

Vývoj názoru na stabilizace hrudní stěny a naše zkušenosti

Evolution of Opinions on Chest Wall Stabilisation and Our Experience

J. CHUDÁČEK¹, M. SZKORUPA¹, P. ZBOROVJAN², M. GREGOŘÍK¹, M. STAŠEK¹, J. HANULIAK¹

¹ I. chirurgická klinika Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

² Traumatologická klinika Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Rib fractures represent one of the most common fractures sustained by 10–40% of all patients with blunt chest trauma, their incidence increases with age. In the current literature, however, new indication criteria continue to emerge. The purpose of this study is to assess the indication criteria, the timing of surgery and the use of individual plates in dependence on fracture location in our patients after the chest wall stabilisation in a retrospective analysis.

MATERIAL AND METHODS

Our group of patients (n = 349) included the patients who were hospitalised in the Trauma Centre of the University Hospital Olomouc from 1 January 2015 to 31 January 2019, of whom 16 patients were indicated for a surgery. In case of polytrauma, spiral CT was performed, while all patients with a more serious wall chest trauma underwent 3D CT chest wall reconstruction. The surgical approach was chosen based on the fracture location, most frequently posterolateral thoracotomy was opted for. The type of plates was chosen based on the location and type of the fracture. The most common was the lateral type of fracture.

RESULTS

The most common indication for surgery was multiple rib fractures with major chest wall disfiguration with the risk of injury to intrathoracic organs, present hemothorax or pneumothorax. The age of patients ranged from 44 to 92 years. 8 patients sustained a thoracic monotrauma, the remaining patients suffered multiple injuries, mostly craniocerebral trauma, pelvic or long bone fractures or parenchymal organ injury. The patients were indicated for surgery between 1 hour and 7 days after the hospital admission, on average 3 plates per patient were used and the most commonly used type of plate was the newly modified Judet plate made by Medin. All the patients underwent a surgical revision of pleural cavity, in 3 patients diaphragmatic rupture was found despite a negative preoperative CT scan. The duration of mechanical ventilation in polytrauma patients was 16 days, in thoracic monotrauma patients it was 2 days.

CONCLUSIONS

Prevailing majority of patients with a blunt chest trauma with rib fractures is still treated non-operatively, which is confirmed also by our group of patients. Nonetheless, correctly and early indicated stabilisation of the chest wall based on accurate indication criteria is of a great benefit to the patients. The aim of each and every trauma centre should be to develop a standardised protocol for the management of blunt chest trauma (the so-called “rib fracture protocol”), which comprises precisely defined criteria for patient admission, multimodal analgesia, indications for surgery, comprehensive perioperative and post-operative care and a subsequent rehabilitation of patients.

Key words: rib fracture protocol, chest wall stabilisation, flail chest.

