

## Bordatörések műtéti kezelése MatrixRIB™ rendszerrel

DR. GÁRGYÁN ISTVÁN<sup>1</sup>, DR. VÁGI ZSOLT<sup>1</sup>, DR. CSONKA ÁKOS<sup>1</sup>,  
DR. FURÁK JÓZSEF<sup>2</sup>, DR. TÁNCZOS KRISZTIÁN<sup>3</sup>, DR. VARGA ENDRE<sup>1</sup>

Érkezett: 2017. november 4.

DOI: 10.21755/MTO.2017.060.0304.001

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szakirodalomban egyre több közlemény foglalkozik a bordatörések műtéti rögzítésével. Jól ismert, hogy a rosszul gyógyult bordatörések krónikus fájdalomhoz, deformitáshoz és rokkantsághoz vezethetnek. A bordatörések hagyományos lemezekkel való műtéti rögzítése nem hozott megfelelő eredményt. Az újonnan kifejlesztett anatómiai lemezeket és intramedullaris síneket tartalmazó implantátum rendszer javíthatja a bordatörések műtéti ellátását. Közleményünkben korai klinikai tapasztalatunkat mutatjuk be az új implantátum rendszerrel. 11 beteget vontunk be vizsgálatunkba, akik bordatöréseit anatómiai lemezekkel és intramedullaris sínekkel rögzítettük. A sérültek demográfiai adatai mellett feljegyeztük a bordatörések számát, jellegét, a műtéti ellátás jellemzőit és a posztoperatív időszak adatait. A betegeket legalább 6 hónapig utánköveztük, vizsgáltuk a mellkas állapotát, az esetleges szövődményeket. 2012 és 2016 között 11 beteget operáltunk súlyos mellkasfali sérülés miatt. A betegeknek 96 bordája tört el, ezek közül 31 bordát stabilizáltunk, átlagosan 2,6 bordát. A műtéti rögzítéshez 11 anatómiai lemezt és 21 intramedullaris sínt használtunk. Az utánkövetés során implantátummal kapcsolatos szövődményt nem észleltünk. A betegek műtét után átlagosan 5,6±4,2 napot töltöttek az intenzív osztályon. Kezdeti tapasztalataink szerint az új implantátum rendszerrel megbízhatóan elláthatók a súlyos ablakos és sorozat bordatörést szenvedett sérültek.

**Kulcsszavak:** *Bordatörés; Intramedullaris rögzítés; Lemezelés; Mellkassérülés; Töréskezelés;*

*I. Gárgyán, Zs. Vági, Á. Csonka, J. Furák, K. Tánczos, E. Varga: Operative treatment of rib fractures with MatrixRIB™ system*

Surgical rib fixation for severe rib fracture injuries is generating increasing interest in the medical literature. It is well documented that poorly healed fractured ribs can lead to chronic pain, disability, and deformity. Surgical stabilization of flail chest injury and serial rib fracture with generic osteosynthesis implants remains challenging. A novel implant system comprising anatomic rib plates and intramedullary splints may improve surgical stabilization of rib fractures. This study evaluated our early clinical experience with this novel implant system. Eleven consecutive patients that underwent stabilization of rib fractures with anatomic plates and intramedullary splints were enrolled in our study. Data collection included patient demographics, injury characterization, surgical procedure details and post-operative recovery. Follow-up was performed at three and six months to assess pulmonary function, durability of implants and fixation. Between 2012 and 2016, 11 patients were treated operatively with severe rib fracture injuries. Patients broke 96 ribs, 31 of them were stabilized, with an average of 2.6 ribs. We used anatomic plates and intramedullary splints for fracture fixation. Among the 11 rib plates, 21 splints in this study there was no hardware failure and no loss of initial fixation. Post-operative duration of ICU stay was 5.6±4.2 days. These early clinical results indicate that the novel implant system provides reliable fixation and accommodates the wide range of fractures encountered in flail chest and serial rib fracture injuries.

**Keywords:** *Bone Plates; Flail chest – Surgery; Fracture fixation, intramedullary – Methods; Rib Fractures – Surgery;*

## BEVEZETÉS

A mellkast érő különböző nagyságú tompa erőbehátások változatos kiterjedésű és súlyosságú sérüléseket okozhatnak a mellkasfalon és a mellkasi szerveken egyaránt, amelyek az elmozdulás nélküli izolált bordatöréstől a mellkasfal komplett destabilizációjáig terjedhetnek. Az ablakos bordatörések biomechanikailag az instabil mellkasfali sérülések közé tartoznak, amelyek megváltoztatják a mellkasfal normál légzési kitéréseit, a fiziológias gázcserét, ezzel rontva a légzésfunkciót. Az ablakos bordatörés általánosan elfogadott definíciója a következő:

- $\geq 3$  azonos oldali szegmentális bordatörés
- $\geq 3$  kétoldali bordatörés
- $\geq 3$  egyoldali bordatörés a sternum törésével

Az ablakos bordatörésekre többnyire jellemző, hogy a szegmentális törés egyik vége súlyosan diszlokált, míg a másik része kevésbé mozdul el, mintegy zsanér működik a légzés során (1. a ábra). Súlyos esetben a mindkét végén diszlokálódott bordatörések miatt kialakulhat a klasszikus paradox légző mozgás klinikai és patológiai képe. Az ablakos bordatöréseken kívül a sorozat bordatörések is műtéti indikációt jelenthetnek:

- $\geq 3$  bordatörés mellett egy, vagy több bordának a tüdő parenchymába ágyazódása (1. b ábra)
- $\geq 3$  bordatörés több mint 15 mm-es összecúsúzása (2–3. ábra)
- $\geq 3$  borda teljes csontszélességű diszlokációja (4. ábra)
- az érintett oldali mellkas térfogatának kifejezett ( $>25\%$ ) csökkenése (5. b ábra)

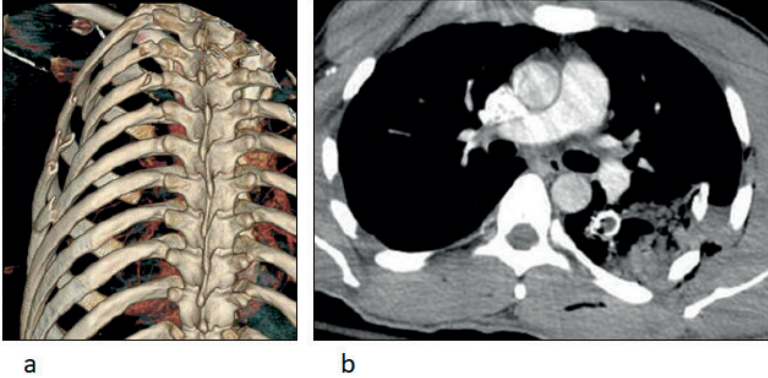
A súlyos mellkasfali sérülés mellett a betegeknek egyéb életveszélyes, vagy potenciálisan életveszélyes mellkasi sérülése is lehet, ezért alapvető fontosságú az Advanced Trauma Life Support (ATLS) guidelinee alkalmazása ezen sérültek elsődleges ellátása során, hogy felismerjük és megfelelően elláthassuk ezeket a sérüléseket, mielőtt a bordatörések ellátására fókuszálnánk. A kiváltó erők által okozott mellkasfali deformitás és instabilitás azonban számos rövid és hosszú távú következménnyel jár a sérült számára (2, 13, 18). Mivel a mellkasfal a légzés során állandó mozgásban van, erős fájdalom alakul ki, romlik a légzés mechanikája, a sérült képtelen a képződött

légúti váladék felkötődésére. A gázcseré romlása, az egyéb társuló sérülésekkel együtt, életveszélyes állapot és számos szövődmény kialakulásához vezethet. Az alkalmazott erős fájdalomcsillapítás, oxigén adása és a beteg szedálása mellett gyakran kényszerülünk mechanikus gépi lélegeztetésre a kialakuló légzési elégtelenség miatt. A hazai irodalomban 1966-ban megjelent ezen témával foglalkozó közleményben (26) a szerzők a légzési holttér csökkentésére tracheotomia végzését javasolják még nem intubált, lélegeztetett betegeknél is. A közelmúltban az Egyesült Államokban végzett vizsgálat alapján (5), az ilyen sérüléseket elszenvedett betegek 89%-a került intenzív osztályos elhelyezésre és 59%-uknál gépi lélegeztetést alkalmaztak átlagosan 12 napig. Meglepő módon, a sérülések súlyossága ellenére, csak az esetek 1%-ában került sor primer mellkasfali stabilizálásra. Az ilyen jellegű sérülések ellátásában a nonoperatív, szupportív kezelés tekinthető még mindig a gold standardnak az Egyesült Államokban. Hasonló magyarországi felmérés vagy tanulmány nem áll rendelkezésünkre, de hazai szerzők több tanulmánya is foglalkozik a mellkas sérülések korszerű sürgősségi ellátásával (14, 15, 16). Az utóbbi években azonban egyre több tanulmány mutat rá, hogy az ablakos és sorozat bordatörések primer műtéti stabilizálása jelentősen csökkenti a gépi lélegeztetés idejét, a tracheostomiák számát, az intenzív osztályon tartózkodás idejét, ugyanakkor javítja a beteg hosszú távú életminőségét. A ma elfogadott álláspont szerint a bordatörések műtéti stabilizálásának fő indikációi a következők:

- anterolateralis ablakos bordatörés légzési elégtelenséggel, enyhe ( $<18\%$ ) vagy közepes ( $18-28\%$ ) kiterjedésű tüdőkontúzióval
  - romló légzésfunkció nem intubált betegnél
  - egyéb sérülés miatt végzett thoracotomia
  - gépi lélegeztetésről való leszoktatás elősegítése
  - súlyos mellkas deformitás, amelynél nem várható spontán gyógyulás
  - nem csillapítható erős fájdalom
- Figyelembe kell vennünk azonban a fennálló kontraindikációkat is:
- súlyos fokú, kiterjedésű ( $\geq 28\%$ ) tüdőkontúzió

- súlyos intracranialis sérülés
- minden olyan egyéb sérülés, amely miatt hosszantartó intubáció, gépi lélegeztetés szükséges
- az 1-2 bordák törése
- olyan állapot, amely meggátolja a műtét végrehajtását

Az indikációkat és kontraindikációkat mérlegelve minden egyes betegnél az aneszteziológus, mellkassebész és traumatológus közös mérlegelése dönti el, hogy mely betegnél és mikor szükséges a műtétet elvégezni, figyelembe véve a beteg állapotát, és az egyéb, sokszor súlyos sérüléseket.



### 1. ábra

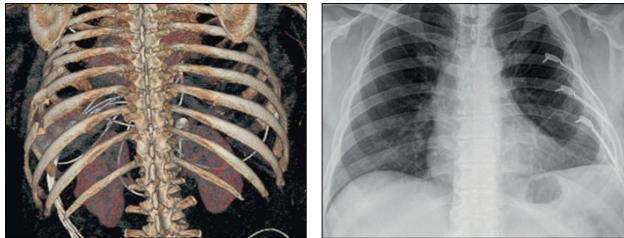
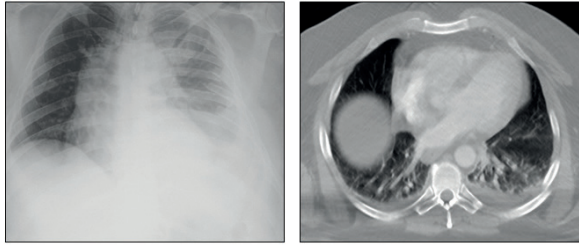
*a* Bal oldali ablakos bordatörés 3D CT rekonstrukciós képe, amely nagy segítséget nyújt a műtéti tervezésben. Az ablakos borda szegmentum elülső része súlyosan a mellüreg felé diszlokálódott, a hátulsó törések ugyanakkor kisebb elmozdulást mutatnak.

*b* A CT képen az egyik borda szignifikánsan diszlokálódott és a tüdő parenchymába fúródott



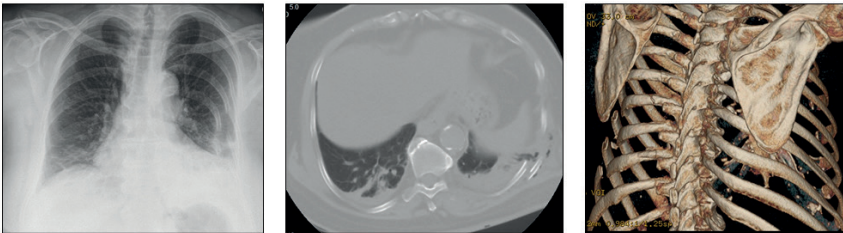
### 2. ábra

*Jobb oldali ablakos bordatörés 3D CT képe. A bordák >15 mm-es összecsúszása, mely súlyos mellkas deformációt okoz*

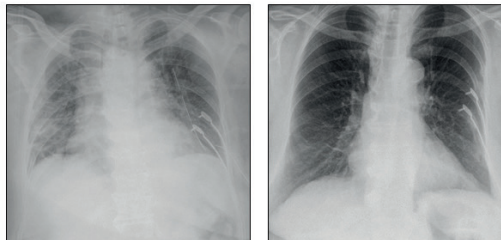


**3 ábra**

- a** 37 éves férfi AP mellkas felvételen  $\geq 3$  borda több mint 15 mm-es összecsúszása látható  
**b** enyhe (<18%) kiterjedésű tüdő kontúzió  
**c** 3D CT alapján jól megtervezhető, mely bordákat szükséges műtéti rögzíteni  
**d** Három intramedullaris sínnel sikerült helyreállítani a mellkas stabilitását és térfogatát



