

· 临床研究 ·

胸腔镜微创手术治疗多发肋骨骨折并连枷胸的临床效果

周攀¹, 吴中权^{1,2}, 朱杰¹, 程玲玲¹, 舒圣¹

(1. 武汉科技大学附属汉阳医院胸外科, 湖北 武汉 430050; 2. 武汉科技大学 职业危害识别与控制湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430065)

【摘要】 目的: 探讨胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创手术与保留肋骨骨膜内固定术对多发肋骨骨折(multiple rib fractures, MRF)并连枷胸患者的临床效果。方法: 对 2019 年 1 月至 2022 年 12 月采用胸腔镜微创手术和保留肋骨骨膜内固定术治疗的 MRF 并连枷胸的患者 100 例进行回顾性分析, 其中男 54 例, 女 46 例; 年龄 20~65 (38.0±18.0) 岁; 病程 8~21 d。根据手术方式不同分为对照组和研究组, 各 50 例。对照组男 23 例, 女 27 例, 年龄 (38.35±18.05) 岁, 使用保留肋骨骨膜内固定术。研究组男 31 例, 女 19 例, 年龄 (38.15±17.99) 岁, 使用胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定术。比较两组手术前后肺功能指标、心电监护指标、疼痛程度、炎症因子水平、并发症、康复指标及疗效。结果: 所有患者获得 6 个月的随访。术后 3 d, 对照组与观察组心率 [(102.43±13.74) 次/分 vs (86.26±8.06) 次/分]、呼吸频率 [(28.45±3.40) 次/分 vs (22.05±2.85) 次/分]、血氧饱和度 [(89.68±3.66) % vs (98.46±4.84) %]、静息痛 [(3.5±0.5) 分 vs (2.6±0.6) 分]、运动痛 [(3.6±0.5) vs (2.5±0.5)], 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 两组白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6) 为 [(102.30±17.00) pg·ml⁻¹ vs (85.68±21.20) pg·ml⁻¹]、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α) 为 [(33.44±4.85) pg·ml⁻¹ vs (18.14±4.28) pg·ml⁻¹] 均高于术前, C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 为 [(75.51±10.54) mg·L⁻¹ vs (60.75±9.84) mg·L⁻¹] 均低于术前, 研究组低于对照组 ($P < 0.05$)。术后 10 d, 两组呼气峰值流速 [(3.31±0.52) L·S⁻¹ vs (5.69±0.74) L·S⁻¹]、用力呼气容积 [(1.46±0.29) L vs (2.06±0.38) L]、用力肺活量 [(2.68±0.95) L vs (4.26±1.05) L] 高于术前, 且研究组均高于对照组 ($P < 0.05$)。研究组术后并发症 6 例, 低于对照组 14 例 ($P < 0.05$), 研究组骨痂形成时间 (9.50±1.40) d、骨折愈合时间 (72.20±8.32) d, 均短于对照组 (11.35±2.15)、(93.70±9.90) d ($P < 0.001$)。结论: 相较于传统保留肋骨骨膜内固定术, 采用胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定治疗的 MRF 并连枷胸患者的治疗效果更好, 原因在于其手术创伤更小, 疼痛程度及炎症反应更轻, 术后肺部并发症少, 肺功能更快更好地康复, 从而促进患者康复。

【关键词】 胸腔镜下微创手术; 保留肋骨骨膜内固定术; 多发肋骨骨折; 连枷胸

中图分类号: R683.1

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230319

Thoracoscopic minimally invasive surgery for the treatment of flail chest with multiple rib fractures

ZHOU Pan¹, WU Zhong-quan^{1,2}, ZHU Jie¹, CHENG Ling-ling¹, SHU Sheng¹ (1. Department of Thoracic Surgery, Hanyang Hospital, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430050, Hubei, China; 2. Hubei Province Key Laboratory of Occupational Hazard Identification and Control, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430065, Hubei, China)

ABSTRACT Objective To investigate the clinical efficacy of thoracoscopic minimally invasive surgery with nickel-titanium shape memory alloy wrap bone plate versus rib periosteal internal fixation in patients with multiple rib fractures (MRF) and flail chest. **Methods** A retrospective analysis was performed on 100 patients with MRF and flail chest treated with thoracoscopic minimally invasive surgery and internal fixation with rib fracture preservation between January 2019 and December 2022, including 54 males and 46 females, aged from 20 to 65 years old, with an average age of (38.0±18.0) years old. The duration of the disease ranged from 8 to 21 days. According to the different surgical methods, the patients were divided into control group and study group, with 50 patients in each group. The control group consisted of 23 males and 27 females, with an average age of (38.35±18.05) years old, who underwent rib preservation periosteal internal fixation. In the study group, there were 31 males

基金项目: 武汉科技大学职业危害识别与控制湖北省重点实验室“联合基金”课题(编号: JF2023-G02)

Fund program: Hubei Province Key Laboratory of Occupational Hazard Identification and Control, Wuhan University of Science and Technology (No. JF2023-G02)

