

DOI:10.16781/j.0258-879x.2017.11.1477

• 短篇论著 •

## 镍钛合金肋骨环抱器对连枷胸患者的疗效及血流动力学的影响

曲峻锋, 常浩\*

哈尔滨医科大学附属第一医院胸外科, 哈尔滨 150001

**[摘要]** **目的** 探讨镍钛合金肋骨环抱器治疗连枷胸的临床效果及其对血流动力学的影响。**方法** 选取哈尔滨医科大学附属第一医院2010年9月至2015年10月收治的68例连枷胸患者作为研究对象,按照治疗方式和基本资料匹配原则将其分为对照组和观察组,每组34例。对照组患者接受胸带外固定保守治疗,观察组接受镍钛合金肋骨环抱器手术治疗,随访至2016年10月。比较两组患者的平均住院时间、机械通气时间、引流管留置时间、重症监护室(ICU)观察时间、治疗后疼痛评分、止痛药剂量、血流动力学指标、术后1个月复诊时的肺功能、并发症发生情况和死亡率。**结果** 观察组患者的平均住院时间、机械通气时间、引流管留置时间以及ICU观察时间均短于对照组( $P < 0.05$ ),疼痛视觉模拟量表(VAS)评分和止痛药使用剂量均低于对照组( $P < 0.05$ )。两组患者治疗后24、48 h的心指数(CI)、中心静脉压(CVP)及血管外肺水指数(ELWI)等各项血流动力学指标均高于治疗前( $P < 0.05$ ),且观察组患者治疗后24、48 h的CI、ELWI低于对照组,CVP高于对照组( $P < 0.05$ )。观察组患者术后1个月复诊时肺活量(VC)和第1秒用力呼气量与用力肺活量的比值( $FEV_1/FVC$ )均高于对照组( $P < 0.05$ ),但两组患者最大呼气中段流量(MMEF)和最大呼气峰流速(PEF)差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。观察组患者并发症总发生率低于对照组[47.1%(16/34) vs 17.6%(6/34),  $P < 0.05$ ],死亡率(2.9%,1/34)低于对照组(17.6%,6/34;  $P < 0.05$ )。**结论** 镍钛合金肋骨环抱器治疗连枷胸具有创伤较小、术后恢复较快、并发症发病率低、有效改善患者疼痛及血流动力学指标等优点,是一种安全有效的治疗手段。

**[关键词]** 镍钛合金肋骨环抱器;胸带外固定;连枷胸;血流动力学

**[中图分类号]** R 683.1

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 0258-879X(2017)11-1477-05

## Clinical efficacy of nickel titanium alloy embracing fixator in treatment of patients with flail chest and its effect on hemodynamics

QU Jun-feng, CHANG Hao\*

Department of Thoracic Surgery, the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the clinical efficacy of nickel titanium alloy embracing fixator in the treatment of flail chest and its effect on hemodynamics. **Methods** A total of 68 patients with flail chest who were admitted to the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University from Sep. 2010 to Oct. 2015 were enrolled in this study. The patients were divided into control group and observation group according to different treatment methods, with 34 cases in each group. Patients in the control group received conservative treatment of thoracic band external fixation, and those in the observation group received operative treatment with nickel titanium alloy embracing fixator; both groups were followed up until Oct. 2016. The hospital stay, duration of mechanical ventilation, drainage tube indwelling time, intensive care unit (ICU) observation time, post-treatment pain, dosage of analgesics, hemodynamics, pulmonary function 1 month after surgery, complications and mortality of patients were compared between the two groups. **Results** Compared with the control group, the average hospital stay, duration of mechanical ventilation, drainage tube indwelling time and ICU observation time of patients were significantly shorter in the observation group (all  $P < 0.05$ ), and the Visual Analogue Scale score and dosage of analgesics were significantly lower (both  $P < 0.05$ ). The hemodynamic indexes such as cardiac index (CI), central venous pressure (CVP) and extravascular lung water index (ELWI) at 24 h and 48 h after treatment were significantly higher than those before treatment in both groups (all  $P < 0.05$ ). The CI and ELWI in the observation group were significantly lower than those in the control group at 24 h and 48 h after treatment (both  $P < 0.05$ ),

