

Pooperačné sledovanie

Kontroly spravidla prebiehali po 4 týždňoch, 3 mesiacoch, 6 mesiacoch a 1 roku. U pacientov s neurologickou symptomatológiou bola prvá kontrola po návrate z rehabilitačného pobytu. Pri kontrole sa na rgt hodnotila poloha implantátu a konfigurácia chrbtice. Ďalšími sledovanými údajmi boli stupeň neurologického deficitu, jeho zmena oproti predoperačnému stavu a komplikácie.

Celkový počet pedikulárnych skrutiek (N=282)



Graf 3. Lokalizácia zavedených pedikulárnych skrutiek, nepárny počet skrutiek v úrovni Th3 a Th7 je pre prípad unilaterálneho zavedenia pedikulárnych skrutiek v týchto úrovniach.

VÝSLEDKY

Celkovo bolo pre zlomeninu hrudnej chrbtice Th2–Th10 operovaných 33 pacientov. Záverečné hodnotenie bolo realizované u 28 pacientov. 5 pacientov sa nedostavilo na záverečnú kontrolu ani neodpovedalo na zasláný dotazník týkajúci sa hodnotenia ich stavu. Priemerná dĺžka sledovania pacientov bola 47 mesiacov (81–24 mesiacov). Priemerný vek bol $39,7 \pm 16,7$ rokov (16–82 rokov), 25 bolo mužov (75,8 %), 8 žien (24,2 %). Najčastejším mechanizmom úrazu bol pád z výšky 16x (48,5 %), dopravná nehoda automobilu 4x (12,1 %), dopravná nehoda motorky 4x (12,1 %), pád z bicykla 2x, cyklista zrazený autom 2x, privalenie bremenom 2x, pád zo stola 2x, chodec zrazený autom 1x.

Pridružené poranenia

U 24 pacientov (72,7 %) boli prítomné pridružené poranenia. U 14 pacientov (42,4 %) bola zlomenina hrudnej chrbtice súčasťou polytraumy. V rámci pridružených poranení dominovali poranenia v oblasti hrudníka u 22 pacientov (66,7 %), kranio-cerebrálne poranenie 6 pacientov (18,2 %), končatinové poranenie 10 pacientov (30,3 %). Súčasná zlomenina chrbtice v inej lokalizácii bola u 6 pacientov (18,2 %). Súhrn pridružených poranení je uvedený v tabuľke 1.

Operačná liečba

Priemerná dĺžka intervalu *úraz-operačný výkon* bola $5,2 \pm 4,3$ dňa (4 hod–18 dní). U 33 pacientov bolo zlomených 52 hrudných stavcov s maximom lokalizovaným v oblasti Th5–Th9 (graf 1). Podľa *AO klasifikácie* najčastejším typom poranenia, pre ktoré bol indikovaný operačný výkon, bol typ B2 15x (45,5 %), typ C 9x (33,3 %) a typ B1 5x (15,1 %) (graf 2). U 2 pacientov vznikla zlomenina v teréne DISH (*Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis*). Tieto poranenia boli klasifikované ako typ B3 (26).

Priemerná dĺžka trvania operačného výkonu bola 210 ± 56 minút (129–355 minút), 30x bol použitý fixátor *USS II*, 3x *USS Fracture*, 1x kombinácia *USS II + Axon*. Najčastejšia konfigurácia fixátora bola fixácia 2 segmentov nad a 2 segmentov pod zlomeninou 2+2 20x (58,8 %), 1+1 5x (14,7 %), 2+3 4x (11,8 %) (tab. 2). Celkovo bolo zavedených 282 pedikulárnych skrutiek (graf 3).

Poloha skrutiek, stupeň korekcie kyfotickej deformity

Pooperačné CT bolo realizované u 16 pacientov (48,5 %). Na pooperačnom CT sa hodnotila poloha 149 (52,8 %) z celkového počtu 282 pedikulárnych skrutiek. 8 skrutiek bolo zavedených extrapedikulárnou trajektóriou, 141 skrutiek transpedikulárne. 107 pedikulárnych skrutiek (75,9 %) nepresahovalo hranice pedikla a tela stavca. Mediálne presahovalo 11 skrutiek (7,8 %), laterálne 21 skrutiek (14,9 %), prednú stenu stavca presahovalo 9 skrutiek (6,4 %) (tab. 3).

Priemerný predoperačný *Cobbov uhol* medzi stavcami nad a pod úrovňou poranenia bol $18,7^\circ \pm 8,2^\circ$ ($6,2^\circ$ – $33,8^\circ$), priemerný pooperačný *Cobbov uhol* bol $9,3^\circ \pm 3,4^\circ$ ($2,3^\circ$ – $13,8^\circ$), priemerná zmena *Cobbovho uhla* bola $9,4^\circ \pm 6,1^\circ$.

Neurologický deficit

16 pacientov (48,5 %) bolo bez neurologického deficitu (*ASIA E*), 6 pacientov (18,2 %) malo parciálny neurologický deficit (*ASIA B-D*), 11 pacientov (33,3 %) malo úplný neurologický deficit (*ASIA A*). U žiadneho pacienta v dôsledku operačného výkonu nedošlo k zhoršeniu neurologického nálezu. U 4 pacientov s parciálnym neurologickým deficitom došlo v priebehu rekonvalescencie k zlepšeniu o 1 stupeň škály *ASIA*, u 2 pacientov o 2 stupne škály *ASIA*.