通信作者: 吴中权 E-mail: wzqlpwkf@163.com

Corresponding author: WU Zhong-quan E-mail: wzqlpwkf@163.com

and 19 females, with an average age of (38.15±17.99) years old, treated with thoracoscopic nickel-titanium shape memory alloy circumferential bone plate. The pulmonary function indices, electrocardiographic monitoring indices, pain severity, levels of inflammatory factors, complications, rehabilitation indices, and therapeutic efficacy were compared between the two groups before and after treatment. **Results** All patients were followed up for 6 months. After 3 days of treatment, the heart rate of both groups was (102.43±13.74) beats per minute *vs* (86.26±8.06) beats per minute, respiratory rate (28.45±3.40) breaths per minute *vs* (22.05±2.85) breaths per minute, blood oxygen saturation (89.68±3.66)% *vs* (98.46±4.84)%, rest pain (3.5±0.5) points *vs* (2.6±0.6) points, movement pain (3.6±0.5) points *vs* (2.5±0.5) points, and these differences were statistically significant ($P<0.05$). The levels of Interleukin-6 (IL-6) (102.30±17.00) pg·ml⁻¹ *vs* (85.68±21.20) pg·ml⁻¹ and tumor necrosis factor-alpha (TNF-α) (33.44±4.85) pg·ml⁻¹ *vs* (18.14±4.28) pg·ml⁻¹ in both groups exhibited an increase post-treatment, while the C-reactive protein (CRP) (75.51±10.54) mg·L⁻¹ *vs* (60.75±9.84) mg·L⁻¹ demonstrated a decrease compared to pre-treatment levels. Furthermore, the study group displayed significantly lower levels than the control group ($P<0.05$). After 10 days of treatment, the peak expiratory flow rate (3.31±0.52) L·s⁻¹ *vs* (5.69±0.74) L·s⁻¹, forced expiratory volume (1.46±0.29) L *vs* (2.06±0.38) L, and forced vital capacity (2.68±0.95) L *vs* (4.26±1.05) L of both groups exhibited significant improvements compared to pre-treatment levels. Moreover, the study group demonstrated significantly higher values than the control group ($P<0.05$). The incidence of postoperative complications in the study group was significantly lower compared to the control group (6 cases *vs* 14 cases, $P<0.05$). Additionally, the duration of bone callus formation (9.50±1.40) days and fracture healing (72.20±8.32) days in the study group was significantly shorter compared to the control group (11.35±2.15) days, (93.70±9.90) days ($P<0.001$). **Conclusion** Compared with traditional rib-preserving internal fixation, patients with MRF and flail chest treated with minimally invasive internal fixation with thoracoscopic nickel-titanium shape memory alloy surround bone plate have better therapeutic effect, because of less surgical trauma, less pain and inflammatory reaction, fewer postoperative pulmonary complications, faster and better recovery of lung function, and thus promote the recovery of patients.

KEYWORDS Thoracoscopic minimally invasive surgery; Rib-preserving periosteal fixation; Multiple rib fractures; Flail chest

肋骨骨折是最常见的胸部创伤之一，其占胸部闭合性损伤的 2/3，由于解剖位置和肋骨形态的影响，肋骨骨折多发生在第 4~9 肋，≥2 根相邻肋骨骨折称多发肋骨骨折(multiple rib fractures, MRF)。局部胸壁由于无完整肋骨支撑而软化，影响呼吸，产生异常的呼吸运动，称连枷胸。这是肋骨骨折最易发生的严重并发症，严重影响患者的身心健康，救治不及时，可因呼吸、循环障碍而威胁患者生命^[1-3]。随着微创理念的不断深入，临床医学技术及内固定材料的不断发展，应用内固定材料行手术治疗多发肋骨骨折已在临床上应用广泛，且保留肋骨骨膜的肋骨内固定术在术后疼痛控制上具有一定的优越性^[4-5]。目前采用胸腔镜辅助行多发性肋骨骨折内固定手术治疗胸外伤患者，可有效弥补传统保留肋骨骨膜的肋骨内固定术的不足，具有探查彻底、创伤小、恢复快、可替代部分传统手术的优点^[6-7]。本研究比较了胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定术与传统保留肋骨骨膜内固定术治疗 MRF 并连枷胸患者的疗效，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准：(1)经 X 线、多普勒超声及 CT 等检查，确诊为 MRF(肋骨骨折数>3 根，断端错位)，合并有连枷胸(局部胸壁可见反常呼吸运动)、中量以上血气胸(气胸≥30%、血胸≥500 ml)；主要创伤原因

包括车祸伤、高处坠落伤、挤压伤及硬物击打伤、重物砸伤等。(2)临床资料完整，符合手术指征，均完成手术。排除标准：多种致伤原因引起的复合伤、多发伤患者；合并心、脑、肝、肾及造血系统等功能异常者；存在凝血系统、免疫系统疾病；有精神疾病，存在沟通障碍。

1.2 临床资料

选取 2019 年 1 月至 2022 年 12 月采用胸腔镜微创手术和保留肋骨骨膜内固定术治疗的 MRF 并连枷胸患者 100 例，男 54 例，女 46 例，年龄 20~65 (38.0±18.0)岁；病程 8~21d。根据手术方式不同，将患者分为对照组和研究组，各 50 例。对照组男 23 例，女 27 例，年龄(38.35±18.05)岁，采用保留肋骨骨膜内固定术；研究组男 31 例，女 19 例，年龄(38.15±17.99)岁，采用胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定术。两组年龄、性别、身体质量指数、胸部损伤类型及病因比较，差异均无统计学意义($P>0.005$)，具有可比性，见表 1。本研究经武汉科技大学附属汉阳医院伦理委员会批准(编号：EC-20220125-1024)。

1.3 治疗方法

1.3.1 术前准备 所有患者入院后先接受吸氧、维持血容量、纠正休克等常规治疗，并于入院后 3~72 h 内接受手术治疗^[8-9]。对照组采用保留肋骨骨膜内固定术治疗，研究组采用胸腔镜下镍钛形状记忆合金

表 1 两组多发肋骨骨折并连枷胸患者一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data between two groups of patients with multiple rib fractures and flail chest

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$)/岁	性别/例		身体质量指数 ($\bar{x}\pm s$)/(kg·m ⁻²)	疾病类型/例				胸部损伤病因/例	
			男	女		单侧胸部损伤	双侧胸部损伤	道路交通伤	重物砸伤	高处坠落伤	其他
对照组	50	38.35±18.05	23	27	23.05±5.740	20	30	20	13	15	2
研究组	50	38.15±17.99	31	19	22.98±5.65	21	29	19	10	13	8
检验值		$t=0.025$	$\chi^2=2.576$		$t=0.071$	$\chi^2=0.041$		$\chi^2=4.163$			
P 值		0.980	0.108		0.944	0.839		0.245			

注:对照组,接受传统保留肋骨骨膜内固定术;研究组,接受胸腔镜微创内固定术。下同

环抱接骨板微创内固定术治疗^[10-11]。

1.3.2 手术方法 (1)对照组患者予保留肋骨骨膜内固定术^[12]。采用双腔气管插管,使患者健侧卧位,结合术前肋骨三维 CT 所见骨折部位确定手术入路。切口以能够充分显露计划固定的肋骨主要骨折处为宜,并且多应用前外侧或后外侧切口,经肋间进胸探查,迅速清除胸腔积血及血凝块、肺裂伤修补、膈肌修补等,并对肋骨骨折的部位、程度进行探查。确定准备固定之肋骨后,将手术范围内的肋骨充分暴露,采用电刀剥离骨折处肋骨上下缘的肋间外肌,并且保留肋间血管神经与肋骨骨膜,清理骨折断端嵌入的组织,解剖复位。置入内固定物(内固定材料均使用镍钛形状记忆合金环抱接骨板,将其置于冰生理盐水中,以撑开钳将接骨板环抱爪撑开,迅速将 40~50℃热盐水纱布置于环抱接骨板,加热恢复记忆形态,使其紧紧抱住骨折肋骨),注意保护肋间神经、血管,避免上述组织固定在接骨板环抱爪内。