**[收稿日期]** 2017-05-29 **[接受日期]** 2017-08-27

**[作者简介]** 曲峻锋, 硕士, 住院医师. E-mail: 15645677209@163.com

\* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 0451-85505044, E-mail: 515269093@qq.com

while the CVP in the observation group was significantly higher ( $P < 0.05$ ). The vital capacity (VC) and the ratio of forced vital capacity (FVC) in one second to FVC ( $FEV_1/FVC$ ) in the observation group were significantly higher than those in the control group (both  $P < 0.05$ ), while there were no significant differences in maximal mid-expiratory flow and peak expiratory flow rate between the two groups (both  $P > 0.05$ ). The overall incidence of complications in the observation group was significantly lower than that in the control group (47.1% [16/34] vs 17.6% [6/34],  $P < 0.05$ ), and the mortality was significantly lower than that in the control group (2.9% [1/34] vs 17.6% [6/34],  $P < 0.05$ ).

**Conclusion** Nickel titanium alloy embracing fixator is a safe and effective method in the treatment of flail chest with less trauma, quick recovery, low incidence of complications, and can improve hemodynamics and reduce pain of patients.

**[Key words]** nickel titanium alloy embracing fixator; thoracic band external fixation; flail chest; hemodynamics

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2017, 38(11): 1477-Inside back cover]

肋骨骨折是一种常见的胸外伤,可分为闭合性单处肋骨骨折、闭合性多根多处肋骨骨折、开放性肋骨骨折等。闭合性多根多处肋骨骨折合并反常呼吸,称为连枷胸,是严重闭合性胸部创伤之一。单纯连枷胸的死亡率为16%左右,若合并其他脏器损伤其死亡率可高达40%<sup>[1]</sup>。发生连枷胸可使胸壁软化,形成反常呼吸运动,纵隔随呼吸左右扑动,影响患者肺通气功能,导致体内缺氧和二氧化碳潴留,若合并严重肺挫裂伤、血气胸等,将进一步导致患者气短、呼吸困难,甚至发生呼吸和循环衰竭,成为胸外伤患者的重要死因之一<sup>[2-3]</sup>。以往多采用局部加压包扎、胸带外固定等治疗措施,疗效较差。近年来随着医疗材料的迅速发展,采用内固定器及进行手术内固定治疗连枷胸已成为趋势,其不仅可以提高手术效率,而且可以有效缓解患者的疼痛感,加速患者康复进程<sup>[4]</sup>。本研究从患者治疗后恢复情况、疼痛、血流动力学、肺功能、并发症和死亡率等方面比较了胸带外固定和镍钛合金肋骨环抱器手术治疗连枷胸的临床效果,现报告如下。

## 1 资料和方法

**1.1 研究对象** 回顾性分析哈尔滨医科大学附属第一医院2010年9月至2015年10月收治的68例连枷胸患者的临床资料,依据治疗方案的不同和基本资料匹配原则将患者分为对照组和观察组,每组34例。纳入标准:(1)入住哈尔滨医科大学附属第一医院并接受机械通气治疗;(2)胸部损伤明确,有多处肋骨骨折合并反常呼吸(即连枷胸);(3)术后1~3个月内复诊随访;(4)患者及家属对治疗方案知情同意。排除标准:(1)单处或单根肋骨骨折;(2)合并有严重的心、肺、脑等其他脏器重要疾病;(3)有精神疾病史,或依从性较差的患者;(4)病历资料和随访资料不完整。随访时间截至2016年10月。

**1.2 治疗方法** 对照组患者采用传统胸带外固定,同时给予对症处理,如严重的血气胸患者行闭式胸腔引流,疼痛剧烈者使用止痛药,呼吸功能障碍者行人工正压通气治疗等。观察组患者采用镍钛合金肋骨环抱器手术治疗。手术方法:患者采取静吸复合麻醉,行开胸探查术,观察胸腔内是否有肺损伤及其他组织破损,对局部肺组织损伤进行局部切除或修补;暴露肋骨骨折,沿肋骨方向逐层切开,使骨折断端游离,露出断裂处,清除多余的碎骨片,游离断处时应注意保护患者肋间神经及血管;清除后即对骨折断端进行解剖复位,选择尺寸合适的预成型肋骨板(兰州西脉记忆合金股份有限公司或江苏亚华生物科技工程有限公司生产的镍钛合金肋骨环抱器)对合骨折断端;术后可视患者情况使用呼吸机辅助呼吸,并鼓励患者咳嗽排痰,同时加用雾化治疗促进排痰。术后使用适量抗生素预防感染,使用祛痰药物减少呼吸道分泌物<sup>[5-6]</sup>。