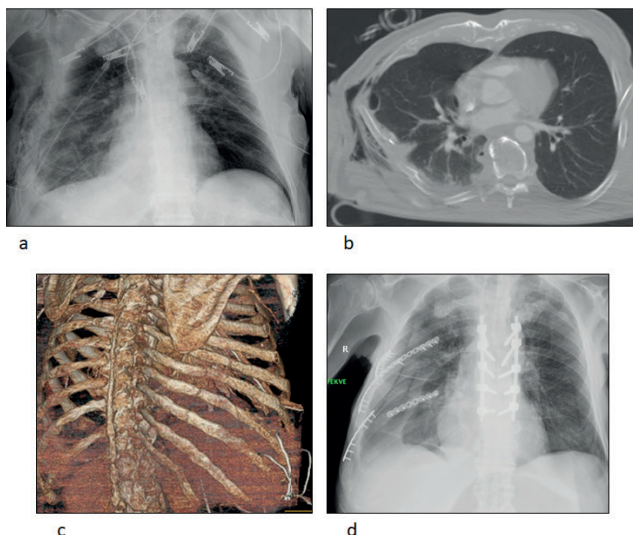
**a** **b** **c**



**d** **e**

**4. ábra**

- a** 71 éves nőbeteg AP mellkas röntgenképe  
**b** A CT felvételen látható a teljes csontszélességű elmozdulással járó bordatörés és haemothorax  
**c** 3D CT demonstrálja a mellkas térfogatát jelentősen csökkentő, nagy elmozdulással járó sorozat bordatörést  
**d** Posztoperatív AP mellkas felvétel. Látható, hogy elég volt két bordát rögzíteni intramedullaris sínrel a megfelelő mellkasfali stabilitás eléréséhez  
**e** 12 hetes kontrollfelvételen az összes borda törése gyógyult



5. ábra

*a* 56 éves férfi közlekedési balesetben sérült, a primary survey során mindkét mellkasfele becsövezésre került

*b* A CT felvételen a jobb oldali mellkas térfogatának kifejezett (>25%) csökkenése látható.

*c* Ablakos bordatörés 3D CT képe

*d* Posztoperatív AP mellkas röntgenfelvétel mutatja a bordákat rögzítő lemezeket, amelyek a legnagyobb diszlokációjú bordákat stabilizálják

## ANYAG ÉS MÓDSZER

2012–2016 közötti időszakban 18 esetben végeztünk mellkasfali stabilizálást. Retrospektív vizsgálatunkba 18–80 év közötti akut ablakos és sorozat bordatörést szenvedett betegeket vontunk be. Hét beteget zártunk ki a vizsgálatból, akiknél egyéb okból végeztük el a borda stabilizálását. Minden beérkező súlyos sérültet az ATLS protokoll szerint fogadtunk és láttunk el. Ennek részeként a mellkas fizikális vizsgálata után pneumothorax vagy masszív haemothorax esetén azonnal mellkas csövezést végeztünk. A sérültek haemodinamikai stabilizálását követően elvégeztük a mellkas vékony szeletes CT vizsgálatát, és minden esetben 3D CT rekonstrukció is történt, amely nélkülözhetetlen a műtéti indikáció felállításához, és a sebészi feltárás megtervezéséhez. Elemeztük a bordatörések számát, elhelyezkedését, az ablakosan törött bordák számát, a diszlokáció mértékét és a kísérő tüdő kontúzió nagyságát.

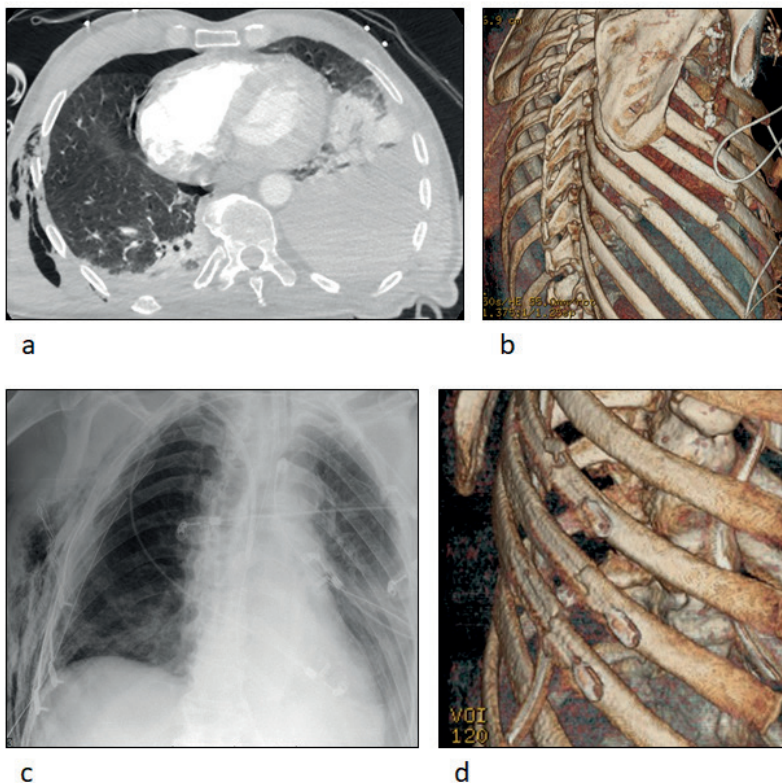
A műtéti indikáció felállítása után, mellkasebész bevonásával, végeztük el a mellkas stabilizálását standard thoracotomiás feltárásból, az ablakos, illetve sorozat

