

Zlomeniny sterna, operační léčba

Sternal Fractures and their Surgical Treatment

J. ŠAFRÁNEK¹, V. ŠPIDLEN¹, V. ŠIMÁNEK¹, J. VODIČKA¹, J. ŠIROKÝ², J. DOLEŽAL¹, D. ŠMÍD¹

¹ Chirurgická klinika FN Plzeň

² Kardiochirurgické oddělení FN Plzeň

ABSTRAKT

PURPOSE OF THE STUDY

Sternal fractures occur most frequently in vehicle accidents, then due to falls from a height and by other blunt chest trauma. Most of these injuries are simple, non-displaced fractures only rarely requiring surgical management. Based on a retrospective analysis, the authors present their experience with the treatment of sternal fractures, emphasizing the use of osteosynthesis.

MATERIAL AND METHODS

A group of 293 patients treated for fresh sternal fractures in the period from 2004 to 2013 were evaluated. Their median age was 47.5 years (range, 2 to 86 years). They were allocated to two groups according to the method of treatment, ie., conservative versus surgical. The two groups were compared in the following characteristics: mechanism and extent of trauma, methods of treating the fracture and associated injuries and troponin-T and myoglobin values.

RESULTS

Of the 293 patients, 16 had surgery (surgical group) and the remaining patients were treated conservatively. Eleven patients (3.8%) had surgery for instability or chest wall deformity. Five patients (1.7%) underwent urgent cardiovascular surgery due to complications of sternum fracture. In the surgical group, comminuted fractures were more frequent ($p = 0.0003$), rib fractures had a higher incidence rate ($p = 0.0442$), concomitant abdominal injuries occurred more often ($p = 0.0173$) and serum levels of troponin-T and myoglobin were higher ($p < 0.0001$ and $p = 0.0114$, respectively) than in the other group.

DISCUSSION

The majority of sternal injuries (90–95%) are non-displaced, simple fractures that heal spontaneously. In complicated fractures, reduction and fragment fixation relieve pain, provide prevention from respiratory complications and make the duration of mechanical ventilation shorter. Our results show that osteosynthesis was mostly indicated in displaced and comminuted fractures or severe chest deformity. Concomitant intra-abdominal injury is caused by a flexion mechanism or an impact on the front of the body. Serious sternal fractures are associated with increased serum levels of troponin-T and myoglobin.

CONCLUSIONS

Plate fixation is a suitable method of stable osteosynthesis in complicated sternal fractures. It shortens the duration of mechanical ventilation and repairs post-traumatic chest wall deformities.

Key words: sternal fractures, surgical treatment, plate osteosynthesis.

ÚVOD

Fraktura sterna, ačkoli není tak četná jako jsou fraktury žeber, je často diagnostikována u pacientů s tupým traumatem hrudníku. Nejčastější příčinou tohoto úrazu jsou dopravní nehody, následují pády z výšky a jiné tupé mechanismy. Povinnost užívání bezpečnostních pásů v automobilech sice nesnížila incidenci fraktur hrudní kosti, ale zamezila vážnějším úrazům (3). Většina zlomenin hrudní kosti (až 95 %) jsou jednoduché, nedislokované fraktury, které nevyžadují chirurgické řešení (8,

15). Patologický pohyb úlomků fraktur vede k bolesti při dýchání, nemocní se vyhýbají hlubokému dýchání, dochází k rozvoji komplikujících atelektáz a pneumonií. Morbidita a mortalita těchto fraktur bývá spjata spíše s přidruženými poraněními a nikoli přímo se zlomeninou hrudní kosti (9). Cílem práce je retrospektivní analýza souboru nemocných s frakturou sterna, indikací a techniky chirurgického řešení ve vztahu k přidruženým poraněním a jejich léčbě, hladinám troponinu-I a myoglobinu.



Obr. 1. CT obraz fraktury sternu s oboustrannými blokovými frakturami žebíř.



Obr. 2. Pooperační rtg obraz osteosyntézy sternu (a žebíř) využitím sady pro osteosyntézu patní kosti a žebíř.