(2)研究组患者采用胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定术。①胸腔外固定术。采用双腔气管插管,健侧卧位,于患者伤侧腋中前线第 4 肋或第 5 肋间做 1 个 2~3 cm 切口。若上述切口与肋骨固定切口出现重叠,则仅切开相应处肋间肌、胸膜即可。胸腔镜下探查胸腔内情况,迅速完成血胸清除、止血、肺裂伤修补、膈肌修补术等。胸腔镜直视下观察肋骨骨折部位及断端错位等情况,采用胸腔内窥镜监视,并结合术前肋骨三维重建影像。精确确定切口位置,根据肋骨骨折部位、骨折根数等,选择合适切口走行和长度(如腋下区、后背部等多选择肋骨走行方向,肩胛骨区多选择肩胛骨内侧缘)。切口长度一般 4~5 cm,顺肌纤维方向向深部解剖游离,保护肌肉完整性。手法复位,置入镍钛形状记忆合金环抱接骨板,注意保护肋间神经、血管,避免上述组织固定在接骨板环抱爪内。肋骨骨折固定完毕,胸腔镜下再次观察胸腔内是否出血、内固定情况等。于患侧腋中线第 7 肋间留置细胸管 1 根,胸腔镜直视下调整胸管位置,嘱麻醉师配合充分鼓肺,关胸。②胸腔内

固定术(乳房投影区、肩胛骨覆盖区不宜采用胸腔外内固定法,可选用胸腔内固定法)。切口选择在患者伤侧腋中前线第 4 肋或第 5 肋间(肩胛骨区肋骨骨折),或伤侧听诊三角区,胸腔镜下全面探查胸腔内情况并处理。胸腔镜下观察肋骨骨折部位及断端,用弯头电钩切开肋骨上下缘胸膜,电凝止血。用加长凹口带齿卵圆钳或穿刺复位钩复位骨折,用可拆卸钳头置入内固定物(内固定材料均使用镍钛形状记忆合金环抱接骨板,将其置于冰生理盐水中,以撑开钳将接骨板环抱爪撑开,迅速将 40~50℃热盐水纱布置于环抱接骨板,加热恢复记忆形态,使其紧紧抱住骨折肋骨),必要时也可用穿刺复位钩向上牵拉接骨板,固定骨折两断端。肋骨骨折固定完毕,胸腔镜下再次观察胸腔内有无出血、内固定情况等。对于锁骨下血管及神经位置,原则上不选择腔镜下内固定。典型病例图片见图 1。

1.3.3 术后处理 所有患者实施多模式镇痛:术前 1 h 酮咯酸氨丁三醇注射液 30 mg 静脉注射,术毕区域肋间神经阻滞,术后静脉自控镇痛泵镇痛 3 d 及酮咯酸氨丁三醇注射液静脉给药 5 d,术后加强机械辅助排痰、胸部物理治疗等,鼓励条件允许者,术后 1~2 d 下地活动。出院后第 1、3 个月,复查肋骨三维 CT。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 肺功能指标 分别于手术前及手术后 10 d 使用肺功能检测仪(厂家:四川思科达科技有限公司,编号:20212070081)检测患者呼气峰值流速(peak expiratory flow, PEF)、用力呼气容积(forced expiratory volume, FEV)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)。

1.4.2 心电监护指标 手术前及手术后第 3 天,使用 Mindray 心电监护仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,编号:粤械注准 20162210395)检测患者心率、呼吸频率、血氧饱和度。