**1.3 观察指标** 观察比较两组患者的机械通气时间、引流管留置时间、平均住院时间、重症监护室(intensive care unit, ICU)观察时间、治疗后疼痛情况、止痛药使用剂量、治疗前后血流动力学变化、术后并发症发生情况、死亡率、术后复诊时的肺功能等指标。疼痛评定标准<sup>[7]</sup>:使用视觉模拟量表(Visual Analogue Scale, VAS)评分评估患者疼痛情况,满分为10分,分值越高,患者疼痛越严重。0分为无痛;3分以下为轻度疼痛,能忍受;4~6分为中度疼痛,患者疼痛并影响睡眠,尚能忍受;7~10分为重度疼痛,患者有渐强烈的疼痛,疼痛难忍,影响食欲和睡眠。止痛药使用剂量指患者自入院到出院止痛药累计使用剂量。血流动力学指标包括治疗前和治疗后24、48 h的心指数(cardiac index, CI)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)及血管外肺水指数(extravascular lung water index, ELWI)。肺功能

指标为术后 1 个月复诊时的肺活量(vital capacity, VC)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第 1 秒用力呼吸量(forced expiratory volume in the 1<sup>st</sup> second, FEV<sub>1</sub>)、FEV<sub>1</sub>/FVC 比值、最大呼气中段流量(maximal mid-expiratory flow, MMEF)和最大呼气峰流速(peak expiratory flow rate, PEF)。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计分析, 计数资料以百分数表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验; 呈正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验。检验水准( $\alpha$ )为 0.05。

## 2 结果

2.1 一般资料 观察组 34 例, 男 30 例、女 4 例; 年龄 21~68 岁, 平均年龄(44.83±9.55)岁。对照组 34 例, 男 31 例、女 3 例; 年龄 23~70 岁, 平均年龄(45.96±9.32)岁。两组患者年龄、性别、致伤原因、合并伤、胸内脏器损伤情况等方面差异均无统计学意义( $P$ 均>0.05), 具有可比性。详见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

项目	N=34, n(%)		$\chi^2$ 值	P 值
	观察组	对照组		
年龄(岁)			0.530	0.467
<45	19(55.9)	16(47.1)		
≥45	15(44.1)	18(52.9)		
性别			0.159	0.690
男	30(88.2)	31(91.2)		
女	4(11.8)	3(8.8)		
连枷胸部位			0.128	0.720
单侧	29(85.3)	30(88.2)		
双侧	5(14.7)	4(11.8)		
致伤原因			0.940	0.816
交通事故	20(58.8)	18(52.9)		
高处坠落伤	7(20.6)	6(17.6)		
钝器击打伤	5(14.7)	6(17.6)		
其他	2(5.9)	4(11.8)		
合并伤			0.370	0.985
颅脑损伤	9(26.5)	7(20.6)		
四肢骨折	6(17.6)	7(20.6)		
腹部脏器损伤	5(14.7)	5(14.7)		
骨盆骨折	3(8.8)	3(8.8)		
无合并伤	11(32.4)	12(35.3)		
胸内脏器损伤情况			2.673	0.614
血胸	18(52.9)	19(55.9)		
血气胸	17(50.0)	15(44.1)		
肺挫伤	21(61.8)	20(58.8)		
膈肌损伤	4(11.8)	1(2.9)		
心脏挫伤	1(2.9)	0(0.0)		

2.2 治疗后恢复、疼痛以及止痛药使用情况 观察组患者的平均住院时间、机械通气时间、引流管留置时间以及 ICU 观察时间均短于对照组( $P$ 均<0.05)。观察组患者术后 1、3 d 的 VAS 评分均低于

对照组( $P$ 均<0.05); 观察组患者止痛药使用剂量少于对照组( $P$ <0.05)。详见表 2。

2.3 两组不同时段的血流动力学变化 治疗前两组患者的各项血流动力学指标差异无统计学意义( $P$ 均>0.05)。治疗后 24、48 h, 两组患者的 CI、CVP、ELWI 均高于治疗前( $P$ 均<0.05); 且观察组患者治疗后 24、48 h 的 CI、ELWI 低于对照组, CVP 高于对照组( $P$ 均<0.05)。详见表 3。