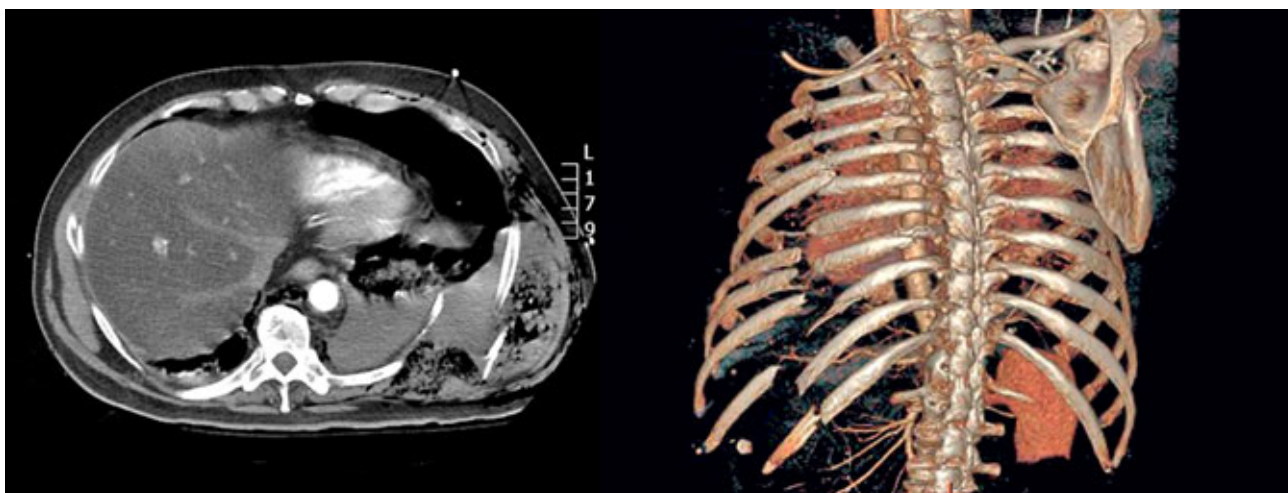
ÚVOD

Zlomeniny žeber jsou velmi časté, vyskytují se u 10–40 % všech pacientů s tupým poraněním hrudníku, hlavní příčinou jsou zejména dopravní nehody. Incidence narůstá s věkem nemocných, u dětí je „pouze“ 25 % (do 18 let), u dospělých (do 64 let) už 50 % a 65 % u nemocných nad 65 let. Pro všechny skupiny platí, že počet zlomených žeber přímo koreluje s mortalitou. Ta při počtu více než 6 zlomených žeber signifikantně narůstá (1, 20). Flagel a kolektiv ve své práci dokládají 10% mortalitu u nemocných s více než 4 zlomenými žebry, při zlomeninách více než 8 žeber dosahuje až 30 % (7). U starších nemocných s vícečetnými zlomeninami žeber dochází k významnému zvýšení morbidit a mortality (7, 13, 21). Nestabilní

hrudní stěna je definována jako zlomenina dvou a více sousedících žeber na dvou či více místech (12).

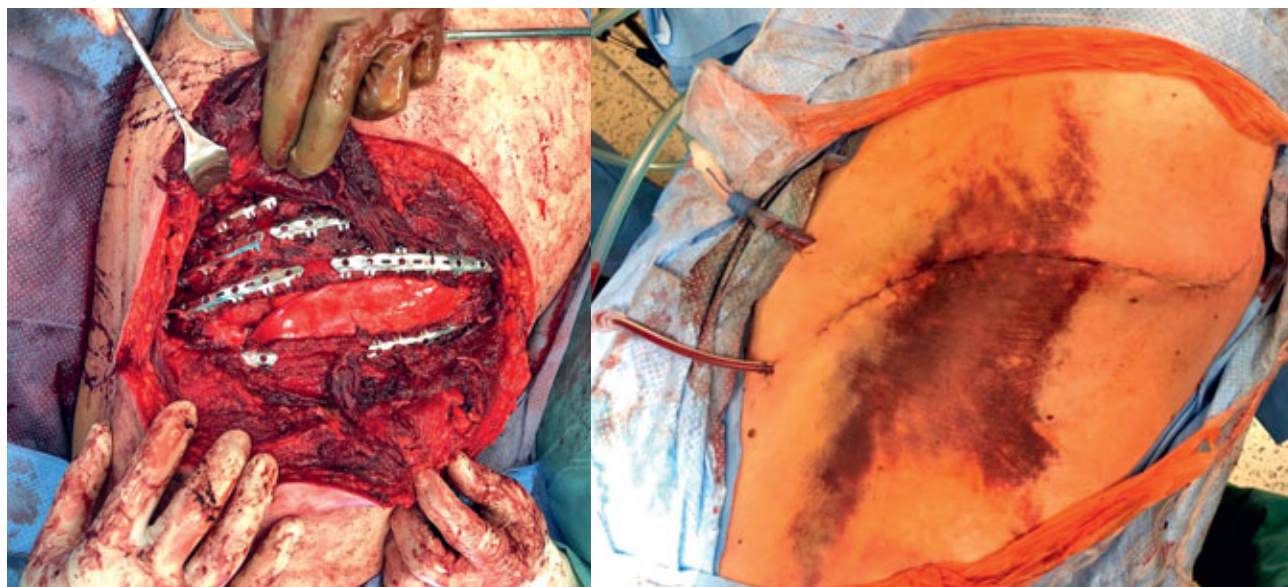
Patologicko-anatomicky lze rozdělit nestabilní hrudní stěnu na několik typů: *přední typ* – zlomeniny jsou lokalizované parasternálně, často spojené se zlomeninami sternu, *laterální typ* – nejčastější a *zadní typ* – zlomeniny lokalizované paravertebrálně, kde jsou velké svalové skupiny, proto tyto zlomeniny nemají tak závažné důsledky na ventilaci.

Historicky se vyčlenily dva hlavní směry přístupu k léčbě zlomenin žeber, tzv. vnitřní a vnější podpora. De facto první zmínka o tzv. vnitřní podpoře, neboli pneumatické dlaze s mechanickou plicní přetlakovou venti-