SOUBOR PACIENTŮ A METODIKA

Hodnotíme všechny pacienty přijaté do Fakultní nemocnice v Plzni-Lochotíně s prokázanou frakturou hrudní kosti. Pacienti byli hospitalizováni na některém z traumatologických oddělení naší nemocnice, popřípadě na kardiokirurgickém oddělení. Všechny případy zlomenin sternu byly potvrzeny rtg či CT vyšetřením (příklad obrázek 1 + operační řešení obrázek 2). Porovnávali jsme navzájem skupiny pacientů operovaných a léčených konzervativně podle následujících parametrů: mechanismus a rozsah traumatu, typ případné osteosyntézy sternu i přidružených poranění. Analyzovali jsme laboratorní výsledky hladin troponinu-I a myoglobinu v den příjmu do nemocnice. Indikace a vlastní osteosyntéza byla provedena hrudním chirurgem, v urgentním případě (podezření na srdeční poranění) kardiokirurgem. Statistické srovnání obou skupin (konzervativní vs. operační) bylo stanoveno dvoustranným Wilcoxon Two-Sample testem pro kontinuální data a dvoustranným Chí-kvadrát testem pro kategorická data, s hladinou významnosti 0,05 ($p < 0,05$).

VÝSLEDKY

V letech 2004–2013 bylo přijato do nemocnice 293 pacientů s frakturou sternu jako jednou z úrazových diagnóz. 16 pacientů bylo operováno (tabulka), ostatní byli pro frakturu hrudní kosti léčeni konzervativně. 11 z nich (3,8 %) bylo operováno pro dislokovanou zlomeninu, instabilitu nebo deformitu hrudní stěny. 5 (1,7 %) pacientů podstoupilo urgentní kardiokirurgickou operaci přístupem střední sternotomie, s následnou reparací přítomné fraktury sternu. Důvody k pěti kardiokirurgickým intervencím byly dvakrát poranění pravé srdeční síně (provedeny sutury). V jednom případě retrosternální hematom, který společně s fragmenty sternu komprimoval pravou komoru srdeční. V jednom případě tamponující hemoperikard, který po evakuaci již byl bez zřejmého zdroje krvácení. V posledním případě byla příčinou disekce aortálního oblouku s nutností jeho náhrady a reimplantací obou krkavic.

Medián věku v celém souboru byl 47,5 (rozpětí 2–86) roků. Neprokázali jsme statisticky významný rozdíl ve věku mezi skupinou operovaných a konzervativně léčených (medián 49,2 vs. 47,3 roků), ani v mechanismu úrazu ($p > 0,05$). Příčinou fraktury sternu byla nehoda řidiče automobilu – 110 (37,8 %) případů, jiná účast při dopravní nehodě – 101 (34,7 %), pád z výšky – 62 (21,3 %) a 20 (6,8 %) ostatní příčiny. Tělo sternu bylo zlomeno častěji (64,0 %), než manubrium, ale též bez statisticky významného rozdílu mezi skupinami.

Diagnostikovali jsme více než jednu linii zlomeniny v 6 (37,5 %) případech operované skupiny a v 24 (9,6 %) případech konzervativně léčené skupiny ($p = 0,0003$). 13 (81,2 %) pacientů mělo současně zlomeniny žebíř v operované skupině, oproti 153 (55,6 %) v konzervativně léčené skupině ($p = 0,0442$). Celkem 90 (30,7 %) pacientů mělo izolovanou frakturu hrudní kosti, ostatní měli přidružená poranění – zlomeniny končetin (35,4 %), zlomeniny obratlů (28,6 %) atd. Statistický rozdíl jsme prokázali v případě kombinace fraktury hrudní kosti a některé z forem nitrobršního poranění ve skupině operačně léčených ($p = 0,0173$). 172 (58,7 %) ze všech případů zlomenin hrudní kosti bylo operováno pro jiné přidružené poranění (osteosyntéza končetin, laparotomie, thorakotomie či neurochirurgická operace) během stejné doby hospitalizace.