1.4.3 疼痛程度 采用 Wong-Baker 面部表情评分^[13],评估疼痛程度,并记录,比较术前及术后 6、

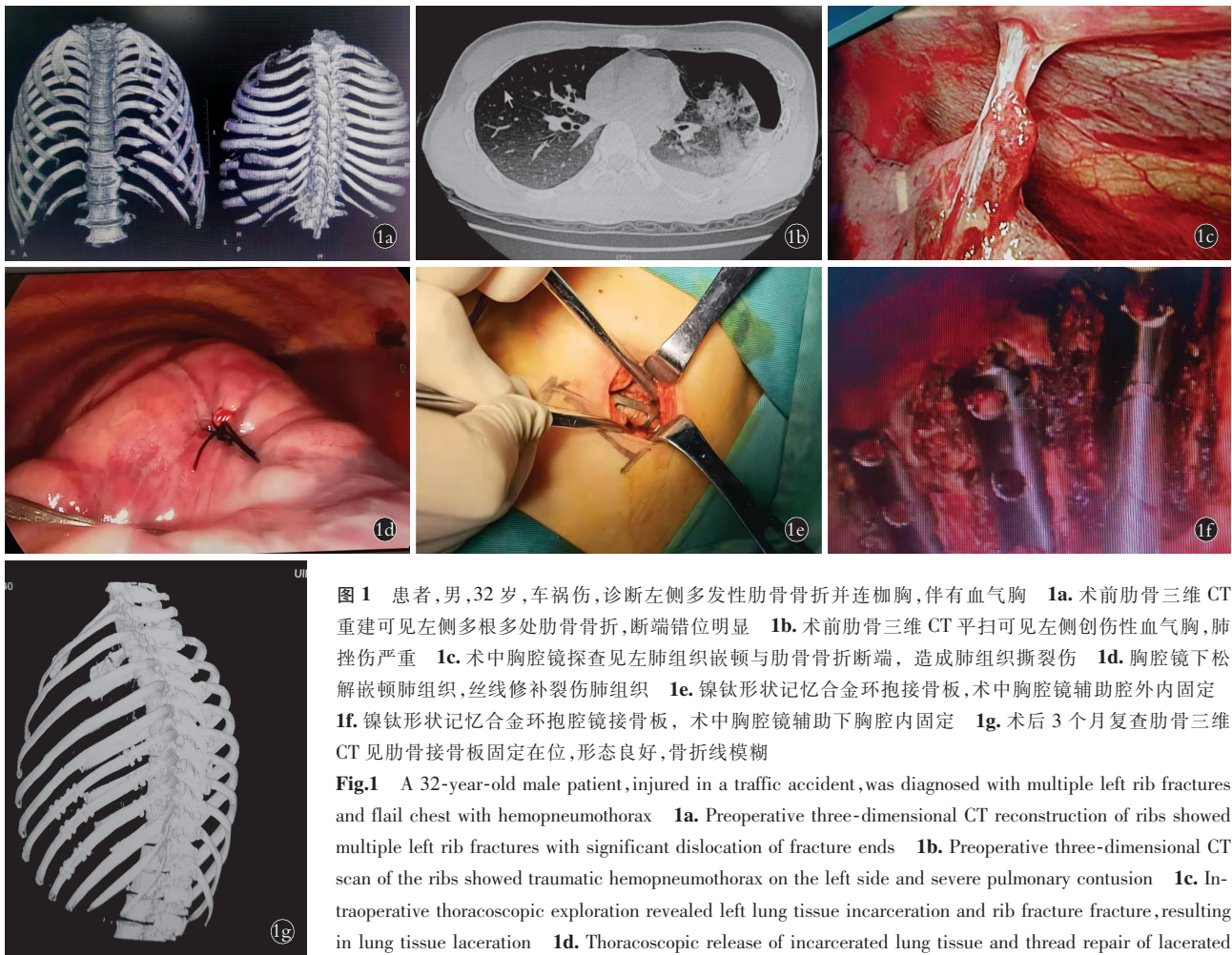


图 1 患者,男,32 岁,车祸伤,诊断左侧多发性肋骨骨折并连枷胸,伴有血气胸 **1a**. 术前肋骨三维 CT 重建可见左侧多根多处肋骨骨折,断端错位明显 **1b**. 术前肋骨三维 CT 平扫可见左侧创伤性血气胸,肺挫伤严重 **1c**. 术中胸腔镜探查见左肺组织嵌顿与肋骨骨折断端,造成肺组织撕裂伤 **1d**. 胸腔镜下松解嵌顿肺组织,丝线修补裂伤肺组织 **1e**. 镍钛形状记忆合金环抱接骨板,术中胸腔镜辅助腔外内固定 **1f**. 镍钛形状记忆合金环抱腔镜接骨板,术中胸腔镜辅助下胸腔内固定 **1g**. 术后 3 个月复查肋骨三维 CT 见肋骨接骨板固定在位,形态良好,骨折线模糊

Fig.1 A 32-year-old male patient, injured in a traffic accident, was diagnosed with multiple left rib fractures and flail chest with hemopneumothorax **1a**. Preoperative three-dimensional CT reconstruction of ribs showed multiple left rib fractures with significant dislocation of fracture ends **1b**. Preoperative three-dimensional CT scan of the ribs showed traumatic hemopneumothorax on the left side and severe pulmonary contusion **1c**. Intraoperative thoracoscopic exploration revealed left lung tissue incarceration and rib fracture fracture, resulting in lung tissue laceration **1d**. Thoracoscopic release of incarcerated lung tissue and thread repair of lacerated lung tissue **1e**. Nickel-titanium shape memory alloy hugging bone plate, intraoperative thoracoscopic assisted external and internal fixation **1f**. Nickel-titanium shape memory alloy hugging cavity mirror bone plate, intraoperative thoracoscopic internal fixation **1g**. At 3 months postoperative, 3D CT scan of the ribs showed that the rib bone plate was fixed in place with good shape and the fracture line was blurred

24、48、72 h 静息 (卧床) Wong-Baker 面部表情评分和运动 (下床活动或咳嗽) Wong-Baker 面部表情评分。总分 0~10 分, 0 分代表完全无痛, 10 代表疼痛无法忍受, 得分越高, 则疼痛程度越剧。

1.4.4 炎性因子 分别于术前和术后 1、2、3 d 抽取患者静脉血 3 ml 置于抗凝管中, 4 °C 条件下以 3 000 r/min 速度离心 10 min, 取上清液分装于 Eppendorf 管中并标记, 置于 -80 °C 冰箱冻存待测。白细胞介素-6 (Interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子-α (tumor necrosis factor-α, TNF-α) 水平采用酶联免疫吸附试验检测, 试剂盒均由北京福瑞生物工程公司提供; C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 水平采用散射比浊法测定, 试剂盒由福建迈特生物工程有限公司提供。所有实验步骤严格按照说明书进行操作。

1.4.5 并发症及康复指标和疗效评价^[14] 记录患者术后胸腔感染、肋间神经痛、肺不张等并发症发生情况。记录骨痂形成时间及骨折愈合时间。术后随访半年, 对末次随访进行疗效评价。评价方法: 显效, 呼

吸功能正常, 胸部影像检查示肋骨对位良好, 骨折线消失; 好转, 呼吸功能正常, 胸部影像检查示肋骨对位良好, 骨折线模糊; 无效, 胸部影像检查示双侧胸廓对称, 肋骨对位良好, 骨折线明显。总有效率 (%) = (显效例数 + 好转例数) / 总例数 × 100%。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。年龄、身体质量指数、肺功能指标、心电监护指标、疼痛程度、炎性因子水平等定量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用成组设计定量资料 *t* 检验, 手术前后比较采用配对设计定量资料 *t* 检验, 重复测量定量资料的比较采用重复测量方差分析。性别、胸部损伤类型、胸部损伤原因等定性资料以例表示, 采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组肺功能指标比较

术前两组患者肺功能指标比较, 差异无统计学

意义($P>0.05$)。术后 10 d, 两组 PEF、FEV 及 FVC 均高于术前 ($P<0.05$), 且研究组均高于对照组 ($P<0.05$)。见表 2。

2.2 两组心电监护指标比较

术前两组心率、呼吸频率、血氧饱和度比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 3 d, 两组心率、呼吸频率均低于术前, 血氧饱和度高于术前 ($P<0.05$)。术后 3 d, 研究组心率、呼吸频率均低于对照组, 血氧饱和度高于对照组 ($P<0.05$)。见表 3。

2.3 两组患者手术前后疼痛程度比较

两组术后 6、24、48、72 h 静息痛比较, 差异均有统计学意义 ($F_{\text{组间}}=99.193, P<0.001$), 两组静息痛均随时间的变化而下降 ($F_{\text{时间}}=242.076, P<0.001$), 分组与时间有交互效应 ($F_{\text{交互}}=10.051, P<0.001$)。两组运动痛比较, 差异有统计学意义 ($F_{\text{组间}}=122.557, P<0.001$), 两组运动痛均随时间的变化而下降 ($F_{\text{时间}}=279.298, P<0.001$), 分组与时间有交互效应 ($F_{\text{交互}}=10.973, P<0.001$)。术前两组疼痛程度比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后, 两组疼痛程度均低于两组入院时, 且研究组疼痛程度均低于对照组 ($P<0.05$)。见表 4。