2.4 两组患者术后复诊时肺功能情况 患者术后 1 个月复诊时复查肺功能, 观察组患者 VC 和 FEV<sub>1</sub>/FVC 均高于对照组( $P$ 均<0.05); 但两组患者 MMEF 和 PEF 差异均无统计学意义( $P$ 均>0.05)。详见表 4。

2.5 两组患者治疗后并发症情况和死亡率 截止至末次随访, 两组患者随访期间肺部感染、肺不张、胸廓畸形、肋间神经痛各项并发症发生率差异无统计学意义( $P$ >0.05), 但观察组患者随访期间各并发症的总发生率低于对照组( $P$ <0.05)。观察组患者随访期间的死亡率低于对照组( $P$ <0.05)。详见表 5。

## 3 讨论

连枷胸是临床上常见的严重的闭合性胸部创伤之一, 死亡率极高。连枷胸由于多根多处肋骨骨折, 导致受伤部位胸壁失去骨骼支撑而软化, 形成浮动性胸壁, 所以吸气时患者受伤胸壁向内凹陷, 呼气时向外凸出, 形成与正常呼吸方向相反的“反常呼吸运动”, 从而使两侧胸腔压力失衡, 纵隔随呼吸左右摆动, 导致回心血流受阻, 引起患者血液循环障碍, 导致或加重患者休克, 甚至死亡<sup>[8]</sup>。此外, 多根多处肋骨骨折常合并肺挫裂伤、肺间质或肺泡出血水肿、肺不张等严重的肺损伤, 导致患者肺顺应性下降, 潮气量降低, 进一步加重患者的呼吸、循环障碍, 最终导致休克或死亡<sup>[9]</sup>。因此, 连枷胸的治疗重点是改善患者呼吸、循环障碍, 降低患者死亡率。

目前, 对于病情较轻的单纯连枷胸患者可进行保守治疗如吸氧、局部加压、止痛等措施, 但对于并发急性肺损伤或严重呼吸困难的患者须进行内固定治疗。传统的胸壁内固定方法如肋骨夹板固定、多头带固定、悬吊术固定等虽然也可以在短期内对胸壁进行固定, 但由于贴合面狭窄、与胸廓的贴合程度不够, 很容易造成术后再移位的发生, 且传统固定往往缺乏支撑固定端, 骨折断端容易引起摩擦, 这就可能影响断骨端的愈合, 容易诱发术后感染和其他急

性并发症<sup>[10]</sup>。镍钛合金肋骨环抱器采用镍钛合金制作,强度大、可塑性较强、组织相容性好、不易断裂,具有不影响影像学检查、无需后续手术去除、不

损伤肋间神经和血管、固定牢固、表面无压迫性等优点,可降低术后并发症的发生<sup>[11]</sup>。

表2 两组患者治疗后恢复、疼痛和止痛药使用情况比较

$n=34, \bar{x} \pm s$

组别	平均住院时间 $t/d$	机械通气时间 $t/d$	引流管留置时间 $t/d$	ICU观察时间 $t/d$	视觉模拟量表评分(VAS)		止痛药剂量 $m/mg$
					术后1d	术后3d	
对照组	18.95±3.22	5.76±1.49	6.61±1.57	6.73±1.47	5.77±1.39	3.98±1.01	144.64±38.58
观察组	12.17±2.54	3.48±1.34	3.12±1.19	3.69±1.25	3.71±1.36	2.56±0.68	98.31±22.05
$t$ 值	4.944	2.903	5.332	3.166	2.384	2.344	5.689
$P$ 值	0.000	0.005	0.000	0.002	0.020	0.022	0.000

表3 两组患者不同时段的血流动力学变化比较

$n=34, \bar{x} \pm s$

组别	CI ( $L \cdot \min^{-1} \cdot m^{-2}$ )			CVP $p/mmHg$			ELWI ( $mL \cdot kg^{-1}$ )		
	治疗前	治疗后24h	治疗后48h	治疗前	治疗后24h	治疗后48h	治疗前	治疗后24h	治疗后48h
对照组	3.5±0.7	4.7±0.6*	4.8±0.6*	6.2±1.2	7.7±3.5*	9.2±3.1*	8.0±2.5	13.9±1.8*	13.6±4.6*
观察组	3.4±0.6	4.2±0.5*△	4.1±0.7*△	6.4±1.2	11.6±3.4*△	12.0±2.1*△	8.3±2.3	11.2±2.5*△	11.8±2.8*△