Vstupní hladina troponinu-I byla významně zvýšena ($p = 0,0001$) zejména v 5 případech nemocných operovaných kardiokirurgy (průměr 2,91 $\mu\text{g/l}$, rozpětí 0,29–7,58 $\mu\text{g/l}$) oproti konzervativní skupině (průměr 0,66 $\mu\text{g/l}$, rozpětí 0,01–5,69 $\mu\text{g/l}$), ale také srovnáním ostatních 11 případů řešených osteosyntézou sternu (průměr 1,06 $\mu\text{g/l}$, rozpětí 0,01–9,44 $\mu\text{g/l}$) s konzervativně léčenou skupinou ($p = 0,0004$). Myoglobin byl signifikantně zvýšen ($p = 0,0067$) ve skupině operovaných (průměr 2063 $\mu\text{g/l}$, rozpětí 580–5600 $\mu\text{g/l}$) vs. konzervativně léčených pacientů (průměr 1145 $\mu\text{g/l}$, rozpětí 28–8000 $\mu\text{g/l}$).

V celém souboru zemřelo 5 pacientů, všichni na komplikující poranění, nikoli frakturu sternu, navzdory urgentnímu operačnímu zákroku ve všech 5 případech. Pacienti operovaní pro frakturu sternu neměli komplikace



Obr. 3. Příklad dlahové osteosyntézy zlomeniny těla sternu.



Obr. 4. CT obraz dislokované fraktury těla sternu.

vzniklé v souvislosti s provedenou osteosyntézou, jejich 30denní mortalita byla nulová a průměrná doba hospitalizace byla 17,3 (3–68) dne.

DISKUSE

Nejčastější mechanismus zlomeniny sternu je decelerace při dopravní nehodě. Před zavedením povinnosti užití bezpečnostních pásů však byla častější závažnější poranění vyplývající z autonehody (11). Ukazuje se, že užití bezpečnostních pásů a airbagů tak nesnížilo incidenci sternálních fraktur, ale snížilo závažnost přidružených poranění (4, 5, 18). Většina (90–95 %) zlomenin sternu jsou nedislokované, jednoduché zlomeniny, kte-

ré se hojí nekomplikovaně (19). Bolest při zlomenině hrudní kosti omezuje plicní ventilaci, prohlubuje hypoxii, zejména nemocných vyššího věku nebo při současném jiném plicním onemocnění. Léčba zlomeniny je zaměřena zejména na udržení adekvátní ventilace, která brání dalšímu zhoršování stavu a je prevencí rozvoje komplikací (10). Konzervativní léčba proto sestává z dostatečné analgezie a plicní fyzioterapie, se snahou o časnou mobilizaci pacienta. Patologický pohyb fragmentů vede k povrchnímu dýchání, tím k rozvoji atelektáz a pneumonie (13, 14). Fixace fragmentů bolesti snižuje, je prevencí uvedených komplikací, zkracuje dobu nezbytné mechanické podpory ventilace. Z výsledků našeho souboru je zřejmé, že častěji jsme operovali

Tab. 1. Charakteristika operační skupiny, OS – osteosyntéza, KCH – kardiochirurgie

Pohlaví, věk	Indikace	Typ OS sternu	Den operace od úrazu	Zlomeniny žebér	Jiné chirurgické výkony, jiné OS	Vynětí OS
muž 60	nestabilita hrudní stěny	sternální dlahu	3	ano	OS pately a žebér	ne
muž 29	tamponáda perikardu	KCH cerkláž	0	ne	OS bederních obratlů	-
žena 61	kominutivní, dislokovaná fraktura	ORT dlahu	1	ano	OS humeru	19 měsíců
muž 65	nestabilita hrudní stěny	žeberní dlahu	1	ano	OS žebér	15 měsíců
muž 40	otevřená dislokovaná fraktura	ORT dlahu	0	ne	OS mandibuly	ne
žena 57	dislokovaná fraktura	sternální dlahu	8	ano	-	9 měsíců
žena 60	tamponáda perikardu	KCH cerkláž	0	ano	-	-
muž 49	dislokovaná fraktura	cerkláž	3	ne	-	-
muž 28	nestabilita hrudní stěny, dislokovaná fraktura	ORT dlahu	2	ano	-	11 měsíců
muž 55	mediastinální hematoma	KCH cerkláž	0	ano	-	-
muž 24	tamponáda perikardu	KCH cerkláž	0	ano	OS hlezna	-
muž 66	nestabilita hrudní stěny	žeberní dlahy	7	ano	OS žebér a femuru	ne
muž 46	nestabilita hrudní stěny	žeberní dlahy	7	ano	OS žebér, splenektomie, resekce střeva, sutura močového měchýře, thorakotomie – sutura bránice	ne
žena 75	dislokovaná, kominutivní fraktura	SternaLock®	4	ano	OS tibie	dosud krátká doba
muž 51	nestabilita hrudní stěny, dislokace	sternální dlahu	6	ano	splenektomie a OS femuru	15 měsíců
žena 20	disekce aortálního oblouku	KCH cerkláž	0	ano	OS humeru a předloktí	-