bordatörések lokalizációjának megfelelően. A töréseket MatrixRIB™ (J&J Depuy Synthes, USA) rendszerhez tartozó lemezekkel és velőúr sínekkel rögzítettük. A készletben található 4 bal oldali és 4 jobb oldali színekódolt, titán, anatómiaiailag modellált lemez, amely a 3–9. bordák geometriáját követi és lehetővé teszi ezen bordák többszörös, vagy szegmentális töréseinek rögzítését, áthidalását modellálás nélkül. A rövidebb 8 lyukas lemezek az egyszerű törések rögzítésére szolgálnak (5. ábra), míg az univerzális 24, illetve 30 lyukas egyenes lemezek modellálás és méretre vágás után bármelyik bordára alkalmazhatók. Az 1,5 mm vastagságú lemezeket szögstabil csavarokkal rögzíthetjük a bordához, így egy alacsony profilú, elasztikus rendszert kapunk, mely megfelelő stabil rögzítést ad a borda állandó légző mozgása közben is. Az egyszerű törések minimál invazív rögzítéséhez megtalálhatók a különböző méretű, 1 mm vastagságú titán intramedullaris sínek is, melyek rectanguláris keresztmetszete torziós stabilitást is ad a törésben. A sín rögzítő 1 db szögstabil csavar véd az implantátum migrációjától (3. és 6. ábra). A sín korrekt behelyezését speciális fúró persely

segíti. A műtét során a törések elhelyezkedésétől, a kitört szegmentum hosszától függően a rendszer elemei egymással kombinálhatók, vagyis mindig a legmegfelelőbb lemezt, vagy sint alkalmazhatjuk az adott törés rögzítéséhez.

A műtét utáni időszakban feljegyeztük a posztoperatív gépi lélegeztetés idejét, az intenzív osztályon töltött napok számát, a

szükségessé váló tracheostomiák számát, és a kialakult pneumóniák előfordulását. A betegeket 6 hónapig utánkövettük, ennek során az elvégzett AP mellkasröntgen felvételeken, és szükség szerint az elvégzett CT vizsgálatokon, elemeztük a bordatörések gyógyulását, a behelyezett implantátumokkal kapcsolatos szövődeményeket.



**6. ábra**

**a** 63 éves férfi beteg nagy energiájú mellkas sérülése. Bal oldalon jelentős haemothorax, jobb oldalon sorozat bordatörés, ventrális pneumothorax és subcután emphysema