Komplikácie

Celkovo sme zaznamenali 6 peroperačných a 3 pooperačné komplikácie. U 4 pacientov (12,1 %) peroperačné straty krvi prekročili 1000 ml. U 28-ročného pacienta s poranením typu C2 v úrovni Th4-Th5, neurologickým deficitom *ASIA A* sme pre peroperačnú asystóliu boli nútení urgentne prerušiť operačný výkon v jeho záverečnej fáze s následnou resuscitáciou. U 29-ročnej pacientky s deficitom *ASIA A*, poranením v úrovni Th4-Th5 bola nevyhnutná revízia pedikulárnych skrutiek pre ich mediálnu malpozíciu. Iniciálna transpedikulárna stabilizácia tejto pacientky bola realizovaná urgentne počas služby menej skúseným chirurgom s vysokými stratami krvi. U 64-ročného pacienta so zlomeninou v úrovni Th3-Th4 a stabilizáciou Th1, Th2-Th5, Th6, Th7 došlo v priebehu 3 mesiacov po operácii k vzniku bolesti. Na kontrolnom CT boli segmenty Th1-Th7 bez straty korekcie, pod implantátom však došlo k progresii kyfózy s poruchou sagitálneho balansu chrbtice. U 2 pacientov bola pre prominenciu implantátu realizovaná extrakcia. V oboch prípadoch sa jednalo o *USS Fracture*. Nezaznamenali sme žiadny hlboký infekt. U žiadneho zo sledovaných pacientov sme na pooperačných rtg a CT kontrolách nezaznamenali uvoľnenie alebo stratu korekcie implantátu.

DISKUSIA

Zlomeniny hrudnej chrbtice predstavujú špecifickú skupinu poranení. Vo vysokom percente sa jedná o *high energy* poranenia s morfológicky závažnými typmi zlomenín chrbtice, vysokou frekvenciou výskytu pridružených poranení a neurologického deficitu (25). *Singh et al.* (29) uvádzajú medzi poraneniami asociovanými so zlomeninami hrudnej chrbtice zlomeniny rebier, zlomeniny krčnej a drierkovej chrbtice. *Marré et al.* (25) v súbore 51 pacientov so zlomeninou hrudnej chrbtice liečených operačne našli pridružené poranenia u 70,6 % pacientov. Zlomeniny rebier, hrudnej kosti, kľúčnej kosti a lopatky boli prítomné u 37,2 %, neurologický deficit u 55 % pacientov. V našom súbore sa potvrdila vysoká frekvencia výskytu pridružených poranení, ktoré boli prítomné u 73 % pacientov. Najčastejšie boli poranenia v oblasti hrudníka u 67 % pacientov. Neurologický deficit bol prítomný u 52 % pacientov.

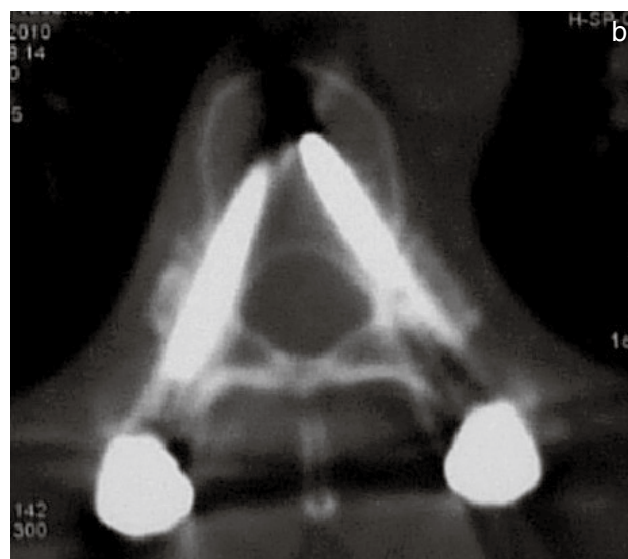
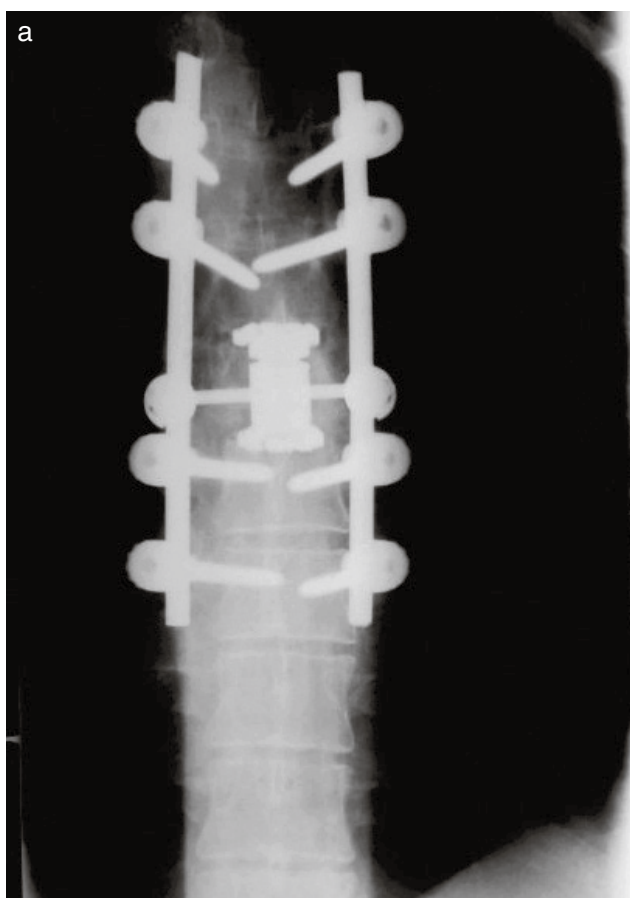
Viacero prác porovnávajúci konzervatívnu a operačnú liečbu nestabilných poranení hrudnej a drierkovej chrbtice potvrdilo, že operačná liečba je priaznivejšou alternatívou (22, 30, 31). U pacientov liečených operač-

ne uvádzajú kratšie obdobie imobilizácie, kratšiu dĺžku hospitalizácie, nižšie riziko vzniku poúrazovej deformity a menej komplikácií.