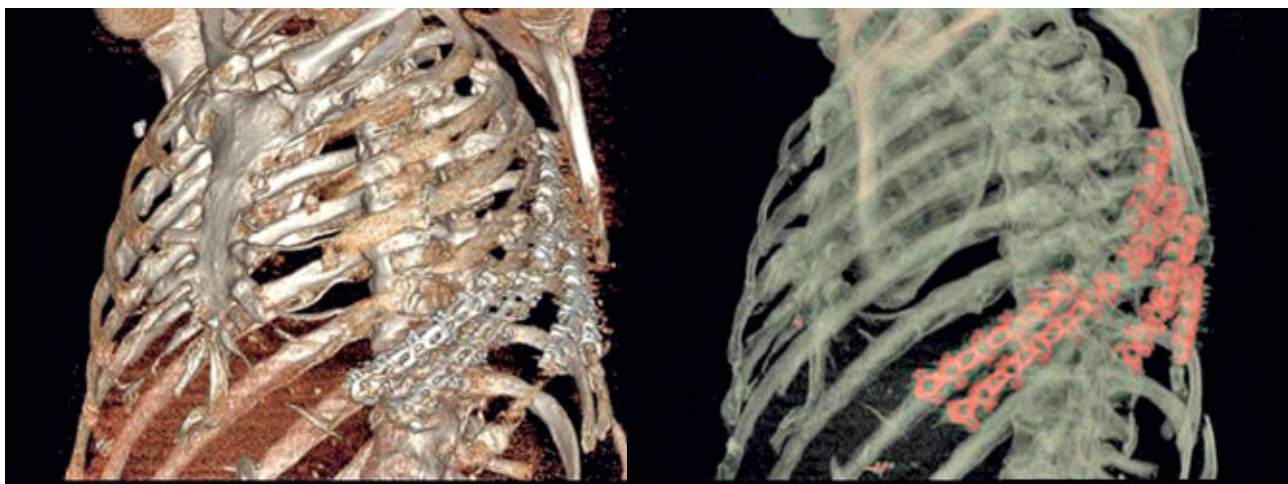
Obr. 1a, b Bloková fraktura 2.–10. žebra vlevo s laterálním typem nestability (CT + 3D CT rekonstrukce).

Fig. 1a, b Flail chest involving fracture of ribs 2–10 on the left with lateral instability (CT + 3D CT reconstruction).



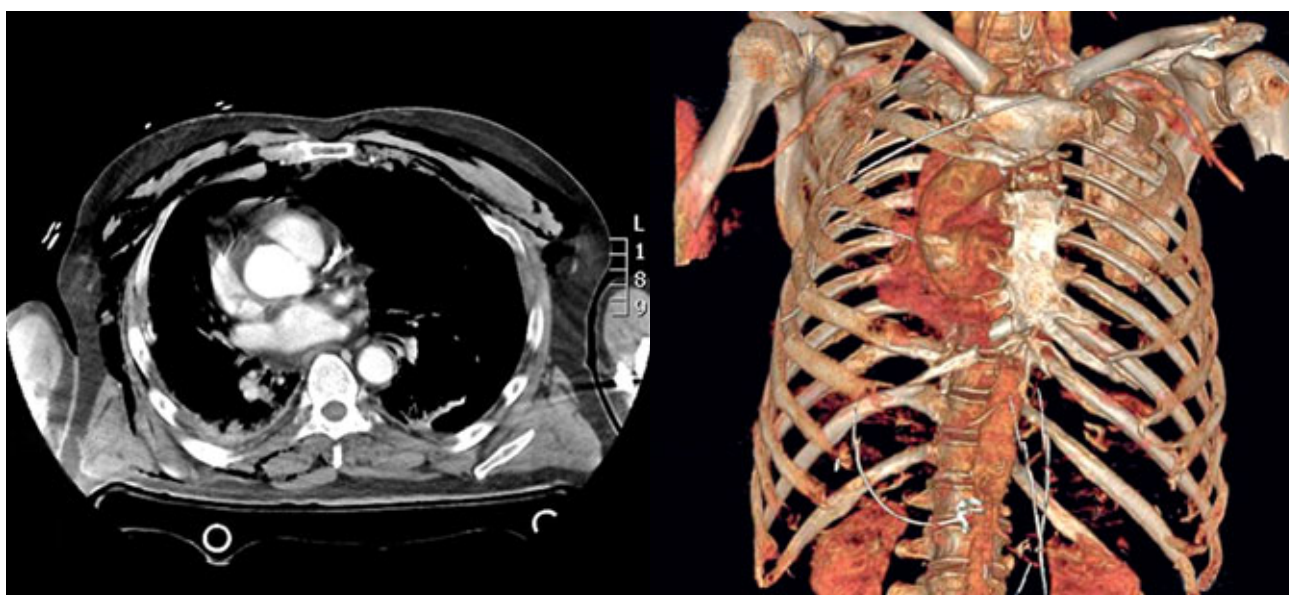
Obr. 2a, b. Stabilizace pomocí Judetovy modifikované dlahy MEDIN (počet dlah 7).

Fig. 2a, b. Stabilisation using the modified Judet plate MEDIN (number of plates 7).



Obr. 3a, b. CT 3D rekonstrukce po stabilizaci.

Fig. 3a, b. CT 3D reconstruction after stabilisation.



Obr. 4a, b. Bloková zlomenina s anterolaterálním typem nestability (CT + 3D CT rekonstrukce).
Fig. 4a, b. Flail chest with anterolateral instability (CT + 3D CT reconstruction).



