

# Inovované žeberní dlahy Judetova typu – preklinická studie, první klinické zkušenosti

## Innovated Judet Ribs Plates – Preclinical Study, First Clinical Experience

F. VYHNÁNEK<sup>1</sup>, D. JÍRAVA<sup>2</sup>, M. OČADLÍK<sup>2</sup>, D. ŠKRABALOVÁ<sup>3</sup>, M. ŠÁBER<sup>4</sup>, P. MICHAL<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Traumatologické centrum Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

<sup>2</sup> Chirurgická klinika 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

<sup>3</sup> Radiodiagnostická klinika 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

<sup>4</sup> Medin, a.s., Nové Město na Moravě

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

Based on the experience with using the Judet plates in stabilization of rib fractures an innovated Judet plate was constructed in cooperation with the Development Department of Medin company. During the preclinical part of the project, following the construction of the new Judet plate, a surgical technique was elaborated. Subsequently, the clinical application of rib osteosynthesis with innovated plates was commenced.

#### MATERIAL AND METHODS

In the course of the last three years the innovated Judet rib plate including the instruments were constructed by the Development Department of Medin company in cooperation with the Trauma Centre and the Department of Surgery of the University Hospital Královské Vinohrady. The goal of the innovation was the changes in technical parameters of rib plates which are compared with the new plates of other companies:

1. Adequate plate stability along the rib axis.
2. Creation of fixation clips for a stable, but not traumatized fixation of the plate around the rib.
3. Decreased robustness of the plate with sufficient stiffness.
4. Working out of a new technique of plate fixation with the use of new instruments.
5. Ensuring plate fixation with cortical locking screws. In the preclinical part of the project osteosynthesis of the broken rib was performed with a plate on a chest model for the basic types of rib fractures. Subsequently, the plate was used for rib osteosynthesis in a cadaver. The goal of the new instruments was besides temporarily maintaining the rib fracture reduction also the subsequent temporary application of plates with the assistance of fixation tongs before the final fixation of plates. In 2017, the clinical part of the project on the stabilisation of flail chest with the innovative Judet plates was launched. This type of innovative Judet plates has so far been used in 3 patients.

#### RESULTS

As to the surgical technique of ribs osteosynthesis: The profile of the plate has been adapted to the rib profile and can be further adjusted to rib curvature, also the fixation shoulders of the plates have been reshaped. The innovated plate has been complemented with a new configuration of fixation clips and the possibility to fix the plate with locking screws. The used cortical locking screws enable appropriate stabilisation of plates. They were tested on a laboratory model of ribs and on a cadaver using the new set of instruments. The plates can be easily shaped with tongs. The anchorage of fixation clips is adequately provided for also by means of tongs. The plates can be fixed to the rib without any significant compression of intercostal nerves. The essential change of the innovated Judet plate is its weight, which meets the contemporary trends in construction of rib plates designed for anatomical fixation. The first experience with the innovated plates in flail chest injury confirmed the safety of the procedure for stable osteosynthesis of rib fractures. Adequate stability of the chest wall facilitated an early withdrawal of ventilatory support. Osteosynthesis of rib fractures with innovated plates performed in the first three patient was without complications, including in the postoperative period.

#### DISCUSSION

A series of prospective studies prove the correctness of the indications of early rib osteosynthesis in flail chest. Further indications for rib osteosynthesis are postinjury chest deformity, dislocation of rib fracture fragments with a lung injury, and malunion of rib fracture. According to these studies the surgical stabilisation of the chest is a safe and efficient method resulting in pain reduction, decrease of ventilatory support time, and also in reduced morbidity. For rib osteosynthesis anatomical plates, Judet plates and intramedullary plates are used. Our innovation of the Judet plate aimed to improve the technical parameters of the plate. The innovative Judet plate means a significant improvement in technical parameters and stands comparison with the plates of others companies, which are used in the Czech Republic. This is also evidenced by preliminary clinical results.

#### CONCLUSIONS

Surgical stabilisation of the flail chest segment is considered to be the method of choice in treating selected patients, leading to the improvement of respiratory function and shortening of the ventilatory support time. The new technical parameters of the plate, including its weight, new fixation clips, locking screws and instruments are the priorities of the innovated Judet plates. The innovation of Judet plates represents an important step towards the extension of indications for surgical stabilisation of the chest.