**b** 3D CT segít a műtéti tervezésben

**c** Posztoperatív röntgenfelvétel mutatja a behelyezett mellkas csöveket, expandált tüdőket és a stabilizált bordákat

**d** 3D CT a három intramedullaris sínnel rögzített bordákról

## EREDMÉNYEK

Tanulmányunkban 11 sérült adatait dolgoztuk fel. A betegek átlagéletkora 59,3 (37–71) év volt, 2 nő, 9 férfi. Egy esetben kétoldali ablakos, illetve sorozat bordatörés miatt mindkét oldalon stabilizálást végeztünk, ezért az elemzések során bizonyos esetekben 12 mellkasfali sérüléssel számoltunk. A 12 mellkasfali sérülésből 7 ablakos és 5 sorozat bordatörés volt. Mindegyik sérülés nagy energiájú traumára következett be: magasból való leesés, összenyomatás, nagy sebességű közúti baleset. 7 beteg bal oldali, 3 jobb oldali és 1 beteg kétoldali mellkas sérülést szenvedett el. Az ablakos töröttek átlagosan 5,5 bordájukat törték el, míg a sorozat borda töröttek 6,7-et. Az ablakos szegmentum 2 esetben anterolaterálisan, 1 esetben laterálisan és 4 esetben posterolaterálisan helyezkedett el. Az SBO-n a primary survey során észlelt pneumothorax miatt 5 betegnél végeztünk mellkas csövezést, a mellkasröntgen, illetve a vékony szeletes CT vizsgálatok után pedig további három beteg csöveztünk be haemothorax miatt. A CT vizsgálatok 8 betegnél mutattak kisebb ( $\leq 18\%$ ) tüdőkontúziót. A mellkasfali sérülések mellett a radiológiai vizsgálatok során egyéb torzó sérüléseket is találtunk: 2 lép, 1 máj, 1 bal oldali rekesz sérülést, 2 sternum és 1 clavicula törést, illetve 2 esetben háti csigolya törést. A 11 sérült összesen 96 bordáját törte el, ezek közül 31 bordatörést stabilizáltunk, átlagosan 2,6 borda/mellkasfal. A műtétek során az ablakos bordatörések rögzítésére 7 MatrixRIB™ intramedullaris sánt és 9 lemezt, míg a sorozat bordatöröttek esetén 14 MatrixRIB™ intramedullaris sánt és 2 lemezt használtunk. A műtéteket a  $13 \pm 11$  napon végeztük el a beteg általános állapotától függően. A műtét után a betegek további  $5,6 \pm 4,2$  napot töltöttek az intenzív osztályon. Tracheostomia elvégzésére egy esetben sem kényszerültünk és pneumonia kialakulását sem észleltük. A betegek utánkötése során mellúri szövödményt nem találtunk, a bordatörések a 12 hetes kontroll röntgenfelvételeken minden esetben gyógyultak. Implantátumtörés, csavar lazulás, intramedullaris sín kicsúszás nem volt.

## MEGBESZÉLÉS

Az instabil ablakos bordatörések kezelése jelentős változáson ment keresztül az elmúlt száz évben. A 20. század első felében az instabil szegmentum külső mechanikus rögzítésére törekedtek (8, 10), majd a század második felében teret nyert a belső pneumatikus sínezés koncepciója. Az 1970-es évektől kezdve a pozitív nyomású gépi lélegeztetést tekintették az ablakos bordatörések kezelésének legjobb módjának, melynek során a betegeket 2–3 hétig lélegeztető gépen tartották, amíg a bordatörések konzolidációja meg nem kezdődött (4). 1975-ben vonták először kétségbe ezt a gyakorlatot (24), miután kimutatták, hogy a pozitív nyomású gépi lélegeztetés indikációja a kísérő tüdőszélesedés és légzési elégtelenség kezelése, nem pedig az ablakos bordatörés belső sínezése. A jelenleg elfogadott álláspont szerint a positive end-expiratory pressure (PEEP) és a continuous positive airway pressure (CPAP) lélegeztetés csak azon betegeknél szükséges, akiknél súlyos tüdőkontúzió, légzési elégtelenség áll fenn (21), de amint a sérült állapota megengedi, a lehető leghamarabb meg kell szüntetni ezt a kezelést. A 21. század elején több tanulmány számolt be az ablakos bordatörések sebészi rögzítésével elért kedvező eredményekről: a gépi lélegeztetés idejének csökkenése (9, 22), rövidebb intenzív osztályos ápolás (1, 7, 9, 22), korábbi munkába állás (22), kevesebb krónikus fájdalom (7) és kevesebb késői légzésfunkciós beszűkülés (7, 11). A súlyos mellkasi deformitást és a mellkas térfogatának csökkenését okozó sorozat bordatörések műtéti ellátása is egyre elfogadottabbá vált. A bordatörések Kirschner dróttal való rögzítéséről (1, 6, 9), Judet lemez (22) és rekonstrukciós lemez (19) alkalmazásáról megjelent közlemények után az AO KFI lemezei váltak leggyakrabban használt implantátumokká (20), de gyorsan nyilvánvalóvá vált, hogy ezek a lemezek túl merevek, így gyakori a csavar kivágás, vagy újabb stressz törés a lemez végénél (7, 20, 25). Voggenreiter megállapítása, miszerint a bordatörések kezelésénél nem cél a törés abszolút stabil rögzítése és az elsődleges csontgyógyulás elérése (25), újabb implantátumok kifejlesztését indította el. Az intézetünkben is alkalmazott MatrixRIB™ rendszer speciálisan