dislokované a víceúlomkové fraktury. Četnější současně intraabdominální poranění je dáno mechanismem úrazu (flekční mechanismus s nárazem na přední plochu těla). Za indikace k operační stabilizaci zlomenin hrudní kosti považujeme:

- nestabilní zlomeniny s předpokladem dlouhodobé umělé plicní ventilace,
- deformitu hrudní stěny,
- nezhojení fraktury sternu konzervativně.

Specifickou indikací jsou případy hemoperikardu v souvislosti se zlomeninou hrudní kosti. Operaci, případně ošetření poranění srdce, pak i následnou reparaci sternu provádí kardiochirurg.

Za nevýhody operačního způsobu léčby se považuje další operační trauma, nutnost celkové anestezie a riziko infekce (6).

Dlahová technika se považuje za vhodnější a stabilnější k osteosyntéze zlomeniny hrudní kosti než cerkláž nebo fixace Kirschnerovými dráty (2, 11, 12). Cerkláž obvykle provádí kardiochirurg, kdy však rozhodující indikace k operaci není fraktura sternu. Dlahová technika umožní rychlejší srůst a svou stabilitou spíše eliminuje riziko nezhojení fraktury. K dispozici jsou specificky tvarované sternální dlahy různých výrobců, či je možné využít některou z dlah určených ke stabilizaci například fraktur mandibuly, obratlů, patní kosti aj. (7, 12, 17). Důležitá je bikortikální fixace šrouby pro větší stabilitu. Příklad osteosyntézy užitý v našem souboru ukazuje obrázek 3 (předchozí CT obraz zlomeniny – obrázek 4). Operační postupy, které byly využity v našem souboru, jsou uvedeny v tabulce. K dispozici pro osteosyntézu sternu je též SternalLock® systém, jinak využívaný kardiochirurgy k řešení nezhojené sternotomie (16). Jeho výhodou oproti tradičním dlahám je jemná konstrukce s dostatečnou možností výběru tvaru dlahy. Subtilní konstrukce systému umožňuje při urgentní situaci (srdeční tamponáda) přerušit osteosyntézu sternální pilou. Z důvodů rizika urgentní sternotomie do budoucna ve většině případů doporučujeme, na rozdíl od žeberních dlah, sternální dlahy po rekonvalescenci nemocného vyjmout.

Spojitosť zlomenin hrudní kosti s kontuzí či ischemií myokardu se zdá být méně častá, než se původně předpokládalo (18). Troponin-I je dostatečně senzitivní a specifický marker myokardiální ischemie, a tak pravděpodobně i nejlepší laboratorní test pro míru poranění myokardu v kombinaci s echokardiografií (1). Naše výsledky potvrdily signifikantní zvýšení poúrazových hladin troponinu-I v operované skupině. Myoglobin byl též signifikantně zvýšen u nemocných s provedenou osteosyntézou sternu (větší rozsah měkkotkáňového poranění).

ZÁVĚR

Osteosyntéza hrudní kosti je indikována pro výjimečné případy komplikovaných zlomenin. Výhodnější a stabilnější je jistě dlahová osteosyntéza než cerkláž. Operační způsob léčby zkracuje nezbytnou dobu umělé plicní ventilace zejména v případech současných zlomenin žeber a sdružených břišních nebo dalších hrudních poranění.