Timing operačnej stabilizácie zlomenín hrudnej chrbtice je kontroverznou témou. Včasná stabilizácia má niekoľko potenciálnych výhod. Umožňuje skorú mobilizáciu pacienta, znižuje riziko tromboembolických a pľúcnych komplikácií (5, 7, 14). Má však aj svoje riziká. Možnosť prehliadnutia, alebo neúplnej diagnostiky pridružených poranení je vyššia. Včasný operačný výkon môže byť zaťažený rizikom vyšších peroperačných krvných strát, nedostatočnej resuscitácie pacienta a suboptimálnej predoperačnej prípravy. Priemerný časový interval *úraz–operačný výkon* v našom súbore bol 5,2 dňa. Tento interval možno hodnotiť ako pomerne dlhý. Jedným z dôvodov bol počet sekundárnych transportov, keď 17 pacientov (52 %) bolo na naše pracovisko prevezených z iných nemocníc. K predĺženiu intervalu prispel aj vysoký počet polytraumatizovaných pacientov (42 %). Stabilizácia stavu, ošetrovanie pridružených poranení a predoperačná príprava týchto pacientov zaberie určitý čas. Pacienti musia byť dostatočne stabilizovaní, aby mohli bezpečne absolvovať 2–4 hodinový výkon v pronačnej polohe s krvnými stratami potenciálne presahujúcimi 1000 ml.

Z hľadiska neurologického deficitu je primárnym cieľom operácie dekompresia nervových štruktúr. V súčasnosti nie je k dispozícii dôkaz jednoznačne potvrdzujúci pozitívny efekt včasnej dekompresie pre zlepšenie prognózy poranenia miechy (11, 33). Viaceré experimentálne a niekoľko klinických prác dokumentujú priaznivý efekt skoršej dekompresie miechy (4, 28). *Lukáš et al.* (23) v retrospektívnej štúdii dokumentovali štatisticky významný rozdiel v zlepšení neurologického deficitu u pacientov s poranením chrbtice operovaných do 24 hod. v porovnaní so skupinou pacientov operovaných po týždni. V ostatných skupinách rozdiel nebol štatisticky významný vzhľadom na malý počet pacientov v štúdií. Bol však trend k výraznejšiemu zlepšeniu v skupinách pacientov operovaných skôr.

Druhým hľadiskom včasnej stabilizácie je vplyv na celkový stav pacienta. *Croce et al.* (7) uvádzajú, že včasná stabilizácia je benefitom najmä pre pacientov s poranením hrudnej chrbtice, u ktorých bola spojená s nižším rizikom vzniku pneumónie, kratším pobytom na jednotke intenzívnej starostlivosti (JIS), menším počtom dní strávených na ventilátore spolu s celkovo nižšími nákladmi na liečbu. *Frangen et al.* (14) hodnotili efekt včasnej stabilizácie poranení hrudnej chrbtice v závislosti na ISS skóre. Najpriaznivejší efekt včasnej stabilizácie (do 72 hod) dokumentovali v skupine pacientov s najvyšším ISS skóre. V porovnaní so skupinou neskoršej stabilizácie mali kratší pobyt na JIS, kratšiu hospitalizáciu, menej pľúcnych komplikácií a kratšiu rekonvalescenciu. V skupine pacientov s nízkym ISS skóre nebol štatisticky významný rozdiel medzi včasnou a neskoršou stabilizáciou chrbtice. *Carreon et al.* (5) v systematickom prehľade literatúry porovnávajúcej včasnú a odloženú stabilizáciu poranení chrbtice uvádza výhody včasnej stabilizácie. Všetky ním analyzované práce konzistent-



Obr. 4 . Stav po repozícii a stabilizácii zlomeniny stavca Th6, použitý fixátor USS II Th4, Th5 – Th7, Th8 + klietka Synex. Pedikulárne skrutky pre malý rozmer pediklov zavedené extrapedikulárnou trajektóriou (a). Extrapedikulárna trajektória skrutiek na CT (b).

ne udávali kratší čas hospitalizácie, kratší čas strávený na JIS, kratší čas strávený na ventilátore a menší počet pľúcnych komplikácií v skupine pacientov po včasnej stabilizácii. Tieto výhody boli výraznejšie v skupine polytraumatizovaných pacientov. Vzhľadom na uvedené fakty by preto mala byť snaha, najmä v prípade poranenia hrudnej chrbtice u polytraumatizovaných pacientov, o čo najskoršiu stabilizáciu hrudnej chrbtice.