2.4 两组炎症因子水平比较

两组术后 1、2、3 d 的 IL-6 比较, 差异进有统计

学意义 ($F_{\text{组间}}=58.434, P<0.001$), 两组 IL-6 均随时间的变化而变化 ($F_{\text{时间}}=211.475, P<0.001$), 分组与时间有交互效应 ($F_{\text{交互}}=8.044, P<0.001$)。两组术后 1、2、3 d 的 TNF- α 比较, 差异均有统计学意义 ($F_{\text{组间}}=267.636, P<0.001$), 两组的 TNF- α 均随时间变化而变化 ($F_{\text{时间}}=73.313, P<0.001$), 分组与时间有交互效应 ($F_{\text{交互}}=27.416, P<0.001$)。两组术后 1、2、3 d 的 CRP 比较, 差异均有统计学意义 ($F_{\text{组间}}=138.325, P<0.001$), 两组的 CRP 均随时间变化而变化 ($F_{\text{时间}}=711.709, P<0.001$), 分组与时间有交互效应 ($F_{\text{交互}}=11.795, P<0.001$)。术前两组患者 IL-6、TNF- α 、CRP 比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。手术后, 两组患者炎症因子水平与入院时比较, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$), 且研究组患者炎症因子水平均低于对照组 ($P<0.05$)。见表 5。

2.5 两组患者术后并发症比较

研究组手术后胸腔积液、肺不张和并发症总发生率低于对照组 ($P<0.05$), 而两组患者肋间神经痛发生率比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 6。

2.6 两组康复指标及总有效率比较

研究组骨痂形成时间 (9.50 ± 1.40) d、骨折愈合时间 (72.20 ± 8.32) d, 均短于对照组 (11.35 ± 2.15)、(93.70 ± 9.90) d, ($t=4.894, 12.610$, 均 $P<0.001$)。随

表 2 两组多发肋骨骨折并连枷胸患者手术前后肺功能指标比较

Tab.2 Comparison of pulmonary function indexes before operation and 10 days after operation between two groups of patients with multiple rib fractures and flail chest

组别	例数	PEF($\bar{x}\pm s$)/(L·s ⁻¹)		FEV($\bar{x}\pm s$)/L		FVC($\bar{x}\pm s$)/L	
		术前	术后 10 d	术前	术后 10 d	术前	术后 10 d
对照组	50	2.51±0.48	3.31±0.52 ^{a1}	1.12±0.15	1.46±0.29 ^{a3}	1.17±0.22	2.68±0.95 ^{a5}
研究组	50	2.45±0.39	5.69±0.74 ^{a2}	1.15±0.12	2.06±0.38 ^{a4}	1.21±0.21	4.26±1.05 ^{a5}
<i>t</i> 值		1.258	18.610	1.104	8.876	0.930	7.890
<i>P</i> 值		0.212	0.001	0.272	0.001	0.355	0.001

注: PEF, 呼气峰值流速; FEV, 用力呼气容积; FVC, 用力肺活量。与术前比较, ^{a1} $t=7.994, P=0.000$; ^{a2} $t=27.389, P=0.000$; ^{a3} $t=7.364, P=0.000$; ^{a4} $t=16.147, P=0.000$; ^{a5} $t=10.950, P=0.000$; ^{a6} $t=20.141, P=0.000$

表 3 两组多发肋骨骨折并连枷胸患者手术前后心电监护指标比较

Tab.3 Comparison of ECG monitoring between two groups of patients with multiple rib fractures and flail chest before operation and 3 d after operation

组别	例数	心率($\bar{x}\pm s$)/(次/分)		呼吸频率($\bar{x}\pm s$)/(次/分)		血氧饱和度($\bar{x}\pm s$)/%	
		术前	术后 3 d	术前	术后 3 d	术前	术后 3 d
对照组	50	125.23±12.69	102.43±13.74 ^{b1}	31.26±4.56	28.45±3.40 ^{b3}	85.16±3.28	89.68±3.66 ^{b5}
研究组	50	122.26±13.58	86.26±8.06 ^{b2}	28.84±4.25	22.05±2.85 ^{b4}	84.24±3.38	98.46±4.84 ^{b6}
<i>t</i> 值		0.700	7.920	0.480	10.010	1.615	11.505
<i>P</i> 值		0.486	0.001	0.640	0.001	0.110	0.001

注: 与术前比较, ^{b1} $t=8.620, P=0.000$; ^{b2} $t=16.120, P=0.000$; ^{b3} $t=3.493, P=0.001$; ^{b4} $t=9.383, P=0.000$; ^{b5} $t=6.503, P=0.000$; ^{b6} $t=17.033, P=0.000$

表 4 两组多发肋骨骨折并连枷胸患者治疗前后不同时间疼痛程度的比较

Tab.4 Comparison of pain degree between two groups of patients with multiple rib fractures and flail chest at different times

组别	例数	术前疼痛 ($\bar{x}\pm s$)/分	静息痛($\bar{x}\pm s$)/分				运动痛($\bar{x}\pm s$)/分			
			6 h	24 h	48 h	72 h	6 h	24 h	48 h	72 h
对照组	50	7.5±2.0	5.1±1.5 ^{c1}	4.4±0.6 ^{c3}	4.0±0.6 ^{c5}	3.5±0.5 ^{c7}	5.3±0.6 ^{c9}	4.5±0.7 ^{c11}	4.1±0.6 ^{c13}	3.6±0.5 ^{c15}
研究组	50	7.6±2.1	3.2±0.8 ^{c2}	3.0±0.6 ^{c4}	2.9±0.8 ^{c6}	2.6±0.6 ^{c8}	3.5±0.7 ^{c10}	3.1±0.7 ^{c12}	3.0±0.6 ^{c14}	2.5±0.5 ^{c16}
<i>t</i> 值		0.272	11.350	9.810	10.210	10.010	12.160	10.111	12.620	10.221
<i>P</i> 值		0.780	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

注：与术前相比，^{c1}*t*=6.788, *P*=0.000; ^{c2}*t*=13.845, *P*=0.00; ^{c3}*t*=10.498, *P*=0.000; ^{c4}*t*=14.893, *P*=0.000; ^{c5}*t*=11.853, *P*=0.000; ^{c6}*t*=14.789, *P*=0.000; ^{c7}*t*=13.720, *P*=0.000; ^{c8}*t*=16.188, *P*=0.000; ^{c9}*t*=7.450, *P*=0.000; ^{c10}*t*=13.097, *P*=0.000; ^{c11}*t*=10.011, *P*=0.000; ^{c12}*t*=14.375, *P*=0.000; ^{c13}*t*=11.514, *P*=0.000; ^{c14}*t*=14.893, *P*=0.000; ^{c15}*t*=13.377, *P*=0.000; ^{c16}*t*=16.706, *P*=0.000