Literatura

1. ADAMS, J. E., BODOR, G. S., DAVILA-ROMAN, V. G., DELMEZ, J. A., LADENSON, J. H., JAFFE, A. S.: Cardiac troponin I. A marker with high specificity for cardiac injury. *Circulation*, 88: 101–106, 1993.
2. ANANIADOU, O., KARAIKOS, T., GIVISSIS, P., DROSSOS, G.: Operative stabilization of skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation in a cardiac surgical patient. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.*, 10: 478–480, 2010.
3. BROOKES, J. G., DUNN, R. J., ROGERS, I. R.: Sternal fractures: a retrospective analysis of 272 cases. *J. Trauma*, 35: 46–54, 1993.
4. BUDD, J. S.: Effect of seat belt legislation on the incidence of sternal fractures seen in the accident department. *Br. Med. J.*, 291: 785, 1985.
5. BU'LOCK, F. A., PROTHERO, A., SHAW, C., PARRY, A., DODDS, C. A., KEENAN, J., FORFAR, J. C.: Cardiac involvement in seatbelt-related and direct sternal trauma: A prospective study and management implications. *Eur. Heart J.*, 15: 1621–1627, 1994.
6. CARBOGNANI, P., CATTELANI, L., RUSCA, M., BELLINI, G.: A technical proposal for the complex flail chest. *Ann. Thorac. Surg.*, 70: 342–343, 2000.
7. CIRIACO, P., CASIRAGHI, M., NEGRI, G., GIOIA, G., CARRETTA, K., MELLONI, G., ZANNINI, P.: Early surgical repair of isolated traumatic sternal fractures using a cervical plate system. *J. Trauma*, 66: 462–464, 2009.
8. COONS, D. A., PITCHER, J. D., BRAXTON, M., BICKLEY, B. T.: Sternal nonunion. *Orthopedics*, 25: 89–91, 2002.
9. GOULDMAN, J. W., MILLER, R. S.: Sternal fracture: a benign entity? *Am. Surg.*, 63: 17–19, 1997.
10. GRANETZNY, A., ABD EL-AAL, M., EMAM, E., SHALABY, A., BOSEILA, A.: Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.*, 4: 583–587, 2005.
11. HENDERICKSON, S. C., KOGER, K. E., MOREA, C. J., APONTE, R. L., SMITH, P. K., LEVIN, L. S.: Sternal plating for the treatment of sternal nonunion. *Ann. Thorac. Surg.*, 62: 512–518, 1996.
12. CHOU, S. S., SENA, M. J., WONG, M. S.: Use of SternalLock plating system in acute treatment of unstable traumatic sternal fractures. *Ann. Thorac. Surg.*, 91: 597–599, 2011.
13. LARDINOIS, D., KRUEGER, T., DUSMET, M.: Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, 20: 496–501, 2001.
14. OZAKI, W., BUCHMAN, S. R., IANNETTONI, M. D., FRANKENBURG, B. S.: Biomechanical study of sternal closure using rigid fixation techniques in human cadavers. *Ann. Thorac. Surg.*, 65: 1660–1665, 1998.
15. POTARIS K., GAKIDIS J., MIHOS P., VOUTSINAS, G., DELIGEORGIS, A., PETSINIS, V.: Management of sternal fractures: 239 cases. *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.*, 10: 145–149, 2002.
16. REZLER, M., MOKRÁČEK, A., ČOČEK, D., FORST, M., ČA-NÁDYOVÁ, J.: Naše první zkušenost s rigidní fixací sternu. *Rozhl. Chir.*, 86: 410–414, 2007.
17. RICHARDSON, J., FRANKLIN, G., HEFFLEY, S., SELIGSON, D.: Operative fixation of chest wall fractures: an underused procedure? *Am. Surg.*, 73: 591–597, 2007.
18. ROY-SHAPIRA, A., LEVI, I., KHODA, J.: Sternal fracture: A red flag or a red herring. *J. Trauma*, 37: 59–61, 1994.
19. VELISSARIS, T., TANG, A. T. M., PATEL, A., KHALLIFA, K., WEEDEN, D. F.: Traumatic sternal fracture: outcome following admission to a Thoracic Surgical Unit Injury. *Int. J. Care Injured*, 34: 924–927, 2003.

Korespondující autor:

Doc. MUDr. Jarmil Šafránek Ph.D.
Chirurgická klinika FN Plzeň
Alej Svobody 80
304 60 Plzeň
E-mail: safranek@fnplzen.cz