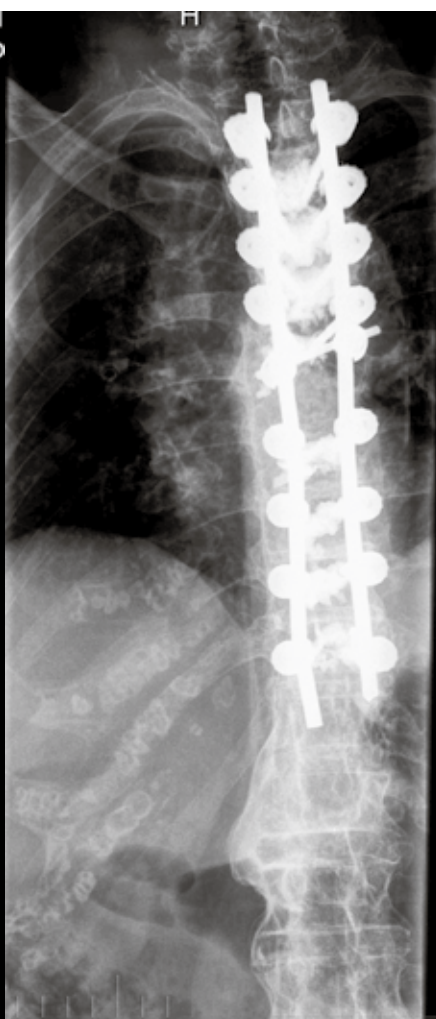
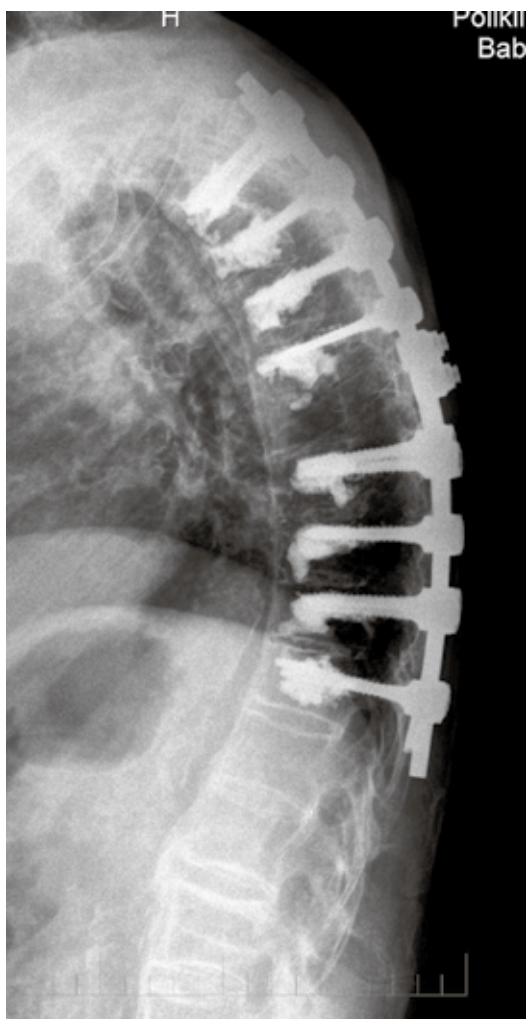
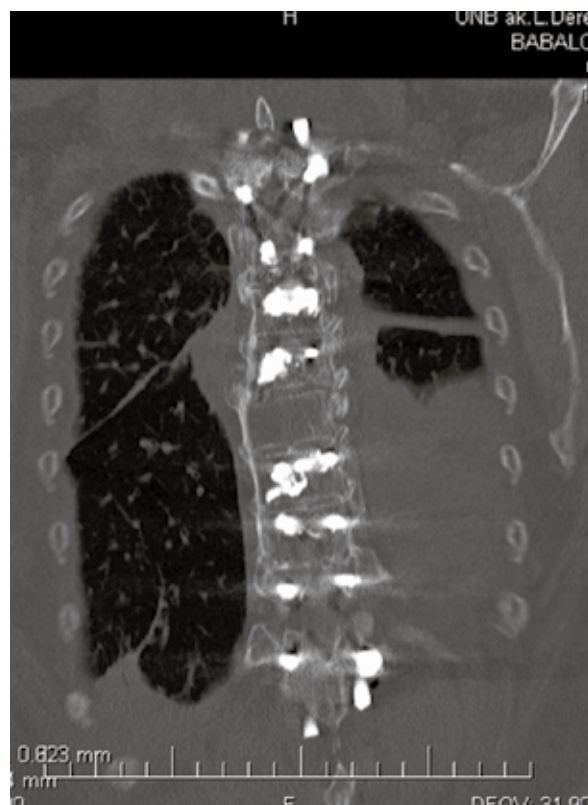
V poslednej dekáde boli publikované práce dokumentujúce bezpečnosť použitia pedikulárnych skrutiek pri operačnej stabilizácii zlomenín hrudnej chrbtice (12, 13, 34, 37). Vyššia náročnosť zavedenia pedikulárnych skrutiek súvisí s menšími rozmermi, inter a intraindividuálnou variabilitou morfológie pediklov jednotlivých úrovní hrudnej chrbtice (6, 9, 10, 21, 27, 32).

Bezpečnosť transpedikulárnej stabilizácie súvisí najmä s presnosťou zavedenia pedikulárnych skrutiek (12). Mediálna malpozícia ohrozuje nervové štruktúry lokalizované v spinálnom kanály. Pri laterálnej malpozícii je riziko penetrácie skrutiek do pleurálnej dutiny. V prípade presahovania skrutiek vpredu je vľavo ohrozená aorta a pažerák, vpravo v. *azygos*, v. *cava inferior* a pažerák (32). Frekvencia týchto komplikácií je však podľa publikovaných prác zriedkavá.