表 5 两组多发肋骨骨折并连枷胸患者手术前后不同时间炎症因子水平比较

Tab.5 Comparison of levels of inflammatory factors between two groups of patients with multiple rib fractures and flail chest at different times

组别	例数	IL-6($\bar{x}\pm s$)/(pg·ml ⁻¹)				TNF- α ($\bar{x}\pm s$)/(pg·ml ⁻¹)				CRP($\bar{x}\pm s$)/(mg·L ⁻¹)			
		术前	术后 1 d	术后 2 d	术后 3 d	术前	术后 1 d	术后 2 d	术后 3 d	术前	术后 1 d	术后 2 d	术后 3 d
对照组	50	50.70±	95.36±	138.92±	102.30±	20.50±	37.84±	45.33±	33.44±	87.56±	121.51±	141.52±	75.51±
		4.96	5.80 ^{d1}	44.31 ^{d3}	17.00 ^{d5}	1.03	8.30 ^{d7}	12.20 ^{d9}	4.85 ^{d11}	9.70	10.54 ^{d13}	15.23 ^{d15}	10.54 ^{d17}
研究组	50	49.60±	79.39±	108.89±	85.68±	19.55±	22.80±	25.80±	18.14±	85.84±	103.75±	125.21±	60.75±
		4.90	13.51 ^{d2}	22.53 ^{d4}	21.20 ^{d6}	1.05	10.70 ^{d8}	9.84 ^{d10}	4.28 ^{d12}	8.70	9.84 ^{d14}	10.30 ^{d16}	9.84 ^{d18}
<i>t</i> 值		1.123	16.580	26.320	23.750	1.490	7.60	13.120	16.725	1.190	16.40	18.500	15.700
<i>P</i> 值		0.264	0.001	0.001	0.001	0.185	0.001	0.001	0.000	0.285	0.001	0.001	0.001

注：IL-6, 白细胞介素; TNF- α , 肿瘤坏死因子- α ; CRP, C 反应蛋白。与术前相比，^{d1}*t*=41.380, *P*=0.000; ^{d2}*t*=14.658, *P*=0.000; ^{d3}*t*=13.991, *P*=0.000; ^{d4}*t*=18.183, *P*=0.000; ^{d5}*t*=20.604, *P*=0.000; ^{d6}*t*=11.725, *P*=0.000; ^{d7}*t*=14.660, *P*=0.000; ^{d8}*t*=2.138, *P*=0.035; ^{d9}*t*=14.340, *P*=0.000; ^{d10}*t*=4.466, *P*=0.000; ^{d11}*t*=18.454, *P*=0.000; ^{d12}*t*=2.262, *P*=0.026; ^{d13}*t*=16.759, *P*=0.000; ^{d14}*t*=9.642, *P*=0.000; ^{d15}*t*=21.131, *P*=; ^{d16}*t*=20.648, *P*=0.000; ^{d17}*t*=5.948, *P*=; ^{d18}*t*=13.507, *P*=0.000

表 6 两组多发肋骨骨折并连枷胸患者术后并发症比较
Tab.6 Comparison of postoperative complications between two groups of patients with multiple rib fractures and flail chest

组别	例数	单位:例			
		胸腔积液	肋间神经痛	肺不张	总发生例数
对照组	50	4	5	5	14
研究组	50	1	4	1	6
χ^2 值		0.842	0.121	1.596	5.120
<i>P</i> 值		0.039	0.728	0.027	0.021

访半年,研究组显效 39 例,好转 10 例,无效 1 例;对照组显效 26 例,好转 10 例,无效 14 例,研究组总有效率高于对照组($\chi^2=13.260, P=0.001$)。

3 讨论

3.1 研究背景

连枷胸为胸部严重创伤,往往合并胸腔内出血、膈肌损伤、肺损伤等,以异常呼吸、低氧血症为主要病理特征,引起的胸壁软化和异常呼吸运动可使纵隔摆动,造成呼吸、循环紊乱,有的更会引起呼吸窘

迫综合征,危及患者生命^[15]。与此同时,胸部创伤和(或)手术后的急性疼痛会对患者产生极为不利影响,包括:增加氧耗,导致心血管系统和呼吸系统负担加重;加重精神心理负担,影响患者休息;不能完成强有力地呼吸和咳嗽咳痰,增加肺部感染和肺不张,延长 ICU 入住时间和住院时间等,如果不能及时有效地控制急性疼痛,持续时间超过 3 个月就转化为慢性疼痛,进而大大降低患者的生活质量^[16]。因此,目前找到安全、有效的手术方法是必要的。

3.2 手术方式选择

关于 MRF 并连枷胸的治疗,主要目的是恢复胸廓稳定性和有效支撑,以预防创伤后严重并发症的发生,尤其是避免呼吸窘迫综合征的发生^[17]。有研究表明,采用传统保留肋骨骨膜内固定术对多发性肋骨骨折患者,固定患者浮动的胸壁,能较好地恢复胸廓完整性,潮气量明显增加,呼吸频率降低,并发症发生率也明显减少,从而利于康复。但是,保留肋骨骨膜内固定术的创伤没有得到显著减小^[18-19]。电视辅助胸腔镜手术(video-assisted thoracic surgery,

VATS)是胸部微创外科的代表性手术,具有不加重原有损伤、创伤小、诊断准确、手术迅速、术后恢复快、住院时间短等优点,在多种胸外伤的诊断与治疗中取得了较好的效果^[20-21]。胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创固定术可以弥补保留肋骨骨膜内固定术的不足^[22]。同时,镍钛形状记忆合金环抱接骨板采用镍钛合金制作,具有可塑性、强度大、不易断裂、耐腐蚀、无毒性等特点^[23-24],对 CT、MRI 检查无影响,无须再次手术取出,而良好的组织相容性已被多项研究证实^[25-26]。多项研究证明^[27-28],VATS 治疗 MRF 并连枷胸安全可行,能明显减轻疼痛,显著降低并发症,缩短机械通气时间,改善呼吸功能,恢复快。PIERACCI 等^[29]报道,完全胸腔镜下肋骨接骨板及螺钉固定具有可视化的优点,尤其适用于开放手术难以显露的肩胛下肋骨骨折和极后肋骨骨折。