Obr. 5a, b. Stabilizace pomocí systému MatrixRIB® a výsledný kosmetický efekt.
Fig. 5a, b. Stabilisation using the MatrixRIB® system and the resulting cosmetic effect.



Obr. 6a, b. CT 3D rekonstrukce po stabilizaci.
Fig. 6a, b. CT 3D reconstruction after stabilisation.

laci, pochází z roku 1902, kdy byla popsána Hoytem (9). Nicméně trvalo téměř dalších 50 let, než došlo k využití pneumatické dlahy v klinické praxi (3). Tato metoda léčby nestabilní hrudní stěny byla zatížena mortalitou 40–80 % (8).

První datované zmínky o vnější podpoře pro léčbu poranění hrudní stěny jsou z roku 1926, kdy Jones a Richardson použili extenzi za sternum. Tato metoda byla založena na mechanismu trakce a docílení správného postavení hrudního koše (16). Kolébkou stabilizací hrudníku se stala Francie, kde byly poprvé použity Judetem k fixaci žebér Kirschnerovy dráty a tato operační technika se následně rozšířila po celé Evropě (11). Technika se postupně vyvíjela dle koncepce AO společnosti (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), která sjednotila principy a systémy používaných instrumentárií – například Beltramini popsal transfixaci žebér nebo sternu dvěma K-dráty (2). S rozvojem dlahové osteosyntézy na končetinách se rozvíjely i dlahové implantáty, jako např. Judetova dlahy, která byla u nás v tehdejší Československu používána (16). V 90. letech minulého století byl v Novém Městě na Moravě za spolupráce firmy Medin a Úrazové nemocnice v Brně na Ponávce v čele s prof. Michkem představen první sternokostální set určený ke stabilizaci hrudní stěny (17).

Indikace ke stabilizaci hrudní stěny se postupně vyvíjela až do dnešní podoby, zde uvádíme všeobecně přijatá kritéria dle Vodičky a kol. z knihy Traumatologie hrudníku (25).

- Nestabilita hrudní stěny s přítomnou nebo hrozící respirační insuficiencí, pokud je nestabilita hlavní či jedinou indikací UPV.
- Instabilní hrudník či dislokované sériové fraktury žebér s přítomným nebo hrozícím nitrohrudním poraněním, plicní herniace.
- Rozsáhlá otevřená poranění skeletu hrudníku.
- Závažná deformita hrudníku.
- Dechová nedostatečnost na podkladě nestability hrudníku i přes UPV či při odpojení UPV.
- Porucha hojení vícečetných zlomenin žebér s patologickou pohyblivostí.

Nicméně je nutné zdůraznit, že léčba by měla být personalizována i v závislosti na věku, komorbiditách nemocného, compliance a v neposlední řadě zkušenostech pracoviště. Cílem této práce je posouzení indikačních kritérií, timingu operace a použití jednotlivých dlah v závislosti na lokalizaci zlomenin u našich pacientů po stabilizaci hrudní stěny prostřednictvím retrospektivní analýzy.

MATERIÁL A METODIKA

Do souboru nemocných byli zařazeni pacienti hospitalizovaní v Traumacentru FN Olomouc od 1. 1. 2015 do 31. 1. 2019. V tomto časovém období bylo hospitalizováno celkem 349 pacientů s frakturami žebér (minimálně sériová fraktura), k operační revizi bylo indikováno 16 pacientů. Všichni nemocní byli přijati cestou urgentního příjmu. Pokud se jednalo o polytrauma, bylo provedeno vždy spirální CT, u pacientů se závažnějším

poraněním hrudní stěny ještě 3D CT rekonstrukce hrudní stěny, která pomohla posoudit deformitu hrudní stěny či hrozící poranění nitrohrudních orgánů. Operační přístup byl zvolen podle lokalizace zlomenin, nejčastěji posterolaterální thorakotomie. Vždy byla provedena revize pohrudniční dutiny s její toaletou, evakuací hemothoraxu, při poraněním plicním parenchymu byla provedena sutura nebo parciální staplerová resekce parenchymu a drenáž pohrudniční dutiny dvěma hrudními drény. Následovala vlastní stabilizace hrudní stěny pomocí otevřené dlahové osteosyntézy. Typ osteosyntézy byl zvolen podle lokalizace a typu zlomenin. Nejčastějším typem zlomeniny byl laterální typ, u kterého byl do roku 2017 používán starší typ Judetovy dlahy, následně pak její modifikovaná verze (obr. 1, 2, 3). U předního typu zlomenin, kdy byla nutná transfixace bloku žebér se sternem, byly aplikovány dlahy MatrixRIB®, zadní typ zlomeniny si vyžádal u jednoho nemocného i využití jistěnit nitrodřeňové osteosyntézy (obr. 4, 5, 6), u ostatních pacientů při zadních zlomeninách byly využity modifikované Judetovy dlahy.