Fisher et al. (12) hodnotili bezpečnosť použitia pedikulárnych skrutiek v prospektívnej štúdii u 23 pacientov so zlomeninou chrbtice lokalizovanou v segmentoch Th1-Th10. Z celkového počtu 201 zavedených skrutiek bolo 66,2 % na kontrolnom CT lokalizovaných intrapedikulárne, 33,8 % presahovalo hranice pedikla. Po zhodnotení

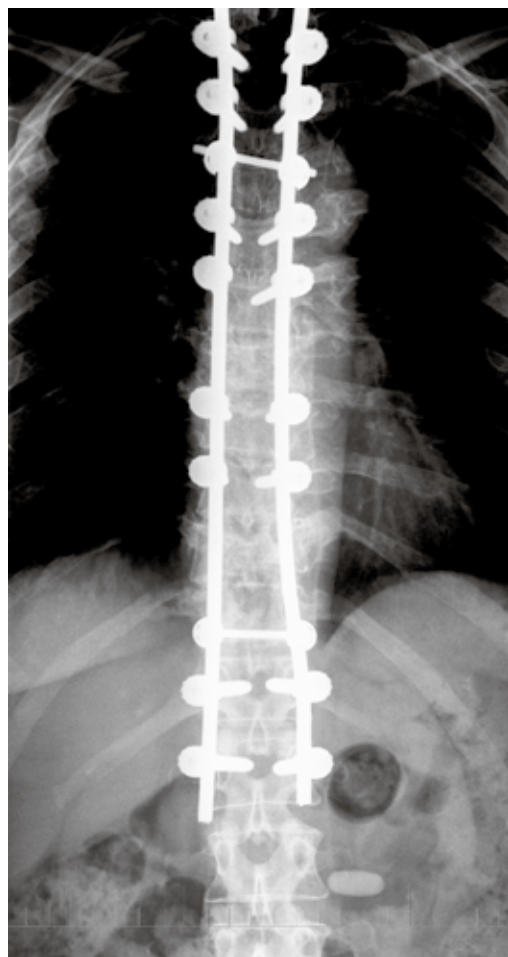
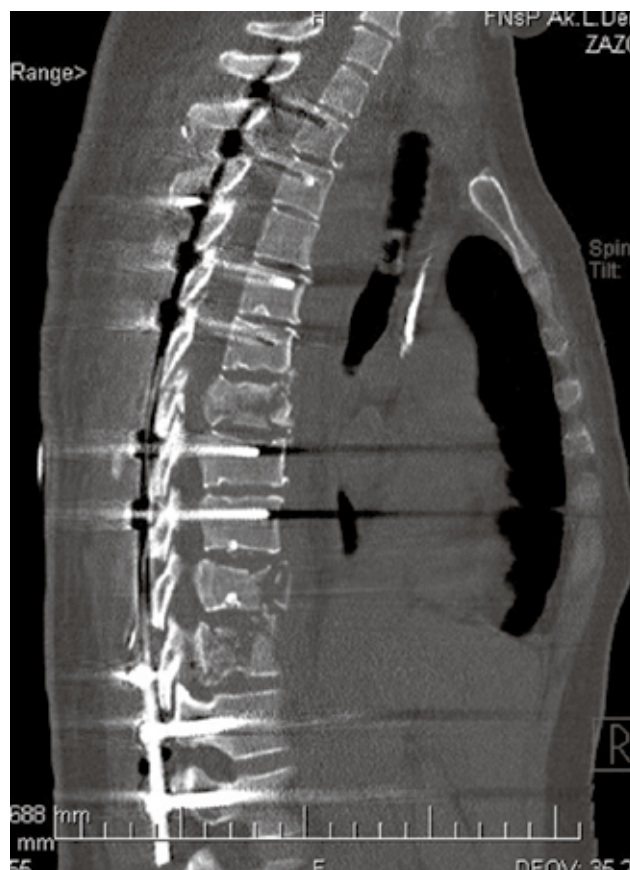
stupňa ich presahovania bolo 98,5 % skrutiek zavedených prijateľne. V súvislosti s operačným výkonom nezaznamenali žiadne komplikácie. Transpedikulárnu stabilizáciu zlomenín hrudnej chrbtice realizovanú skúseným chirurgom považovali za bezpečnú. Kim et al. (20) dokumentovali bezpečnosť zavedenia pedikulárnych skrutiek do hrudných stavcov tzv. *freehand* technikou bez rtg asistencie u pacientov s deformitami hrudnej chrbtice. Celkovo zaviedli 3204 pedikulárnych skrutiek. Z týchto náhodne prostredníctvom CT hodnotili polohu 577 skrutiek. Z nich 36 skrutiek (6,2 %) signifikantne presahovalo hranice pedikla, keď os skrutky bola lokalizovaná mimo pedikla. Mediálna perforácia bola prítomná u 10 skrutiek (1,7 %). Nezaznamenali žiadne komplikácie a považovali *freehand* techniku zavedenia pedikulárnych skrutiek za bezpečnú.

V našej štúdii sme na základe pooperačného CT hodnotili polohu 149 z celkovo 282 zavedených pedikulárnych skrutiek (52,8 %). 107 skrutiek (75,9 %) bolo zavedených intrapedikulárne. 21 skrutiek (14,9 %) presahovalo laterálnu stenu pedikla, pričom žiadna zo skrutiek nepenetrovala do pleurálnej dutiny. Laterálne presahovanie je súčasťou parapedikulárnej trajektórie a v prípadoch s malým priečnym rozmerom pedikla sa mu v podstate nedá vyhnúť. Mediálne hranice pedikla presahovalo 11 skrutiek (7,8 %), 3 skrutky (2,1 %) o viac ako 2,1 mm. Žiadna zo skrutiek neprominovala mediálne do spinálneho kanála o viac ako 4,1 mm. Celkovo poloha 97,9 % skrutiek bola akceptovateľná. Za problematickú možno považovať polohu troch o viac ako 2,1 mm mediálne presahujúcich skrutiek.



Obr. 5. Poranenie hrudnej chrbtice u 82-ročnej pacientky s DISH (Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis), translácia v segmente Th6/Th7 (a). Stav po repozícii a stabilizácii (b). Stabilizácia Th3, Th4, Th5, Th6 – Th8, Th9, Th10, Th11 fixátorom USS II, telá stavcov augmentované PMMA cementom (c).

a|b
c|



Obr. 6. Viacúrovňové poranenie hrudnej chrbtice u 55-ročnej pacientky: retrolistéza v segmente Th2/Th3, zlomenina Th7, kompresia tela Th8, zlomenina Th10 a Th11 (a). Repozícia a stabilizácia fixátorom USS II Th2 – Th3 – Th5, Th6 – Th8, Th9 – Th12, L1 (b). Pooperačné rtg (c).