1 mmHg=0.133 kPa. CI: 心指数; CVP: 中心静脉压; ELWI: 血管外肺水指数. \*  $P<0.05$  与同组治疗前比较; △  $P<0.05$  与对照组同时段比较

表4 两组患者术后1个月复诊时肺功能情况比较

$n=34, \bar{x} \pm s$

组别	VC V/L	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	MMEF ( $L \cdot s^{-1}$ )	PEF ( $L \cdot s^{-1}$ )
对照组	4.46±0.79	76.02±5.36	4.44±1.61	8.26±1.22
观察组	5.69±1.13	84.67±8.99	4.53±1.37	8.35±1.19
$t$ 值	3.397	3.891	0.961	0.611
$P$ 值	0.001	0.000	0.340	0.543

VC: 肺活量; FEV<sub>1</sub>: 第1秒用力呼气量; FVC: 用力肺活量; MMEF: 最大呼气中段流量; PEF: 最大呼气峰流速

表5 两组患者治疗后并发症情况和死亡率比较

$N=34, n(\%)$

组别	并发症					总发生率	死亡率
	肺部感染	肺不张	胸廓畸形	肋间神经痛			
对照组	6(17.6)	4(11.8)	4(11.8)	2(5.9)		16(47.1)	6(17.6)
观察组	2(5.9)	1(2.9)	2(5.9)	1(2.9)		6(17.6)	1(2.9)
$\chi^2$ 值	2.267	1.943	0.731	0.349		6.719	3.981
$P$ 值	0.132	0.163	0.393	0.555		0.010	0.046

本研究选择了68例连枷胸患者,观察组采用镍钛合金肋骨环抱器固定治疗,对照组采用传统胸带外固定方式治疗,通过比较发现,镍钛合金肋骨环抱器有效缓解了患者恢复期的疼痛,加速了患者恢复,缩短了患者住院时间,降低了患者肺不张、肺部感染以及胸廓畸形等并发症的发生率和死亡率。对出院后复诊患者的肺功能进行评估发现,镍钛合金肋骨环抱器对患者的肺功能的恢复有积极意义。连枷胸患者常合并失血性休克、血气胸、肺挫伤或其他组织器官的损伤,此外反常呼吸时塌陷的胸壁亦可压迫心包和纵隔,这些均为影响连枷胸患者血流动力学

的重要因素。本研究结果显示两组患者治疗后24、48h的CI、CVP、ELWI均高于治疗前,且观察组患者治疗后24、48h的CI、ELWI低于对照组,而CVP高于对照组,这表明镍钛记忆合金环抱器内固定术在改善连枷胸患者的血流动力学方面具有一定的优势。分析原因可能是内固定术可阻止肋骨断端骨髓腔、肋间血管、胸腔内的持续出血,避免血容量继续丢失,镍钛记忆合金环抱器可有效恢复胸廓外形,消除反常呼吸,阻断塌陷的胸壁、肋骨断端对纵隔大血管、胸膜、肺等的压迫。此外内固定术可在一定程度上减少纵隔摆动引发的心血管循环系统障碍,维持

患者血流动力学的稳定<sup>[12]</sup>。

临床工作中, 医师可以根据患者的骨折类型, 选择合适长度的镍钛合金肋骨环抱器, 将其与肋骨表面紧密贴合, 术后无须钢丝固定, 对骨髓腔无明显影响, 可以很好地保护患者血液供应, 有利于骨折愈合。该手术操作易行, 对组织的损伤较小。由于肋骨骨折常合并其他部位的损伤, 如头颅损伤, 锁骨、肩胛骨骨折, 以及腹腔内脏器如肝、脾、胰腺、肾等的损伤, 还可能合并骨盆和脊柱骨折, 因此, 对于重症患者, 为了防止早期最有可能导致死亡的因素如心脏大血管损伤或者严重的颅脑损伤等, 应积极以保卫患者生命为第一要务, 对危及生命的损伤应紧急处理。对于合并严重的胸内脏器损伤的患者, 如严重肺挫伤、心脏大血管损伤可同时在急诊开胸手术时行肋骨骨折内固定术。后期则要防止患者继发性损伤或者严重感染导致多脏器功能不全等<sup>[13]</sup>。本研究采用此种理念, 将其他并发症对研究结果的影响降到最低。但镍钛合金肋骨环抱器仍然具有一定的缺陷, 例如, 镍钛合金肋骨环抱器中需要游离肋骨断端, 这可能会对患者的肋骨造成一定的损伤; 需要充分暴露骨折表面, 因此对肩胛骨遮盖处错位明显的骨折、位置较高的骨折等尚无法实施内固定; 此外, 该材料目前费用较高, 不利于其推广应用<sup>[14]</sup>。