**Key words:** innovative Judet plates, preclinical study, osteosynthesis of rib fractures.

### ÚVOD

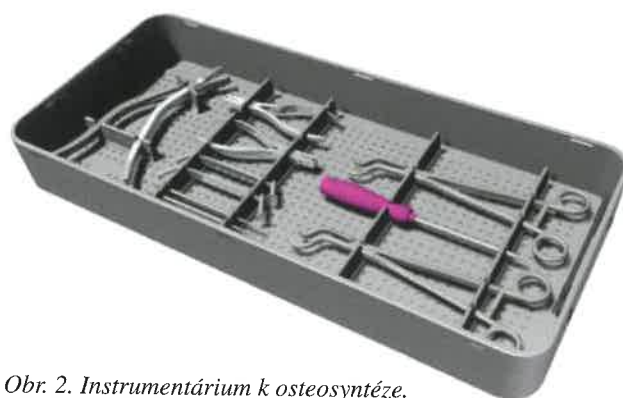
Nestabilita nebo deformita hrudní stěny je součástí závažného tupého poranění hrudníku. Blokovaná zlomenina žebra představuje životohrožující komplikaci závažného poranění hrudníku s letalitou až 15 % (8). Standardní neoperační postup je spojen s vysokou komorbiditou jako je pneumonie a často vede k respirační insuficienci vyžadující ventilační podporu. Metodou volby v léčbě blokované zlomeniny žebra je v poslední době častěji prováděná stabilizace hrudní stěny osteosyntézou žebra (1, 2, 3, 4, 6, 7). Indikací k osteosyntéze žebra je vedle blokované zlomeniny žebra i deformita nebo defekt hrudní stěny, symptomatická porucha hojení zlomeniny žebra, otevřená zlomenina žebra. Osteosyntéza zlomenin žebra je též indikována u thorakotomie provedené pro nitrohrudní úrazové komplikace (1, 2, 3, 4, 6, 7). K osteosyntéze žebra lze použít metalické dlahy typu Judetovy dlahy, anatomické dlahy a dlahy intramedulární (2, 5, 13). Recentně se začínají používat absorbovatelné dlahy. Na základě zkušeností s použitím Judetovy dlahy při stabilizaci zlomenin žebra byla provedena inovace žebních dlah Judetova typu. V preklinické studii byla po konstrukci inovované Judetovy dlahy vypracována operační technika. V r. 2017 byla zahájena klinická část osteosyntézy zlomeniny žebra.

### MATERIÁL A METODIKA

V průběhu posledních 3 let byla vykonstruována inovovaná žební dlahy včetně instrumentária (obr. 1, 2)



Obr. 1. Inovovaná žební dlahy Judetova typu.

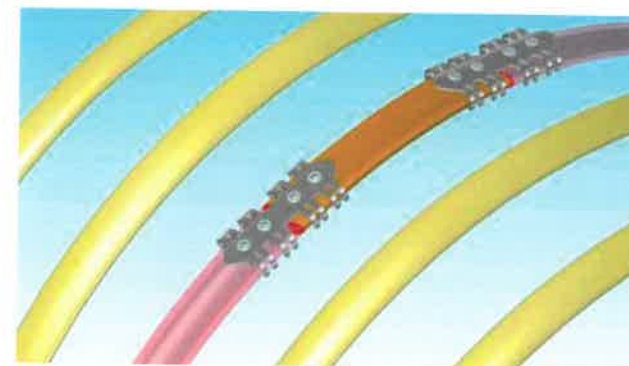


Obr. 2. Instrumentarium k osteosyntéze.

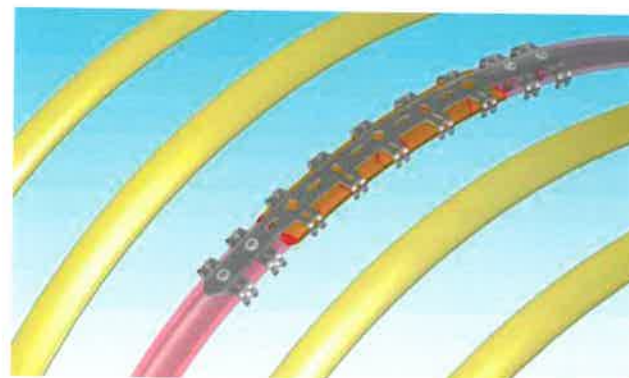
ve vývojovém oddělení firmy Medin, a.s., ve spolupráci s Traumatologickým centrem a Chirurgickou klinikou FNKV. Cílem inovačního postupu bylo dosažení nových technických parametrů dlahy:

1. dostatečné tuhosti dlahy v ose žebra,
2. pevné, avšak nedevastující uchycení dlahy kolem žebra,
3. zmenšení masivnosti dlahy s dostatečnou pevností,
4. vypracování techniky fixace dlahy k žebro s použitím nového instrumentária,
5. zajištění retence dlahy pomocí uzamykatelných šroubů (obr. 3, 4, 5).

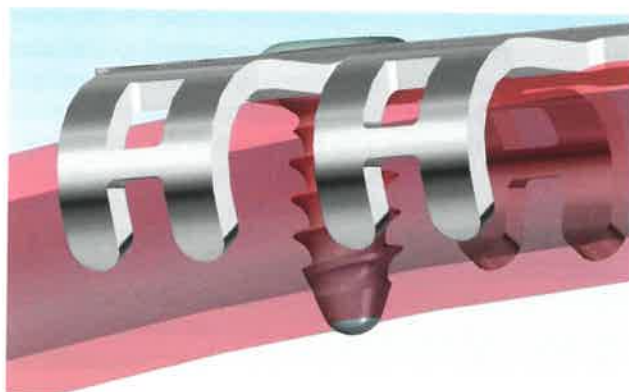
V preklinické části studie byla osteosyntéza zlomeného žebra dlahou provedena u základních typů zlomeniny na modelu a dále i aplikována při osteosyntéze žebra



Obr. 3. Fixace dvěma dlahkami u blokované zlomeniny žebra.



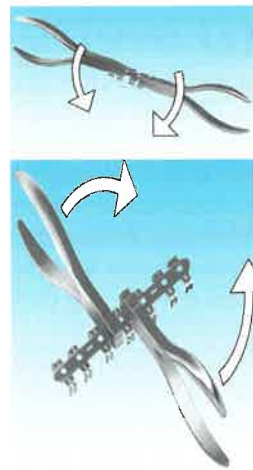
Obr. 4. Fixace dlahkou u vícefragmentové zlomeniny žebra.



Obr. 5. Fixace dlahy pomocí uzamykatelného šroubu.



Obr. 6. Dočasná fixace dlahy s žebrem s následným ukotvením svorek pomocí fixačních kleští.



Obr. 8, 9. Natvarování dlahy pomocí kleští.



Obr. 10. 3D MDCT zobrazení blokové zlomeniny žeber vlevo.

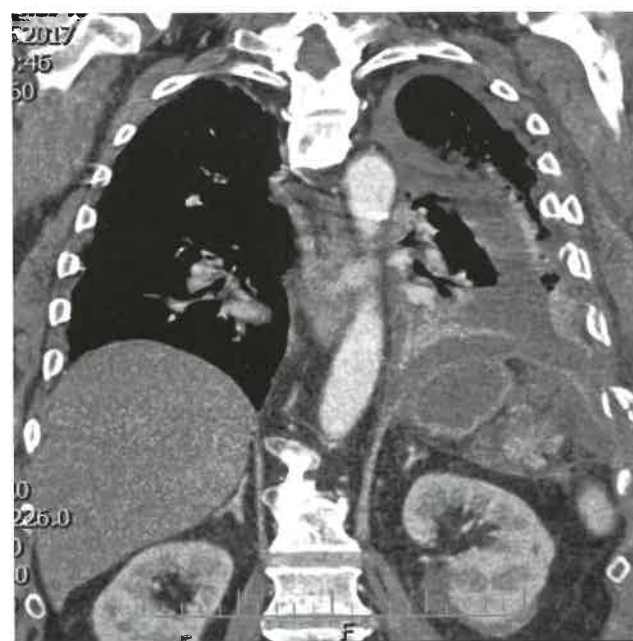


Obr. 7. Fixační kleště ukotvující svorku dlahy u kadaveru.

u kadaveru (obr. 6, 7). Instrumentárium k osteosyntéze má splnit vedle udržení repozice zlomeniny žebra i následné přiložení dlahy k žebru fixačními kleštěmi i před definitivním ukotvením svorek k žeburu. V roce 2017 byla v rámci klinické části projektu provedena stabilizace blokové zlomeniny žeber osteosyntézou inovovanými Judetovými dlahami. Inovované dlahy Judetova typu byly použity zatím u 3 pacientů.