a bordatörések korszerű stabilizálására lett kifejlesztve, amely lehetővé teszi egyszerű és komplex törések ellátását is. A rendszer klinikai alkalmazhatóságát prospektív vizsgálatban 20 betegen vizsgálták (3), ennek során 91 lemezt, 15 intramedullaris sínt és 605 csavart használtak. Egyetlen esetben sem észleltek implantátumtörést, csavarkivágást vagy rediszlokációt. A posztoperatív gépi lélegeztetés ideje  $6.4 \pm 8.6$  nap, a teljes hospitalizáció  $15 \pm 10$  nap volt, és a betegek 3 hónap múlva 84%-át érték el a várható forskírozott vitál kapacitásuknak. Anyagunkban 11 beteg 12 mellkasfelét stabilizáltuk a MatrixRIB™ rendszerrel, amelynek során 31 bordát rögzítettünk. A műtéti rögzítéshez összesen 21 intramedullaris sínt és 11 lemezt használtunk. 96 törött bordából csak 31-et rögzítettünk, más esetekben pedig az ablakosan törött borda mindkét törését rögzítenünk kellett, hogy a szükséges mellkasfali stabilitást elérjük, vagy a deformitást megszüntessük. Jellemzően az 5–10. bordákon végeztünk stabilizálást. Először a legnagyobb diszlokációval járó töréseket reponáljuk és rögzítjük, majd azokat a bordákat, amelyek rögzítése az egész mellkasfali stabilitás eléréséhez szükséges. A felhasznált implantátum fajtáját elsősorban a törés elhelyezkedése, a törött ablakos szegmentum hossza határozza meg, így több esetben kellett lemezeket és síneket egyidejűleg alkalmazni. Az utánkövetés

szórán a 12. héten készült röntgenfelvételeken minden borda gyógyult, a műtétilag nem stabilizált bordák is (4. ábra). Lemeztörést, csavarlazulást, sín kicsúszást, vagy a lemezek végénél újabb törés kialakulását nem észleltünk, még a leghosszabb 4 éves kontrollon megjelent betegnél sem. Implantátum eltávolítást egy esetben sem végeztünk. A vizsgált időszakban infekciós szövődményt, sebgyógyulási zavart nem észleltünk. Más tanulmányokban (12, 23) is nagyon alacsony számú implantátumhoz köthető szövődményről számoltak be, késői implantátumtörést pedig egy szerző (17) említ közleményében. A műtét után a betegek lélegeztethetősége azonnal javult, átlagosan  $5,6 \pm 6,2$  napot töltöttek az intenzív osztályon, két beteg a műtét után azonnal osztályra került. A műtétig eltelt és műtét utáni intenzív osztályon töltött időt azonban a betegek egyéb sérülései, műtétei nagyban befolyásolták. A saját eredményeink és a nemzetközi irodalom adatai szerint, megfelelő indikáció fennállása esetén az ablakos bordatörések és a deformitással járó sorozat bordatörések kezelésében egyre nagyobb szerepet kaphat a törések korszerű implantátumokkal történő műtéti stabilizálása. A műtéti indikáció felállítása és a betegek kezelése interdiszciplináris együttműködést igényel, ezzel várható a sérültek rövid és hosszú távú életminőségének javulása.

## IRODALOM

1. Ahmed Z, Mohyuddin Z.: Management of flail chest injury: internal fixation versus endotracheal intubation and ventilation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1995. 110. (6): 1676-1680. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(95\)70030-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(95)70030-7)
2. Beal S. L., Oreskovich M. R.: Long-term disability associated with flail chest injury. *Am. J. Surg.* 1985. 150. (3): 324-326. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(85\)90071-6](https://doi.org/10.1016/0002-9610(85)90071-6)
3. Bottlang M., Long W. B., Phelan D., Fielder D., Madey S. M.: Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: a prospective observational study. *Injury.* 2013. 44. (2): 232-238. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.08.011>
4. Christenson P., Gisselsson L., Lecerof H., Malm A. J., Ohlsson N. M.: Early and late results of controlled ventilation in flail chest. *Chest.* 1979. 75: 456-460. <https://doi.org/10.1378/chest.75.4.456>
5. Dehghan N., de Mestral C., McKee M. D., Schemitsch E. H., Nathens A.: Flail chest injuries: a review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. *J. Trauma.* 2014. 76. (2): 462-468. <https://doi.org/10.1097/TA.000000000000086>
6. Dor V., Noirclerc M., Chauvin G., Mermet B., Kreitmann P., Leonardelli M., Amoros J. F.: Les traumatismes graves du thorax. Place de l'osteosynthese dans leur traitement. A propos de 100 cas. *Nouv. Presse Med.* 1972. 1. (8): 519-524.
7. Engel C., Krieg J. C., Madey S. M., Long W. B., Bottlang M.: Operative chest wall fixation with osteosynthesis plates. *J. Trauma.* 2005. 58. (1): 181-186. <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000063612.25756.60>
8. Findlay R. T.: Fractures of the Scapula and Ribs. *Am. J. Surg.* 1937. 38. (3): 489-494. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(37\)90475-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(37)90475-6)
9. 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.* 2005. 4. (6): 583-587. <https://doi.org/10.1510/icvts.2005.111807>
10. Jensen N. K.: Recovery of pulmonary function after crushing injuries of the chest. *Dis. Chest.* 1952. 22. (3): 319-346. <https://doi.org/10.1378/chest.22.3.319>