综上所述, 镍钛合金肋骨环抱器治疗连枷胸具有创伤较小、术后恢复较快、有效改善患者疼痛及血流动力学、并发症发生率低等优点, 是一种安全有效的治疗手段。但本研究样本量小, 随访时间短, 仍需进一步扩大样本量深入研究。

#### [参考文献]

[1] DAYAMA A, CHARAFEDDINE A, OLORUNFEMI O E, KUMAR S, KABAN J M. Early vs late rib plating for the flail chest: analysis of 17,083 patients from the national trauma data bank[J/OL]. *J Am Coll Surg*, 2015, 221: S162. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.07.387.

[2] McGROGAN D, MARK D, LEE B, O'DONNELL M E. Implementation of best medical therapy for cardiovascular risk factors in vascular surgery patients treated in a tertiary referral regional unit[J]. *Int J Clin Pract*, 2014, 68: 1100-1109.

[3] MURARU D, BADANO L P. Quantitative analysis of

the left ventricle by echocardiography in daily practice: as simple as possible, but not simpler[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27: 1025-1028.

- [4] MAJERCIK S, CANNON Q, GRANGER S R, VANBOERUM D H, WHITE T W. Long-term patient outcomes after surgical stabilization of rib fractures[J]. *Am J Surg*, 2014, 208: 88-92.
- [5] WANG X W, KARKI A, DU D Y, ZHAO X J, XIANG X Y, LU Z Q. Plasma levels of high mobility group box 1 increase in patients with posttraumatic stress disorder after severe blunt chest trauma: a prospective cohort study[J]. *J Surg Res*, 2015, 193: 308-315.
- [6] ISHIKAWA M, NAKAMURA T, HIRATA S, IIDA T, NISHIO K, KOGO Y. Mechanical properties of Mg<sub>2</sub>Si with metallic binders[J]. *Japan J Appl Phys*, 2015, 54(7S2): 509-512.
- [7] FRANZBLAU L E, MAYNARD M, CHUNG K C, YANG L J. Medical treatment decision making after total avulsion brachial plexus injury: a qualitative study[J]. *J Neurosurg*, 2015, 122: 1413-1420.
- [8] HUANG K N, XU Z F, SUN J X, DING X Y, WU B, LI W, et al. Stabilization of multiple rib fractures in a canine model[J]. *J Surg Res*, 2014, 192: 621-627.
- [9] DOBEN A R, PIERACCI F M. Reply to "Open reduction and internal fixation of rib fractures in polytrauma patients with flail chest" by DeFreest et al [J/OL]. *Am J Surg*, 2017, 213: 1189. doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.07.029.
- [10] ZREIK N H, FRANCIS I, RAY A, ROGERS B A, RICKETTS D M. Blunt chest trauma: bony injury in the thorax[J]. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2016, 77: 72-77.
- [11] RAMPONI F, MEREDITH G T, BENDINELLI C, SÖDERLUND T. Operative management of flail chest with anatomical locking plates (MatrixRib)[J]. *ANZ J Surg*, 2012, 82: 658-659.
- [12] 何刚, 单远洲, 刘海林, 王洪斌, 姜志标. 手术治疗创伤性连枷胸的临床疗效及对血流动力学的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2015, 19: 1620-1622.
- [13] VANA P G, NEUBAUER D C, LUCHETTE F A. Contemporary management of flail chest[J]. *Am Surg*, 2014, 80: 527-535.
- [14] KAPLAN T, GULBAHAR G, GUNDOGDU A G, HAN S. An unexpected complication of titanium rib clips[J]. *Ann Thorac Surg*, 2014, 98: 2206-2209.