Cílem stabilizace byla anatomická reparace žebér, po úpravě dlahy podle anatomického zakřivení žebra byla provedena její fixace šrouby, u segmentových zlomenin bylo nutno umístit na jedno žebro dlahy dvě. K pojištění stabilizace byly u většiny nemocných rovněž použity perikostální vstřebatelné stehy. Pod svaly hrudní stěny byl vždy zaveden odsávací Redonův drén. Po operaci byli pacienti hospitalizováni na JIP či ARO dle závažnosti stavu, v pooperačním období byl kladen důraz na časovou extubaci, dostatečnou toaletu dýchacích cest s eventuální bronchoskopií při atelektáze a analgezií (nejčastěji pomocí hrudního epidurálního katétru) a intenzivní dechovou rehabilitací.

VÝSLEDKY

Chirurgická stabilizace byla provedena u 16 nemocných (13 mužů a 3 žen), průměrný počet zlomených žebér byl 4. Nejčastější indikací k operaci byly vícečetné fraktury žebér s významnou deformací hrudní stěny a hrozícím poraněním nitrohrudních orgánů, přítomným hemothoraxem nebo pneumothoraxem (tab. 1). U 8 nemocných se jednalo o monotrauma hrudníku či jiné zranění, nevyžadující zvláštní péči, u této skupiny byla průměrná doba hospitalizace 8 dní. U zbytku nemocných bylo zjištěno sdružené poranění nebo polytrauma, převážně se jednalo o kraniocerebrální trauma (KCT), zlomeniny pánevní či dlouhých kostí nebo poranění parenchymatálních orgánů. Průměrná doba hospitalizace činila 24 dnů. Dle vstupního CT byla zjištěna významná kontuze plic u 3 pacientů. Nemocní byli indikováni k operaci v rozmezí od 1 hodiny do 7 dnů od přijetí do Traumacentra FNOL.

Nejčastějším typem zlomeniny byl laterální typ, v průměru byly použity 3 dlahy na pacienta (tab. 2), ne vždy bylo nutné stabilizovat každé zlomené žebro. Nejpoužívanějším typem dlah byla nově modifikovaná Judetova dlahy firmy Medin. U všech nemocných byla provedena revize pohrudniční dutiny, u 3 nemocných byla zjištěna

Tab. 1. Indikace k operaci ($n = 16$, muži/ženy 13/3, věk: 44–92 let)
Table 1. Indications for surgery ($n = 16$, men/women 13/3, age: 44–92 years)

Indikační kritéria		Počet
„flail chest“ – bloková zlomenina	s hrozícím respiračním selháním	8
sériová fraktura žeber	deformace hrudní stěny s hrozícím poraněním nitrohr. orgánů	5
sériová fraktura žeber	s poraněním nitrohručních orgánů	3

Tab. 2. Typ operačního výkonu
Table 2. Type of surgical procedure

Typ operace	Počet pacientů
stabilizace + hrudní drenáž (HD)	9
stabilizace + hrudní drenáž + parciální resekce plicního parenchymu pro laceraci	4
stabilizace + hrudní drenáž + sutura bránice	3

ruptura bránice při negativním předoperačním CT vyšetření. Průměrný operační čas byl 120 minut.

Délka umělé plicní ventilace u polytraumatizovaných nemocných od přijetí do nemocnice byla průměrně 16 dnů (délka umělé plicní ventilace po provedení stabilizace hrudní stěny průměrně 8 dní), u nemocných s monotraumatem hrudníku 2 dny. Bronchopneumonie se vyskytla u 6 nemocných, úspěšně vyléčena cílenou antibiotickou terapií. Tracheostomie byla nutná u 6 nemocných. Infekce v ráně se vyskytla u jednoho nemocného s předním typem zlomeniny v oblasti sternu, k léčbě infekce byla úspěšně použita podtlaková terapie (V.A.C. systém). Mortalita v souboru byla nulová.

DISKUSE

Velké procento závažnějších zlomenin žeber se zhojí konzervativním způsobem, nemocných indikovaných k operační stabilizaci s blokovou frakturou žeber je dle National Trauma Data Bank pouze 1 % nemocných (6). Obdobné výsledky dokládá soubor nemocných léčených v České republice za 10 let, u celkem 1439 nemocných s poraněním hrudní stěny byla nutná stabilizace hrudní stěny pouze u 2,8 % (25). Bylo ovšem opakovaně prokázáno, že systematický mezioborový přístup snižuje výskyt komplikací, zkracuje dobu hospitalizace a urychluje návrat nemocného do plnohodnotného života (18, 29).