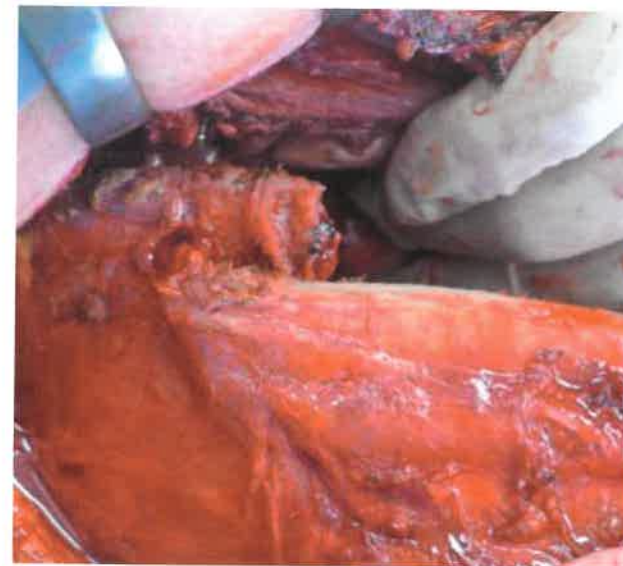
## VÝSLEDKY

K operační technice osteosyntézy žebra: Profil dlahy je uzpůsoben profilu žebra, lze jej upravit podle jeho zakřivení (obr. 8, 9) a má přetvarovaná fixační ramena. Dlahy jsou doplněny o novou konfiguraci fixačních svorek a o možnost zajištění fixace dlahy novým typem uzamykatelných šroubů. Kortikální uzamykatelné šrouby umožní dostatečnou stabilizaci dlahy u zlomeniny žebra. Eventuální natvarování dlahy lze jednoduše provést pomocí kleští. Ukotvení fixačních svorek je adekvátně zajištěno pomocí kleští. Fixace dlahy k žeburu lze dosáhnout bez signifikantní komprese mezižeberních nervů. Zásadní změnou inovované Judetovy dlahy je její hmotnost, která je srovnatelná se současným trendem při konstrukci žeberních dlah určených k anatomické

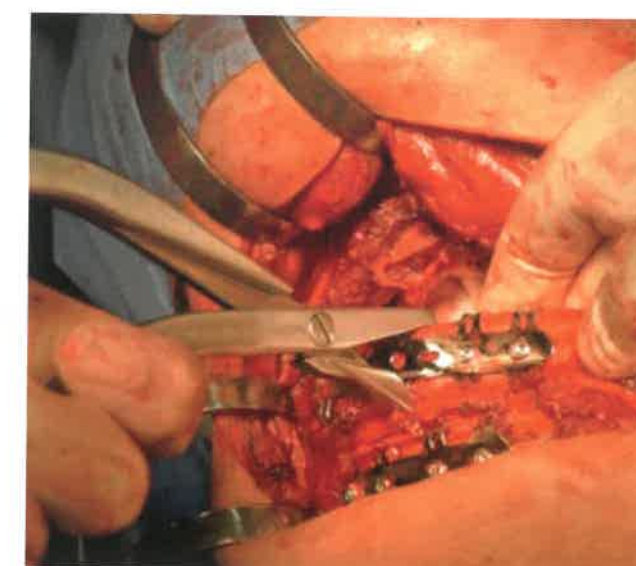


Obr. 11. MD CT snímek dislokované zlomeniny žeber s hemothoraxem a kompresí plíce vlevo.