Husted *et al.* (19) v prípade pediklov malých rozmerov popísal extrapedikulárnu trajektóriu skrutiek, ktorá využíva komplex pedikla, *proc. transversus* a rebra. White *et al.* v biomechanickej štúdii porovnávali výťrhovú silu transpedikulárne a extrapedikulárne zavedených skrutiek. Transpedikulárne skrutky boli biomechanicky pevnejšie. Rozdiel oproti extrapedikulárne zavedeným skrutkám bol však malý a tieto skrutky považovali za dobrú alternatívu v prípadoch, keď lokálne anatomické pomery neumožňujú ich transpedikulárne zavedenie (15, 35). Penetrácia skrutiek cez laterálnu stenu pedikla, pokiaľ nezasahuje do pleurálnej dutiny, teda nepredstavuje z biomechanického hľadiska problém. Dvorak *et al.* (8) na základe štúdie na kadaveroch považovali laterálnu perforáciu pedikla do 6,8 mm za akceptovateľnú, pretože skrutka je od pleurálnej dutiny izolovaná hlavičkou rebra. Mediálna penetrácia skrutiek predstavuje riziko pre možnosť poranenia nervových štruktúr lokalizovaných v spinálnom kanáli (32). Gertzbein a Robbins (16) uvádzajú, že mediálna perforácia do 4 mm by mohla byť ešte akceptovateľná, pretože 2 mm zaberá epidurálny priestor a 2 mm durálny vak s mozgovno-miechovým mokom.

Problémom však ostáva, že u časti pacientov šírka pediklov nedosahuje ani rozmer najmenších 4,0 mm pedikulárnych skrutiek. V týchto prípadoch na našom pracovisku využívame parapedikulárnu alebo extrapedikulárnu trajektóriu skrutiek (15, 18, 19). Pri parapedikulárnej trajektórii skrutku zavádzame zo štandardného alebo mierne laterálneho *entry pointu* tak, že mediálny okraj skrutky nepresahuje mediálnu stenu pedikla a laterálne skrutka prechádza laterálnou stenou pedikla a hlavičkou rebra. Pri extrapedikulárnej trajektórii je *entry point* lokalizovaný v oblasti vrcholu *proc. transversus* a skrutky majú väčšiu mieru konvergencie. Po prechode *proc. transversus* prechádzajú do komplexu hlavičky rebra s pediklom, a následne do tela stavca (obr. 4). Výhodou je väčšia dĺžka pedikulárnej skrutky, nevýhodou prominencia implantátu. Preto preferujeme parapedikulárnu trajektóriu skrutiek, ktorá sa príliš neliší od štandardnej polohy skrutiek.

V prípade hranične širokých pediklov sme pri zavádzaní pedikulárnych skrutiek pozorovali, podobne ako Kim, Lenke *et al.* (20), možnosť visko-elastickej dilatácie pedikla. Dochádza pri nej k dilatácii pedikla prechádzajúcou skrutkou bez zjavného porušenia jeho integrity. Realizujeme ju tak, že úzkou pedikulárnou sondou sondujeme pedikel a vytvorený kanál dilatujeme štandardnou pedikulárnou sondou. Následne sa presne v trajektórii pedikulárneho kanála pomaly, aby kostné tkanivo malo čas na adaptáciu, zavádza skrutka. Týmto spôsobom je možné zaviesť skrutky aj do pediklov, ktoré sú o 0,5–1 mm širšie ako je rozmer skrutky. Xie *et al.* (36) referovali o dilatácii pedikla pomalým a opatrným zavádzaním skrutiek stále väčšieho diametra.

Efektívnosť transpedikulárnej stabilizácie súvisí s možnosťou repozície deformity a jej stabilnej fixácie. Fisher *et al.* (13) hodnotili použitie interného fixátora pri repozícii a stabilizácii zlomenín hornej hrudnej chrbtice. Transpedikulárnu stabilizáciu považovali za bezpečnú a efektívnu techniku, pričom nepozorovali zlyhanie

implantátu ani stratu korekcie. Yue *et al.* (37) udávajú, že prostredníctvom interného fixátora možno realizovať efektívnu repozíciu kyfotickej deformity. V súbore 32 pacientov so zlomeninou hrudnej chrbtice dosiahli v priemere 62,2 % zlepšenie sagitálneho indexu. Pri použití konfigurácie 2+2 nezaznamenali stratu korekcie alebo zlyhanie implantátu. V našom súbore sme tiež dokumentovali možnosť efektívnej repozície. Na pooperačnom CT sme zaznamenali zlepšenie kyfotickej deformity v priemere z 18,7° na 9,3°, priemerná zmena Cobbovho uhla bola 9,4°.

Dôležitou otázkou súvisiacou s použitím interného fixátora je počet inštrumentovaných segmentov. Medzi základné princípy operačnej liečby zlomenín chrbtice patrí, popri stabilnej fixácii, aj snaha o jej dosiahnutie prostredníctvom čo najmenšieho počtu imobilizovaných segmentov. Vialle *et al.* (34) v prípade zlomenín hrudnej chrbtice uvádzajú, že stabilizácia so zavedením skrutiek do 2 stavcov nad a 2 stavcov pod poranením je dostatočne stabilná. Krátka 1+1 stabilizácia by v prípade poranení typu B a typu C mala byť používaná opatrne pre vysoké riziko sekundárnej dislokácie. Yue *et al.* (37) odporúčajú fixáciu 2 segmentov nad a 2 segmentov pod úrovňou zlomeniny hrudnej chrbtice ako prevenciu sekundárnej dislokácie, ktorá hrozí pri krátkej 1+1 stabilizácii. Arlet *et al.* (1) pri repozícii a stabilizácii zlomenín typu *fracture-dislocation* hrudnej chrbtice tiež úspešne použili konfiguráciu 2+2.