Péče o nemocné s tupým poraněním hrudníku by měla být standardizovaná ale i personalizovaná zejména vytvořením tzv. „rib fracture protocol“ zahrnujícího všechny aspekty péče o nemocné, především s jasnými indikačními kritérii k přijetí pacientů (18), a dále nutnost centralizace péče zejména u těžších poranění hrudníku vzhledem ke zvažovaným možnostem operační léčby. Multimodální péče zahrnuje také intenzivní předoperační a pooperační péči s možností bronchoskopické toalety dýchacích cest a také rehabilitační péči.

Indikační kritéria ke stabilizaci hrudní stěny se po řadu let vyvíjela. Dříve byla nejčastěji diskutovaná otázka, zda časně operovat nemocné s blokovou frakturou hrudní stěny, či je ponechat na vnitřní pneumatické dlaže. Dnes je stabilizace hrudní stěny metodou volby pro celou odbornou veřejnost napříč jednotlivými obory pečujícími o tyto nemocné. Dle recentně publikovaných prací dochází u nemocných po stabilizaci hrudní stěny ke zkrácení doby nutnosti umělé plicní ventilace (v rozmezí 4,95 až po 6,5 dne), zkrácení pobytu na jednotce intenzivní péče (3,3 až po 6,6 dne) a zkrácení celkové doby hospitalizace (8,26 až 11,4 dne) (5, 23, 24). Pokles incidence bronchopneumonie, nutnosti provedení tracheostomie a mortality byl taktéž prokázán (24). Schuurmans a spol. poukazují i na finanční aspekt, kdy i přes poměrně vysoké náklady na osteosyntetický materiál dochází k poklesu celkových nákladů na léčbu nemocných při poklesu délky hospitalizace nemocných a zkrácení doby pobytu na jednotce intenzivní péče (23).

V naší skupině nemocných indikovaných ke stabilizaci v důsledku nestabilní hrudní stěny jsme byli nuceni provést tracheostomii u 6 nemocných, zejména kvůli přidruženému poranění (např. sdružená poranění, kranio-cerebrální trauma či jiné). Právě u těchto nemocných byla poměrně dlouhá doba umělé plicní ventilace, a to zejména kvůli celkovému stavu a život ohrožujících přidružených poraněních. Bronchopneumonie byla zaznamenána právě u těchto nemocných. V případě časných indikací u pacientů v našem souboru s monotraumatem hrudníku byla délka umělé plicní ventilace 2 dny, celková délka hospitalizace pak v průměru 8 dní.

Současná indikační kritéria shrnuje Consensus Statement (19), praktické klinické guidelines stabilizace hrudní stěny publikované v roce 2017 kolegiem autorů v čele s Pieraccim. Tato doporučení byla vytvořena na základě zkušeností autorů z USA, Velké Británie a Austrálie (celkem 14 lékařů z odborností traumatolog, hrudní chirurg, úrazový ortoped). Na podkladě systematických review a metaanalýz uveřejněných v databázi PubMed.gov a Cochrane Database publikovali následující doporučení:

- a) k operaci by měli být indikováni nemocní:
 - s nestabilní hrudní stěnou (flail chest),
 - se sériovými dislokovanými bikortikálními frakturami,
 - u nichž selhala konzervativní multimodální léčba zlomenin žeber a u kterých dochází ke zhoršení ventilace, bez ohledu na radiologický nálezh;
- b) plicní kontuze či KCT by nemělo být považováno za absolutní kontraindikaci, operace by měla být provedena do 72 hodin od úrazu, výjimku tvoří nemocní oběhově nestabilní z jiných příčin či s dalším zraněním vyšší priority, lze tolerovat do 7 dní;
- c) implementace „rib fracture protocol“ do péče o nemocné s tupým poraněním hrudníku do trauma-center.

Stran rozšíření indikačních kritérií můžeme v literatuře nalézt několik kohortových studií, které indikují k operační stabilizaci nemocné s nejméně 3 bikortikálními zlomeninami, kdy dochází ke zkrácení délky hospi-

talizace a snížení bolesti (14). Definitivní rozhodnutí stran rozšíření těchto kritérií o sériové zlomeniny žeber má přinést multicentrická randomizovaná studie iniciovaná společností Chest Wall Injury Society probíhající právě v USA (10).

U nemocných s těžším poraněním hrudníku je vhodné provést CT 3D rekonstrukci hrudníku, která je velmi nápomocná v rozhodování o indikaci stabilizace hrudní stěny, typu použití dlah a operačního přístupu (27).

Jaký typ osteosyntézy použít? Jednoznačně nejstabilnějším typem je dlahová osteosyntéza, velkou nevýhodou je však nutnost většího operačního přístupu, a tím pádem větší traumatizace okolních tkání. Existuje řada firem vyrábějící různé typy dlah, nejčastěji z titanu či jiných inertních kovů, dokonce i z resorbovatelného materiálu (15).

