

# 镍钛记忆合金环抱器内固定在多发性肋骨骨折中的应用效果分析

## Clinical Efficacy of Nickel-titanium Memory Alloy Embracing Internal Fixator in the Treatment of Multiple Rib Fractures

魏雷光 刘向阳

WEI Leiguang, LIU Xiangyang

作者单位: 471942 河南 洛阳, 洛阳市偃师区人民医院心胸外科

通信作者: 魏雷光, Email: april20022@163.com

Affiliation: Department of Cardiothoracic Surgery, Luoyang Yanshi District People's Hospital, Luoyang, Henan 471942, China

Corresponding author: WEI Leiguang, Email: april20022@163.com

**【摘要】 目的** 分析探讨镍钛记忆合金环抱器内固定在多发性肋骨骨折中的应用效果。**方法** 选取 2019 年 1 月至 2021 年 12 月洛阳市偃师区人民医院收治的 60 例多发性肋骨骨折患者作为研究对象, 根据不同手术固定方式将其分为内固定组 (32 例) 和外固定组 (28 例), 内固定组患者采用镍钛记忆合金环抱器内固定治疗, 外固定组患者采用胸部护板外固定治疗, 对比观察两组患者疼痛程度、呼吸功能、临床疗效以及并发症发生情况。**结果** 术后第 3、7 天, 内固定组患者视觉模拟评分法 (VAS) 评分均明显低于外固定组 ( $t=2.176、6.377, P=0.034、P<0.001$ ); 术后 1 个月, 内固定组患者第 1 秒用力呼气容积 (FEV1)、用力肺活量 (FVC) 及呼气流量峰值 (PEF) 均明显高于外固定组 ( $t=3.067、2.516、3.108, P=0.003、0.015、0.003$ ); 术后 3 个月, 内固定组患者治疗总有效率为 93.75%, 明显高于外固定组患者的治疗总有效率 71.43% ( $\chi^2=5.375, P=0.021$ ); 术后 6 个月, 内固定组患者并发症发生率为 9.38%, 明显低于外固定组患者的并发症发生率 32.14% ( $\chi^2=4.838, P=0.028$ )。**结论** 与胸部护板外固定相比, 镍钛记忆合金环抱器内固定更能有效缓解多发性肋骨骨折患者疼痛程度, 促进肺功能恢复, 减少术后并发症的发生, 临床疗效确切。

**【关键词】** 镍钛记忆合金环抱器; 内固定; 胸部护板; 外固定; 多发性肋骨骨折; 肺功能

**【标志符】** doi: 10.3969/j.issn.1001-0726.2024.05.010

**【文章类型】** 临床应用

**【Abstract】 Objective** To analyze the clinical efficacy of nickel-titanium memory alloy embracing internal fixator in the treatment of multiple rib fractures. **Methods** 60 patients with multiple rib fractures, admitted to Luoyang Yanshi District People's Hospital from January 2019 to December 2021, were enrolled as research subjects and were divided into the internal fixation group (n = 32) and the external fixation group (n = 28) according to the different surgical fixation methods they received. Patients in the internal fixation group were treated with nickel-titanium memory alloy embracing internal fixator, whereas patients in the external fixation group were treated with chest guard plate external fixation. The degree of pain, respiratory function, clinical efficacy and the occurrence of complications were compared between the two groups. **Results** Respectively on day 3 and 7 after surgery, the visual analogue scale (VAS) scores of patients in the internal fixation group were significantly lower than those in the external fixation group ( $t=2.176$  and  $6.377, P=0.034, P<0.001$ ). One month after surgery, the forced expiratory volume in one second (FEV1), forced vital capacity (FVC),

and peak expiratory flow (PEF) of patients were significantly higher in the internal fixation group compared with the external fixation group ( $t=3.067, 2.516$  and  $3.108, P=0.003, 0.015$  and  $0.003$ ). Three months after surgery, the total effective rate of patients was 93.75% in the internal fixation group, which was significantly higher than the corresponding 71.43% in the external fixation group ( $\chi^2=5.375, P=0.021$ ). Six months after surgery, the occurrence of complications in the internal fixation group was 9.38%, significantly lower than 32.14% in the external fixation group ( $\chi^2=4.838, P=0.028$ ).

**Conclusion** Compared with the external fixation with the chest guard plate, the internal fixation with nickel-titanium memory alloy embracing fixator can more effectively alleviate pain in patients with multiple rib fractures, promote lung function recovery, reduce the occurrence of postoperative complications, and achieve significant clinical efficacy.

**[Keywords]** Nickel-titanium memory alloy embracing fixator; Internal fixation; Chest guard plate; External fixation; Multiple rib fractures; Lung function

多发性肋骨骨折在临床较为常见，是指累及 2 根及以上肋骨的骨折，多由交通事故、重物压砸、高空坠落等意外伤害所致<sup>[1-2]</sup>。近年来，随着交通运输业及建筑业的飞速发展，多发性肋骨骨折的发生率呈快速上升趋势，且由于此类骨折可在一定程度上影响患者呼吸、循环功能，病情较为严重，已逐渐成为外科创伤致死的重要原因之一。胸部护板外固定治疗多发性肋骨骨折虽具有一定的临床效果，却存在治疗周期长、并发症多等弊端，临床应用具有一定局限性<sup>[3-4]</sup>。为促进多发性肋骨骨折愈合，加速患者康复进程，随着外科内固定材料的革新，镍钛记忆合金环抱器因固定效果好且操作简便被逐渐应用于多发性肋骨骨折的治疗<sup>[5-6]</sup>。为进一步探讨镍钛记忆合金环抱器内固定在多发性肋骨骨折中的应用效果，本研究笔者将其与胸部护板外固定进行了对比，现报道如下。