Počet inštrumentovaných segmentov primárne závisí najmä od typu poranenia. Pre A typ poranenia je krátka bisegmentálna stabilizácia spravidla dostačujúca. Zlomeniny typu B a C v oblasti hrudnej chrbtice si vyžadujú viacsegmentovú stabilizáciu. V našom súbore bola väčšina poranení stabilizovaná 2+2 konfiguráciou interného fixátora (57,6 %). V prípadoch výraznejšej dislokácie alebo nestability, pokiaľ operujúci chirurg uznal za vhodné, sa inštrumentácia predĺžila o 1 segment nahor alebo nadol. V jednom prípade sme u 82-ročnej pacientky so syndrómom DISH a súčasným poranením hrudnej chrbtice, vzhľadom na veľmi zlú kvalitu kostí, použili konfiguráciu 4+4. Zároveň sme stavce augmentovali PMMA cementom (obr. 5). V prípade 55 ročnej pacientky so súčasným poranením hrudnej chrbtice v 3 úrovniach sme použili konfiguráciu 1+1+2+2+2 (obr. 6).

ZÁVER

Transpedikulárna stabilizácia zlomenín hrudnej chrbtice je bezpečná terapeutická metóda s nízkym rizikom komplikácií súvisiacich s operačnou liečbou. Umožňuje efektívnu repozíciu úrazovej deformity, stabilnú fixáciu s nízkym rizikom sekundárnej dislokácie alebo zlyhania implantátu.

Odporúčaná konfigurácia interného fixátora pri poraneniach hrudnej chrbtice typu B a typu C je 2+2.

Včasná stabilizácia poranení hrudnej chrbtice má priaznivý efekt na celkový stav pacienta, znižuje riziko komplikácií a skracuje rekonvalescenciu. Tento efekt je najvýraznejší v skupine pacientov s ťažšími poraneniami.