Z výběru žeber ke stabilizaci jsme v našem souboru vyloučili 1. a 2. žebro, jež fakticky nemají žádný vliv na mechaniku dýchání, a jen pokud hrozí poranění nitrohrudních orgánů nebo výrazná deformita hrudní stěny, je jejich stabilizace opodstatněná. Totéž platí o 11. a 12. žebře. Zvláštní problematiku tvoří zlomeniny žeber v místě připojení žebra na sternum, ve vzdálenosti do 2,5 cm od chrupavčité části, zde je nutné tyto zlomeniny transfixovat za sternum k zajištění dostatečné stability. U zadních zlomenin v kratší vzdálenosti než 2,5 cm od příčných výběžků jsme stabilizaci neprováděli vůbec s ohledem na mohutný svalový korzet (19).

V České republice jsou dostupné háčkové dlahy Stratos bez nutnosti jištění šrouby, od roku 2016 modifikované Judetovy dlahy firmy MEDIN s možností jištění šrouby a v neposlední řadě MatrixRIB® systém. Z našich zkušeností lze k léčbě laterálního typu zlomenin použít dlahy všech typů dostupných implantátů u nás, u zadního typu je velkou výhodou nitrodřenev fixace s jištěním šroubem. K zajištění stability při zlomeninách v blízkosti kostocondrálního spojení anebo zlomenin sternu lze využít systém Matrix RIB®. Dle práce Vyhnánka a kol. (26) publikované v roce 2018 se při stabilizaci hrudní stěny osvědčily modifikované Judetovy dlahy, velkou výhodou je pevnost a zároveň velmi dobrá tvarovatelnost dlahy, v našem souboru jsme nezaznamenali ani mechanické selhání materiálu.

Na otázku, kolik dlah použít, není jednoznačná odpověď. Cílem je optimální stabilizace hrudního koše, není nutná stabilizace každého žebra, ale při segmentovaných zlomeninách lze použít i více dlah na fragmentované žebro. Při použití více dlah dochází k rigiditě hrudníku, zda je tato rigidita významná, nám ukazují Wiese a kol. na souboru 94 nemocných, kteří podstoupili stabilizaci hrudní stěny pomocí dlah Stratos. Follow-up byl 6 měsíců, kdy byli pacienti pravidelně kontrolováni, včetně respiračních funkcí. Vstupní snížení vitální kapacity bylo po šesti měsících u pacientů po stabilizaci maximálně čtyř žeber na 88 % původní vitální kapacity, při stabilizaci více než 4 žeber došlo ke snížení vitální kapacity na 80 % (28).

Nové práce kopírují trend využití miniinvazivních technik jak v traumatologii, tak i v hrudní chirurgii. Při

stabilizaci je možné použít speciálně vyrobený Matrix Kit MIPO od firmy Depuy-Synthes, který využívá speciálně upravené nástroje, cílem je zejména ochrana měkkých tkání (4). Při miniinvazivní stabilizaci je nutné provést alespoň thorakoskopickou revizi pohrudniční dutiny s cílem odsátí hemothoraxu, cíleným zavedením hrudních drénů a vyloučení nitrohrudního poranění (22), což potvrzujeme v našem souboru nemocných, kdy u 3 pacientů byla zjištěna ruptura bránice přes vstupní negativní CT vyšetření.

ZÁVĚR

Většina pacientů s tupým poraněním hrudníku s frakturami žeber je stále léčena konzervativně, na což poukazuje i náš soubor pacientů. Nicméně správně a včasné indikovaná stabilizace hrudní stěny může být pro pacienty velkým přínosem. U nemocných s monotraumatem hrudníku je nejdůležitější timing indikace k provedení operačního výkonu. Při včasné indikaci dochází ke zkrácení doby nutnosti umělé plicní ventilace, což potvrzují i naše výsledky. Stabilizace hrudní stěny je bezpečná metoda s minimem komplikací a nízkou mortalitou.

Cílem každého traumacentra by mělo být vytvoření standardizovaného protokolu péče o nemocné s tupým poraněním hrudní stěny (tzv. „rib fracture protocol“), který zahrnuje přesně stanovená kritéria k přijetí nemocných, multimodální analgezii, indikace k operaci, komplexní perioperační a pooperační péči a navazující rehabilitaci nemocných. Jen tímto lze docílit příznivých výsledků za předpokladu multioborové spolupráce na všech úrovních.