本研究结果显示,MRF 合并连枷胸患者经过两种手术的治疗,肺功能均得到了提升,疼痛程度均明显缓解;研究组肺功能指标、血氧饱和度高于对照组,心率、呼吸频率、疼痛程度、术后并发症发生率和 IL-6、NTF- α 、CRP 水平低于对照组($P<0.05$),显示胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定术的治疗效果优于保留肋骨骨膜内固定术。分析原因:(1)随着现代医学技术、快速康复理念等的发展,本研究采用精准微创手术治疗 MRF 并连枷胸,并根据快速康复外科理念及损伤控制理念制订治疗方案,降低或缩短呼吸机使用时间,更好、更快地恢复患者肺功能,稳定胸廓,降低肺部并发症,提高生活质量。(2)多模式镇痛可以使每种药物和方法的剂量减小,副作用降低,镇痛作用相加或协同,从而达到最大的效应^[16],不仅能控制患者疼痛,而且能够抑制炎症、预防炎性痛的发生。(3)有效提高护理质量以及患者的可接受度,对患者各方面指标进行采集分析,以科学的数据为中心,在临床恢复中为患者提供良好的服务,既能对患者心理进行保护,又能从根本上对患者的恢复起到促进作用^[30]。

综上所述,采用胸腔镜下镍钛形状记忆合金环抱接骨板微创内固定对 MRF 并连枷胸患者治疗效果更好,能够在创伤更小的情况下,完成传统保留肋骨骨膜内固定操作相对较困难的手术,疼痛程度及炎性反应更轻,术后肺部并发症少,肺功能能更快更好地康复,从而促进患者康复。

3.3 不足与展望

(1)本研究为单中心回顾性研究,且研究样本量有限,存在选择性偏倚。(2)对于胸腔镜辅助外固定法,在传统肋骨内固定术基础上,引入了胸腔镜技术,替换了保留肋骨骨膜的开胸手术,创伤小、恢复

快等,学习曲线低,接受度高。而全胸腔镜的内固定法,虽对于开放手术难以处理的肩胛区、乳房投影区尤其适合;但对于脊柱旁的骨折,该术式手术操作时应避免损伤高位交感神经链,防止霍纳综合征发生,或骨折断端刚好位于交感神经链区域,不建议采用胸腔内固定,以免损伤交感神经;对于长段多处骨折的复位固定,相较于胸腔外固定法,其难度较大,不如胸腔外固定法简单、快捷;同时术者需要丰富的经验,选择合适的切口,避免因切口造成手术操作难度增加;可能需要进一步加强智能化工具的研究,更好的服务于临床。(3)进一步多中心、前瞻性、科学的研究胸腔镜辅助下肋骨固定的优势和手术技巧,以期临床提供高级别的证据,并为全胸腔镜下微创肋骨骨折内固定的普及使用提供临床依据。

利益冲突:不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 寇峰,田莽,焦新辉,等.可吸收肋骨钉与记忆合金接骨板内固定治疗多发性肋骨骨折疗效比较[J].海南医学,2019,30(24):3238-3240.
KOU F, TIAN M, JIAO X H, et al. Clinical comparison of absorbable rib nail and memory alloy plate in the treatment of multiple rib fractures[J]. Hainan Med J, 2019, 30(24):3238-3240. Chinese.
- [2] 张家胜,马建中,周正武.外伤性多发性肋骨骨折合并脾破裂42例急救措施总结[J].解放军预防医学杂志,2019,37(9):50-51.
ZHANG J S, MA J Z, ZHOU Z W. Summary of emergency measures for 42 cases of traumatic multiple rib fractures complicated with splenic rupture[J]. J Prev Med Chin People's Liberation Army, 2019, 37(9):50-51. Chinese.
- [3] 汪方清,徐美青,胡卫建,等.胸腔镜下辅行手术与传统手术治疗多发性肋骨骨折的不同疗效对比[J].中国内镜杂志,2018,24(4):42-45.
WANG F Q, XU M Q, HU W J, et al. Comparison of different therapeutic effects between video-assisted thoracoscopic surgery and traditional surgery for multiple rib fractures[J]. China J Endosc, 2018, 24(4):42-45. Chinese.
- [4] KUGLER N W, CARVER T W, JUUL J, et al. Ketamine infusion for pain control in elderly patients with multiple rib fractures: results of a randomized controlled trial[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2019, 87(5):1181-1188.
- [5] GILL R K, RATHI U, MUDGAL A, et al. Multiple rib fractures in severe kyphoscoliosis: a question mark spine[J]. J Emerg Trauma Shock, 2020, 13(2):168-169.
- [6] HE Z, ZHANG D S, XIAO H P, et al. The ideal methods for the management of rib fractures[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl 8):S1078-S1089.
- [7] 张全,魏宇轩,魏立,等.电视胸腔镜与开胸手术对老年多发性肋骨骨折并血胸患者肺功能及疼痛因子、炎性因子的影响[J].创伤外科杂志,2019,21(3):206-210.
ZHANG Q, WEI Y X, WEI L, et al. Effects of video-assisted thoracoscopy and thoracotomy on pulmonary function and pain factors in elderly patients with multiple rib fractures with hemothorax[J].

J Trauma Surg, 2019, 21(3):206-210. Chinese.

[8] 林鑫,刘庆,吴按明,等.多发肋骨骨折内固定手术时机选择对患者恢复的影响[J].实用临床医药杂志,2021,25(12):46-49,53.
LIN X,LIU Q,WU A M,et al. Effect of timing selection of internal fixation on recovery of patients with multiple rib fractures[J]. J Clin Med Pract, 2021, 25(12):46-49, 53. Chinese.

[9] 胡文锋,洪伟.不同手术时机对多根多处肋骨骨折患者围术期安全的影响[J].中国医药导报,2020,17(30):95-98.
HU W F,HONG W. Influence of different operation timing on peri-operative safety of patients with multiple rib fractures[J]. China Med Her, 2020, 17(30):95-98. Chinese.

[10] PIERACCI F M,JOHNSON J L,STOVALL R T,et al. Completely thoroscopic,intra-pleural reduction and fixation of severe rib fractures[J]. Trauma Case Rep, 2015, 1(5/6/7/8):39-43.