Literatúra

1. ALOBAID, A., ARLET, V., OUELLET, J., REINDL, R.: Surgical technique – Technical notes on reduction of thoracic spine fracture dislocation: *Can. J. Surg.*, 49: 131–134, 2006.
2. ANDRIACCHI, T., SCHULTZ, A., BELYTSCHKO, T., GALANTE, J.: A model for studies of biomechanical interactions between human spine and rib cage. *J. Biomech.*, 7: 497–507, 1974.
3. BERG, E. E.: The sternal-rib complex: A possible fourth column in thoracic spine fractures. *Spine*, 18: 1916–1919, 1993.
4. CARLSON, G. D., MINATO, Y., OKADA, A.: Early time-dependent decompression for spinal cord injury: Vascular mechanisms of recovery. *J. Neurotrauma*, 14: 951–962, 1997.
5. CARREON, L. Y., DIMAR, J. R.: Early versus late stabilisation of spine injuries: a systematic review. *Spine*, 36: E727–733, 2011.
6. CINOTTI, G., GUMINA, S., RIPANI, M., POSTACCHINI, F.: Pedicle instrumentation in the thoracic spine. A morphometric and cadaveric study for placement of screws. *Spine*, 24: 114–119, 1999.
7. CROCE, A., BEE, T. K., PRITCHARD, E., MILLER, P., FABIAN, T. C.: Does optimal timing for spine fracture fixation exist. *Ann. Surg.*, 233: 851–858, 2001.
8. DVORAK, M., MACDONALD, S., GURR, K. R., BAILEY, S. I., HADDAD, R. G.: An anatomic, radiographic, and biomechanical assessment of extrapedicular screw fixation in the thoracic spine. *Spine*, 18: 1689–1694, 1993.
9. EBRAHEIM, N. A., JABALY, G., XU, R., YEASTING, R. A.: Anatomic relations of the thoracic pedicle to the adjacent neural structures. *Spine*, 22: 1553–1557, 1997.
10. EBRAHEIM, N. A., XU, R., AHMAD, M., YEASTING, R. A.: Projection of the thoracic pedicle and its morphometric analysis. *Spine*, 22: 233–238, 1997.
11. FEHLINGS, M., PERRIN, R. G.: The timing of surgical intervention in the management of spinal cord injury: A systematic review of recent clinical evidence. *Spine*, 31 (Suppl. 11): S28–S35, 2006.
12. FISHER, C. G., SAHAJPAL, V., KEYNAN, O., BOYD, M., GRAEB, D., BAILEY, C.: Accuracy and safety of pedicle screw fixation in thoracic spine trauma. *J. Neurosurg. Spine*, 5: 520–526, 2006.
13. FISHER, C., SINGH, S., BOYD, M., KINGWELL, S., KWON, B., LI, M., DVORAK, M.: Clinical and radiographic outcomes of pedicle screw fixation for upper thoracic spine (T1–T5) fractures: a retrospective cohort study of 27 cases. *J. Neurosurg. Spine*, 10: 207–213, 2009.
14. FRANGEN, T. M., RUPPERT, S., MUHR, G., SCHINKEL, CH.: The beneficial effects of early stabilisation of thoracic spine fractures depend on trauma severity. *J. Trauma*, 68: 1208–1212, 2010.
15. FURDERER, S., SCHOLTEN, N., COENEN, O., KOEBKE, J., EYSEL, P.: In-vitro comparison of the pullout strength of 3 different thoracic screw fixation techniques. *J. Spinal Disord. Tech.*, 24: E6–10, 2011.
16. GERTZBEIN, S. D., ROBBINS, R. E.: Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine*, 15: 11–14, 1990.
17. HANLEY, E. N., Jr., ESKAY, M. L.: Thoracic spine fractures. *Orthopedics*, 12: 689–696, 1989.
18. HUSTED, D. S., HAIMS, A. H., FAIRCHILD, T. A., KERSHAW, T. S., YUE, J. J.: Morphometric comparison of the pedicle rib unit to pedicles in the thoracic spine. *Spine*, 29: 139–146, 2004.
19. HUSTED, D. S., YUE, J. J., FAIRCHILD, T. A., HAIMS, A. H.: An extrapedicular approach to the placement of screws in the thoracic spine: an anatomic and radiographic assessment. *Spine*, 28: 2324–2330, 2003.
20. KIM, Y. J., LENKE, L. G., BRIDWELL, K. H., CHO, Y. S., RIEW, K. D.: Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe? *Spine*, 29: 333–342, 2004.
21. KOTHE, R., O'HOLLERAN, J. D., LIU, W., PANJABI, M. M.: Internal architecture of the thoracic pedicle. An anatomic study. *Spine*, 21: 264–270, 1996.
22. KRBEC, M., ŠTULÍK, J.: Osteosyntéza zlomenin Th/L páteře vnitřním fixátorem. Zhodnocení 120 operovaných případů. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 68: 77–84, 2001.
23. LUKÁŠ, R., BARSA, P., PAZOUR, J., ŠRÁM, J.: Timing operací páteře při akutním poškození míchy a jeho vliv na vývoj neurologického nálezu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 79: 233–237, 2012.
24. MAGERL, F., AEBI, M., GERTZBEIN, S. D., HARMS, J., NAZARIAN, S.: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur. Spine J.*, 3: 184–201, 1994.
25. MARRÉ, B., BALLESTEROS, V., MARTINEZ, C., ZAMORANO, J. J., ILABACA, F., MUNJIN, M., YURAC, R., URZUA, A., LECAROS, M., FLEIDERMAN, J.: Thoracic spine fractures: injury profile and outcomes of a surgically treated cohort. *Eur. Spine J.*, 20: 1427–1433, 2011.
26. MATĚJKA, J., SKÁLA-ROSENBAUM, J., KRBEC, M., ZEMAN, J., MATĚJKA, T., ZEMAN, P.: Poranění hrudní a bederní páteře typu B3 dle AO-ASIF. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 80: 235–240, 2013.
27. PANJABI, M. M., O'HOLLERAN, J. D., CRISCO, J. J. III, KOTHE, R.: Complexity of the thoracic spine pedicle anatomy. *Eur. Spine J.*, 6: 19–24, 1997.
28. PAPADOPOULOS, S. M., SELDEN, N. R., QUINT, D. J.: Immediate spinal cord decompression for cervical spinal cord injury: Feasibility and outcome. *J. Trauma*, 52: 323–332, 2002.
29. SINGH, R., TAYLOR, D., DSOUZA, D., GORELI, A., PAGE, P., PHAL, P.: Injuries significantly associated with thoracic spine fractures: a case control study. *Emerg. Med. Australas*, 21: 419–423, 2009.
30. SOREFF, J., AXDORPH, G., BYLUND, P., ODEEN, I., OLERUD, S.: Treatment of patients with unstable fractures of the thoracic and lumbar spine: a follow-up study of surgical and conservative treatment. *Acta Orthop. Scand.*, 53: 369–381, 1982.
31. STOVAL, D. O., GOODRICH, A., MACDONALD, A., BLOM, P.: Pedicle screw instrumentation for unstable thoraco-lumbar fractures. *J. South Orthop. Assoc.*, 5: 165–173, 1996.
32. VACCARO, A. R., RIZZOLO, S. J., ALLARDYCE, T. J., RAMSEY, M., SALVO, J., BALDERSTON, R. A.: Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part I: morphometric analysis of the thoracic vertebrae. *J. Bone Jt Surg.*, 77-A: 1193–1199, 1995.
33. VACCARO, A. R., DAUGHERTY, R. J., SHEENAN, T. P.: Neurologic outcome of early versus late surgery for cervical spinal cord injury. *Spine*, 22: 2609–2613, 1997.
34. VIALLE, L. R., VIALLE, E.: Thoracic spine fractures. *Injury*, 36: S-B65–S-B72, 2005.
35. WHITE, K. K., OKA, R., MAHAR, A. T., LOWRY, A., GARFIN, S. R.: Pullout strength of thoracic pedicle screw instrumentation: comparison of the transpedicular and extrapedicular technique. *Spine*, 31: E355–358, 2006.
36. XIE, J., WANG, Y., ZHAO, Z., ZHANG, Y.: The safe placement of upper and middle thoracic pedicle screws in pediatric deformity. *J. Spinal Disord. Tech.*, 24: 55–59, 2011.
37. YUE, J. J., SOSSAN, A., SELGRATH, C., DEUTSCH, L., WILKENS, K., TESTAIUTI, M.: The treatment of unstable thoracic spine fractures with transpedicular screw instrumentation: a 3-year consecutive series. *Spine*, 27: 2782–2787, 2002.

Korešpondujúci autor:

MUDr. Michal Božík

Oddelenie úrazovej chirurgie FNŠP F. D. Roosevelta

Nám. L. Svobodu 1

Banská Bystrica 975 17, Slovensko

E-mail: mbozik@nextra.sk