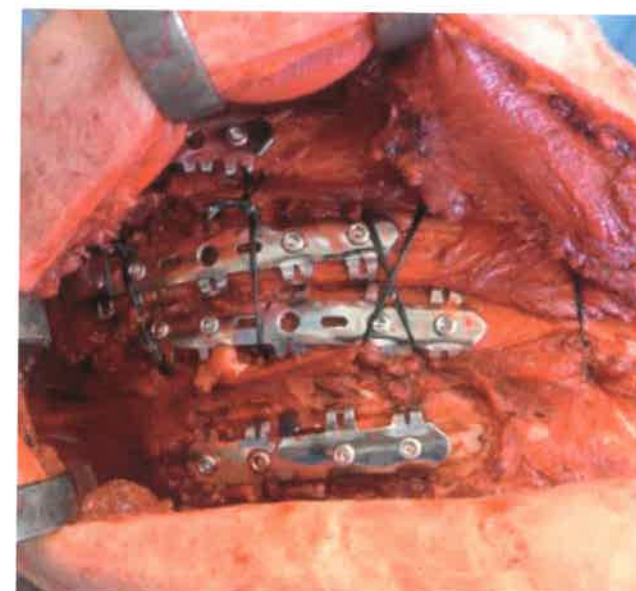
fixaci. První zkušenosti s použitím inovované dlahy k osteosyntéze u blokové zlomeniny žeber potvrdily bezpečnost výkonu se stabilní osteosyntézou zlomeniny žeber. Osteosyntéza pomocí inovovaných dlah Judetova typu byla provedena u třech zraněných se sdruženým tupým poraněním hrudníku u polytraumat. Indikace operační stabilizace byla na základě nedostatečnosti ventilace při spontánním dýchání u blokové zlomeniny žeber (obr. 10) spojené s dislokací žeber s deformitou hrudní stěny u dvou zraněných a retinovaným hemothoraxem s kompresí plíce u dvou zraněných (obr. 11). Operační postup thorakotomickou cestou umožnil vedle nitrohrudní revize s cíleným odsátím hematomu a reexpanzí plíce i následnou repozici dislokovaných zlomenin žeber provedením osteosyntézy v rozsahu 4 žeber (obr. 12, 13, 14, 15, 16). Adekvátní stabilizace hrudní



Obr. 12. Peroperační snímek dislokované zlomeniny žeber s deformitou hrudní stěny.



Obr. 13. Peroperační snímek fixace dlahy pomocí kleští.



Obr. 14. Peroperační snímek fixace žeber dlahami s uzávěrem thorakotomie.



Obr. 15. Pooperační rtg hrudníku s osteosyntézou 4 žeber vpravo.



Obr. 16. 3D MDCT snímek s osteosyntézou 4 žeber vpravo (zadopřední projekce).

stěny umožnila časné ukončení ventilační podpory u 2 pacientů. U posledního zraněného bylo v mechanické ventilaci pokračováno ještě 9 dní. Důvodem byla již v předchorobí léčená obstrukční plicní choroba. Osteosyntéza zlomeniny žeber inovovanými dlahami u prvních třech pacientů byla včetně pooperačního období bez komplikací.

## DISKUSE

Řada prospektivních studií v poslední době prokazuje oprávněnost indikace časné osteosyntézy při nestabilitě vylomeného segmentu hrudní stěny i v dalších indikacích jako je poúrazová deformita hrudníku, dislokace zlomenin žeber u sériové zlomeniny s poraněním plíce a po-

rucha hojení zlomeného žebra (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13). Podle těchto studií je chirurgická stabilizace hrudníku bezpečná a účinná pokud jde o snížení pooperační bolesti a zkrácení doby pacientova vyléčení. Zvláště u zraněných s blokovou zlomeninou žebér chirurgická fixace redukuje čas mechanické ventilace, výskyt pneumonií a snižuje morbiditu. Častější použití techniky osteosyntézy komplikovaných zlomenin žebér, zvláště u blokované zlomeniny, je dána mimo posunu v indikačních kritériích pomocí novějších zobrazovacích metod (MDCT) i dalším vývojem fixačních dlah s cílem menší invazivity a bezpečné fixace zlomeniny (8, 10). Byly vyvinuty nové anatomické dlažky, dále technika zavedení dlahy do dřevnaté dutiny žebra a fixace pomocí absorbovatelné dlažky (2, 3, 6, 7, 8, 12, 13). Další vývoj směřující k zlepšení technických parametrů dlažek je cílem všech výrobců. V našich podmínkách jde o inovaci původních Judetových dlažek vyráběných Medin, a. s. Inovace dlahy je významným posunem v technických parametrech včetně zajištění zavedení dlahy příslušným instrumentáři. Inovovaná Judetova dlahy firmy Medin je srovnatelná i pokud jde o hmotnost, pevnost a dále i technicky zjednoduší fixaci na žebro s dlahami jiných firem, které jsou u nás používány. Vedle toho by měla být i důležitým parametrem i cena v porovnání s dováženými dlahami. V současné době se u nás zabývá problematikou stabilizace poraněné hrudní stěny jen několik pracovišť, převážně traumatologických center (5, 12, 13). S rozšířením a specifikací indikačního spektra lze očekávat, že chirurgická stabilizace hrudní stěny bude akceptována jako alternativní metoda volby v léčbě blokované zlomeniny žebér s cílem zařazení mezi standardní postupy v léčbě nestabilního poranění hrudní stěny. K tomu jistě přispěje i dostupnost inovovaných dlah, připravených ve spolupráci vývojového oddělení firmy Medin, a. s., a klinického pracoviště (Traumatologického centra FNKV).