[11] 张继军,洪琼川,莫晓潮,等.专利器械胸腔镜接骨板行完全胸腔镜肋骨骨折记忆合金内固定术[J].中国微创外科杂志,2020,20(10):896-900.
ZHANG J J,HONG Q C,MO X C,et al. Use of patented thoracoscopic rib plate in total video-assisted thoracoscopic memory alloy internal fixation for rib fractures[J]. Chin J Minim Invasive Surg, 2020, 20(10):896-900. Chinese.

[12] 王辉,周金强,张金燕.保留肋骨骨膜肋骨内固定术治疗多发肋骨骨折临床研究[J].中国医药导报,2013,10(33):72-74,77.
WANG H,ZHOU J Q,ZHANG J Y. Clinical research of rib internal fixation with rib periosteum retention in the treatment of multiple rib fracture[J]. China Med Her, 2013, 10(33):72-74, 77. Chinese.

[13] GARRA G,SINGER A J,TAIRA B R,et al. Validation of the Wong-Baker FACES Pain Rating Scale in pediatric emergency department patients[J]. Acad Emerg Med, 2010, 17(1):50-54.

[14] 王通,宋金涛,闫天生,等.电视胸腔镜辅助肋骨接骨板治疗多发肋骨骨折合并血气胸[J].中国微创外科杂志,2016,16(3):245-248,278.
WANG T,SONG J T,YAN T S,et al. Treatment of multiple rib fractures with hemopneumothorax by rib plates under video-assisted thoracoscopic surgery[J]. Chin J Minim Invasive Surg, 2016, 16(3):245-248, 278. Chinese.

[15] 曹亮,王树军,张道忠.3种治疗方法在多发肋骨骨折中的应用效果比较[J].安徽医学,2021,42(8):925-928.
CAO L,WANG S J,ZHANG D Z. Comparison of application effects of three treatment methods in multiple rib fractures[J]. Anhui Med J, 2021, 42(8):925-928. Chinese.

[16] 石应康,胡盛寿.胸部创伤[M].武汉:湖北科学技术出版社,2016.
SHI Y K,HU S S. Chest Trauma[M]. Wuhan:Hubei Science & Technology Press, 2016. Chinese.

[17] 曹亮,王树军,张道忠.3种治疗方法在多发肋骨骨折中的应用效果比较[J].安徽医学,2021,42(8):925-928.
CAO L,WANG S J,ZHANG D Z. Comparison of application effects of three treatment methods in multiple rib fractures[J]. Anhui Med J, 2021, 42(8):925-928. Chinese.

[18] ADHIKARY S D,LIU W M,FULLER E,et al. The effect of erector spinae plane block on respiratory and analgesic outcomes in multiple rib fractures:a retrospective cohort study[J]. Anaesthesia, 2019, 74(5):585-593.

[19] SENEKJIAN L,NIRULA R. Rib fracture fixation:indications and outcomes[J]. Crit Care Clin, 2017, 33(1):153-165.

[20] Xia H,Zhu P,Li J,et al.Thoracoscope combined with internal support system of chest wall in open reduction and internal fixation for multiple rib fractures[J]. Exp Ther Med, 2018, 16(6):4650-4654.

[21] GERAKOPOULOS E,WALKER L,MELLING D,et al. Surgical management of multiple rib fractures reduces the hospital length of stay and the mortality rate in major trauma patients:a comparative study in a UK major trauma center[J]. J Orthop Trauma, 2019, 33(1):9-14.

[22] MARTIN T J,ELTORAI A S,DUNN R,et al. Clinical management of rib fractures and methods for prevention of pulmonary complications:a review[J]. Injury, 2019, 50(6):1159-1165.

[23] 王小祥,毛志远,曹征旺,等. TiNi 形状记忆合金腐蚀及细胞毒性的研究[J].中国生物医学工程学报,1996,15(4):374-377.
WANG X X,MAO Z Y,CAO Z W,et al. Study on corrosion and cytotoxicity of TiNi shape memory alloy[J]. Chin J Biomed Eng, 1996, 15(4):374-377. Chinese.

[24] 庄起昌,蒋守葆.应用镍钛形状记忆合金框架式内固定器治疗锁骨骨折[J].中华骨科杂志,1997,17(4):268-269.
ZHUANG Q C,JIANG S B. Treatment of clavicle fracture with Ni-Ti shape memory alloy frame internal fixator[J]. Chin J Orthop, 1997, 17(4):268-269. Chinese.

[25] 黎健明,王冬冬,王晓奇,等.四孔螺钉肋骨接骨板治疗多发性肋骨骨折的力学分析[J].北京生物医学工程,2021,40(2):117-122,189.
LI J M,WANG D D,WANG X Q,et al. Mechanical analysis of four-hole screw rib plate in the treatment of multiple rib fractures[J]. Beijing Biomed Eng, 2021, 40(2):117-122, 189. Chinese.

[26] 徐凤阳,王楠,任佳,等.解剖型和爪形接骨板固定肋骨骨折的疗效比较[J].中华急诊医学杂志,2019,28(2):232-235.
XU F Y,WANG N,REN J,et al. Comparison of the therapeutic effect between anatomical plates and claw-type bone plates in fixation of multiple rib fractures[J]. Chin J Emerg Med, 2019, 28(2):232-235. Chinese.

[27] BERNINGER M T,KELLERMANN F,WOLTMANN A,et al. Single-port VATS-assisted internal fixation of serial rib fractures[J]. Unfallechirurg, 2018, 121(4):335-338.

[28] 汪路明,徐金明,刘佳聪,等.肋骨胸骨肺部创伤诊治专家共识(2022版)[J].中国胸心血管外科临床杂志,2023,30(1):1-9.
WANG L M,XU J M,LIU J C,et al. Expert consensus on diagnosis and treatment of rib, sternum, and lung trauma (version 2022)[J]. Chin J Clin Thorac Cardiovasc Surg, 2023, 30(1):1-9. Chinese.

[29] PIERACCI F M. Completely thoroscopic surgical stabilization of rib fractures:can it be done and is it worth it[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(Suppl 8):S1061-S1069.

[30] 范红丽,宁江兰.心理护理干预对胸腰椎结核合并压缩性骨折患者负性情绪及预后转归的影响[J].海南医学,2019,30(18):2442-2445.
FAN H L,NING J L. Effect of psychological nursing intervention on negative emotion and prognosis in patients with thoracolumbar tuberculosis complicated with compressive fracture[J]. Hainan Med J, 2019, 30(18):2442-2445. Chinese.