Literatura

1. Battle CE, Hutchings H, Evans PA. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012;43:8–17.
2. Beltrami V, Martinelli G, Giansante P, Gentile K. An original technique for surgical stabilisation of traumatic flail chest. *Thorax*. 1978;33:528–529.
3. Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LP. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2010;36:407–415.
4. Bemelman M, van Baal M, Yuan JZ, Leenen L. The role of minimally invasive plate osteosynthesis in rib fixation: a review. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;49:1–8.
5. Coughlin TA, Ng JW, Rollins KE, Forward DP, Ollivere BJ. Management of rib fractures in traumatic flail chest: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Bone Joint J*. 2016;98-B:1119–1125.
6. Dehghan N, de Mestral C, McKee MD, Schemitsch EH, Nathens A. Flail chest injuries: a review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76:462–468.
7. Fligel BT, Luchette FA, Reed RL, Esposito TJ, Davis KA, Santaniello JM, Gamelli RL. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery*. 2005;138:717–723.
8. Heroy WW, Eggleston FC. Non penetrating injuries of the chest. *N Y State J Med*. 1951;51:2515–2520.
9. Hoyt JT. An apparatus for artificial respiration and for other purposes. *J Physiol*. 1901;27:48–52.

10. Chest Wall Injury Society. CWIS NON-FLAIL: a multicenter, randomized controlled trial of surgical stabilization of rib fractures in patients with severe, non-flail fracture patterns. Chest Wall Injury Society. 2017 [cit. 02.04.2019] <https://cwisociety.org/research/nonflailret-faq/>
11. Judet J, Valentin P. [Symposium on funnel chest. plastic operation by turning the sternum]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1964;50:440–445.
12. Keel M, Meier C. Chest injuries - what is new? Curr Opin Crit Care. 2007;13:674–679.
13. Kent R, Woods W, Bostrom O. Fatality risk and the presence of rib fractures. Ann Adv Automot Med. 2008;52:73–82.
14. Majercik S, Cannon Q, Granger SR, VanBoerum DH, White TW. Long-term patient outcomes after surgical stabilization of rib fractures. Am J Surg. 2014;208:88–92.
15. Marasco SF, Satalo ID, Bui AV. Mode of failure of rib fixation with absorbable plates: a clinical and numerical modeling study. J Trauma. 2010;68:1225–1233.
16. Mašek M, Kitka M. [History of thoracic stabilization]. Rozhl Chir. 2017;96:453–456.
17. Michek J, Zelniček P, Kubačák J, Vrástýk J. [Unstable chest in polytraumatized patients: stabilisation set]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 1996;632:91–94.
18. Moya de M, Mayberry J (eds). Rib fracture management: a practical manual. Springer, Switzerland, 2018.
19. Pieracci FM, Majercik S, Ali-Osman F, Ang D, Doben A, Edwards JG, French B, Gasparri M, Marasco S, Minshall C, Sarani B, Tisol W, VanBoerum DH, White TW. Consensus statement: surgical stabilization of rib fractures rib fracture colloquium clinical practice guidelines. Injury. 2017;48:307–321.
20. Sharma OP, Oswanski MF, Jolly S, Lauer SK, Dressel R, Stombaugh HA. Perils of rib fractures. Am Surg. 2008;74:310–314.
21. Shulzhenko NO, Zens TJ, Beems MV, Jung HS, O'Rourke AP, Liepert AE, Scarborough JE, Agarwal SK. Number of rib fractures thresholds independently predict worse outcomes in older patients with blunt trauma. Surgery. 2017;161:1083–1089.
22. Schots JP, Vissers YL, Hulsewé KW, Meesters B, Hustinx PA, Pijnenburg A, Siebenga J, de Loos ER. Addition of video-assisted thoroscopic surgery to the treatment of flail chest. Ann Thorac Surg. 2017;103:940–944.
23. Schuurmans J, Goslings JC, Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review. Eur J Trauma Emerg Surg. 2017;43:163–168.
24. Swart E, Laratta J, Slobogean G, Mehta S. Operative treatment of rib fractures in flail chest injuries: a meta-analysis and cost-effectiveness analysis. J Orthop Trauma. 2017;31:64–70.
25. Vodička J a kol. Traumatologie hrudníku. Galén, Praha, 2015.
26. Vyhnánek F, Jířava D, Očadlík M, Škrabalová D, Šáber M, Michal P. [Innovated Judet ribs plates – preclinical study, first clinical experience]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2018;85:226–230.
27. Vyhnánek F, Skála P, Škrabalová D. [A contribution of multidetector computed tomography to indications for chest wall stabilisation in multiple rib fractures]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2011;78:258–261.
28. Wiese MN, Kawel-Boehm N, Moreno de la Santa P, Al-Shahrabani F, Toffel M, Rosenthal R, Schäfer J, Tamm M, Bremerich J, Lardinois D. Functional results after chest wall stabilization with a new screwless fixation device. Eur J Cardiothorac Surg. 2015;47:868–875.
29. Witt CE, Bulger EM. Comprehensive approach to the management of the patient with multiple rib fractures: a review and introduction of a bundled rib fracture management protocol. Trauma Surg Acute Care Open. 2017;2:e000064.

Korespondující autor:

MUDr. Josef Chudáček, Ph.D.

I. chirurgická klinika FN Olomouc a LF UP v Olomouci

I.P. Pavlova 185/6

779 00 Olomouc

E-mail: josef.chudacek@fnol.cz