11. Lardinois D., Krueger T., Dusmet M., Ghisletta N., Gugger M., Ris H. B.: Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2001. 20. (3): 496-501. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(01\)00818-1](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(01)00818-1)
12. Majercik S., Cannon Q., Granger S. R., VanBoerum D. H., White T. W.: Long-term patient outcomes after surgical stabilization of rib fractures. *Am. J. Surg.* 2014. 208. (1): 88-92. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2013.08.051>
13. Mayberry J. C., Kroeker A. D., Ham L. B., Mullins R. J., Trunkey D. D.: Long-term morbidity, pain, and disability after repair of severe chest wall injuries. *Am. Surg.* 2009. 75. (5): 389-394.
14. Molnár F. T.: Mellkasi trauma és sürgősségi betegellátás. In: Mellkasebészet a hétköznapi gyakorlatban. Szerk. Csekeő A. Budapest. Akadémiai K. 2013. 269-291. p.
15. Molnar T. F.: Thoracic trauma: Which chest tube when and where? *Thorac. Surg. Clin.* 2017. 27. (1): 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2016.08.003>
16. Molnar T. F.: Surgical management of chest wall trauma. *Thorac. Surg. Clin.* 2010. 20. (4): 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2010.07.004>
17. Ng C. S., Wong R. H., Kwok M. W., Yim A. P.: Delayed fracture of MatrixRIB precontoured plate system. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2014. 19. (3): 512-514. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu175>
18. Nirula R., Allen B., Layman R., Falimirski M. E., Somberg L. B.: Rib fracture stabilization in patients sustaining blunt chest injury. *Am. Surg.* 2006. 72. (4): 307-309.
19. Oyarzun J. R., Bush A. P., McCormick J. R., Bolanowski P. J.: Use of 3.5-mm acetabular reconstruction plates for internal fixation of flail chest injuries. *Ann. Thorac. Surg.* 1998. 65. (5): 1471-1474. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(98\)00090-3](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(98)00090-3)
20. Schmit-Neuerburg K.P., Weiss H., Labitzke R.: Indication for thoracotomy and chest wall stabilization. *Injury.* 1982. 14. (1): 26-34. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(82\)80008-9](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(82)80008-9)
21. Simon B., Ebert J., Bokhari F., Capella J., Emhoff T., Hayward T. 3rd, Rodriguez A., Smith L. ; Eastern Association for the Surgery of Trauma.: Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2012. 73. (5. Suppl. 4): S351-S361.
22. Tanaka H., Yukioka T., Yamaguti Y., Shimizu S., Goto H., Matsuda H., Shimazaki S.: Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients. *J. Trauma.* 2002. 52. (4): 727-732. <https://doi.org/10.1097/00005373-200204000-00020>
23. Taylor B. C., French B. G., Fowler T. T.: Surgical approaches for rib fracture fixation. *J. Orthop. Trauma.* 2013. 27. (7): e168-173. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e318283fa2d>
24. Trinkle J. K., Richardson J. D., Franz J. L., Grover F. L., Arom K. V., Holmstrom F. M.: Management of flail chest without mechanical ventilation. *Ann. Thorac. Surg.* 1975. 19: 355-363. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(10\)64034-9](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(10)64034-9)
25. Voggenreiter G., Neudeck F., Aufmkolk M., Obertacke U., Schmit-Neuerburg K. P.: Operative chest wall stabilization in flail chest – outcomes of patients with or without pulmonary contusion. *J. Am. Coll. Surg.* 1998. 187. (2): 130-138. [https://doi.org/10.1016/S1072-7515\(98\)00142-2](https://doi.org/10.1016/S1072-7515(98)00142-2)
26. Zsifkovics I., Metz J., Salamon A.: Ablakos bordatörések ellátásával szerzett tapasztalatok. *Orv. Hetil.* 1966. 107. (10): 449-451.

### **Dr Gárgyán István**

SZTE Traumatológiai Klinika  
6725 Szeged, Semmelweis u. 6.  
Tel.: 06 (62) 545-531