## ZÁVĚR

Osteosyntéza žebér u blokované zlomeniny, ale i u významné deformity hrudníku a dislokace žebér u sériové zlomeniny žebér, je validním postupem ke zlepšení respirační funkce u vybrané skupiny zraněných. Znamená zkrácení doby ventilační podpory a snížení výskytu komplikací spojených s dlouhodobou umělou ventilací.

Předběžné klinické výsledky u skupiny zraněných s osteosyntézou žebními dlahami firmy Medin, a. s., jsou doporučením k jejich využití, a to zvláště při současné inovaci, která znamená zvýšení parametrů stability zlomeniny a snadnější, rychlejší a přesnější uchycení dlahy. Použití těchto dlah je předpokladem k rozšíření indikačního spektra operovaných zraněných.

## Literatura

1. Bottlang M, Wallester S, Noll M, Honold S, Madey SM, Fitzpatrick D, Long WB. Biomechanical rationale and evaluation of an implant system for rib fracture fixation. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2010;36:417–426.
2. Fitzpatrick DC, Denard PJ, Phelan D, Long WB, Madey SM, Bottlang M. Operative stabilization of flail chest injuries: review of literature and fixation options. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2010;36:427–433.
3. Girsowicz E, Falcoz PE, Santelmo N, Massard G. Does surgical stabilization improve outcome in patient with isolated multiple distracted and painful non-flail rib fractures? *Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;14:312–315.
4. Granhed HP, Pazooki D. A feasibility study of 60 consecutive patients operated for unstable thoracic cage. *J Trauma Manag Outcomes.* 2014;8:20.
5. Kitka M. Poranění hrudníku. Zbierka Jána Bauera, Košice, 2014.
6. Leinicke JA, Elmore L, Freeman BD, Colditz GA. Operative management of rib fractures in the setting of flail chest: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg.* 2013;258:914–921.
7. Marasco SF, Davies AR, Cooper P, Varma D, Benett V, Nevil R. Prospective randomized controlled trial of operative rib fixation in traumatic flail chest. *J Am Coll Surg.* 2013;216:302–311.
8. Schuurmans J, Goslings JC, Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review. 2017;43:163–168.
9. Schulz-Drost S, Grupp S, Pachowsky M, Opper P, Krinner S, Mauerer A, Henning FF, Langenbach A. Stabilization of flail chest injuries: minimized approach techniques to treat the core of instability. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017;43:169–178.
10. Unsworth A, Curtis K, Asha SE. Treatment for blunt chest trauma and their impact on patient outcomes and health service delivery. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2015;23:17.
11. Vodička J, Doležal J, Vejvodová Š, Šafránek J, Špidlen V, Třeška V. Poranění hrudníku a jeho operační léčba u polytraumatizovaných nemocných v pětiletém období. *Acta Chir. Orthop Traumatol Cech.* 2016;83:123–126.
12. Vodička J, Špidlen V, Šafránek J, Šimánek V, Altman P. Schwerwiegende Brustkorbverletzungen-Erfahrungen mit der operativen Behandlung. *Zentralbl Chir.* 2007;132:542–546.
13. Vyhnanek F, Jirava D, Očadlík M, Škrabalová D. Chirurgická stabilizace u blokované zlomeniny žebér: indikace, technika a výsledky. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2015;82:303–307.

## Korespondující autor:

Doc. MUDr. František Vyhnanek, CSc.  
Traumatologické centrum FNKV  
Šrobárova 50  
100 34 Praha 10  
E-mail : vyhnaneck@fnkv.cz