### 1 临床资料

#### 1.1 一般资料

选取 2019 年 1 月至 2021 年 12 月洛阳市偃师

区人民医院收治的 60 例多发性肋骨骨折患者作为研究对象，根据不同手术固定方式将其分为内固定组（32 例）和外固定组（28 例）。两组患者性别、年龄、致伤原因、肋骨骨折数均无明显差异 ( $P$  均  $>0.05$ )，具有可比性（表 1）。本研究经洛阳市偃师区人民医院医学伦理委员会批准（AT20190103010），且所有患者均签署了知情同意书。

#### 1.2 纳入与排除标准

纳入标准：符合肋骨骨折的诊断标准；肋骨骨折数  $\geq 2$  根；意识清楚，应答切题；对本研究知情同意。排除标准：病理性骨折；有手术禁忌证；合并有其他部位骨折；合并有严重肺挫裂伤；合并有血胸等；合并有严重血液系统疾病；合并有恶性肿瘤；合并有重要器官功能障碍；合并有精神疾病，依从性差。

### 2 方法

#### 2.1 治疗方法

术前，根据患者损伤情况，修复损伤膈肌、腹腔脏器等。

表 1 两组多发性肋骨骨折患者一般资料对比

Table 1 Comparison of general data of patients with multiple rib fractures between the two groups

组别 Group	例数 Number of cases	性别 (例) Sex (n)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ ) Age (year, $\bar{x}\pm s$ )	致伤原因 (例) Causes of injury (n)			肋骨骨折数 (根, $\bar{x}\pm s$ ) Number of fractured ribs (n, $\bar{x}\pm s$ )
		男 Male	女 Female		交通事故 Traffic accident	高空坠落 High fall	其他 Others	
内固定组 Internal fixation group	32	22	10	37.03 $\pm$ 7.12	20	8	4	6.25 $\pm$ 1.36
外固定组 External fixation group	28	17	11	36.25 $\pm$ 6.33	16	7	5	6.03 $\pm$ 1.41
$\chi^2/t$ 值 $\chi^2/t$ value		0.424		0.446		0.357		0.615
$P$ 值 $P$ value		0.515		0.656		0.836		0.541

注：内固定组患者采用镍钛记忆合金环抱器内固定治疗，外固定组患者采用胸部护板外固定治疗

Note: Patients in the internal fixation group were treated with the internal fixation with nickel-titanium memory alloy embracing internal fixator, whereas patients in the external fixation group were treated with the external fixation with chest guard plate

内固定组：患者取健侧卧位，静脉复合全身麻醉满意并行双腔气管插管后，常规消毒铺巾，于第 7 或第 8 肋间做一长约 1.5 cm 的窥视孔，置入胸腔镜探查肋骨骨折情况；于骨折断端做一斜切口，充分暴露并游离、复位骨折断端；而后，根据肋骨弧度选择适宜大小的镍钛记忆合金环抱器，置入无菌冰盐水中浸泡 5 min 后取出；打开环抱器环抱臂，固定骨折断端；确认肋骨复位满意且无活动性出血后，置入胸腔闭式引流管引流，逐层缝合切口，结束手术。

外固定组：C 型臂 X 光机透视确定肋骨骨折情况后，指导患者抬高双臂并吸气，将 70 °C 热水中软化的胸部护板置于患侧肋骨相对应的健侧肋骨处进行按压，至护板带呈现出肋骨大致轮廓后，置于患侧肋骨骨折处固定（护板内金属条与肋骨方向一致），每 1~2 周更换 1 次护板，直至取下护板后患者无胸痛等症状时停止使用。

## 2.2 观察指标及评价标准

对比观察两组患者疼痛程度、呼吸功能、临床疗效以及并发症发生情况。

(1) 分别于术前及术后第 3、7 天，采用视觉模拟评分法（visual analogue scale, VAS）评估两组患者疼痛程度，总分为 0~10 分，其中 0 分为无痛，10 分为剧痛。

(2) 分别于术前及术后 1 个月，采用肺功能检测仪（丹麦 Radiometer Medical ApS 公司生产）检测两组患者第 1 秒用力呼气容积（forced expiratory volume in one second, FEV1）、用力肺活量（forced

vital capacity, FVC）及呼气流量峰值（peak expiratory flow, PEF）。

(3) 术后 3 个月，根据患者临床症状、呼吸功能及胸部 X 线检查结果评估两组患者临床疗效：胸壁疼痛和压痛等症状消失或明显缓解，呼吸功能恢复正常或明显改善，胸部 X 线检查结果显示骨折愈合良好、双侧胸廓对称为显效；胸壁疼痛和压痛等症状缓解，呼吸功能改善但未恢复正常，胸部 X 线检查结果显示骨折愈合良好、双侧胸廓基本对称为有效；临床症状、呼吸功能均无明显改善，胸部 X 线检查结果显示骨折愈合不良为无效<sup>[7]</sup>。总有效率 = (显效例数 + 有效例数) / 总例数 × 100%。

## 2.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行统计学分析，其中计数资料以频数或百分比表示，采用卡方检验；计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，采用 *t* 检验；均以 *P* < 0.05 为差异具有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 两组患者疼痛程度及呼吸功能对比

术前，两组患者 VAS 评分及 FEV1、FVC、PEF 均无明显差异 (*P* 均 > 0.05)，具有可比性，详见表 2。

术后第 3、7 天，内固定组患者 VAS 评分均明显低于外固定组 (*P* 均 < 0.05)；术后 1 个月，内固定组患者 FEV1、FVC、PEF 均明显高于外固定组 (*P* 均 < 0.05)，详见表 2。

表 2 两组多发性肋骨骨折患者疼痛程度及呼吸功能对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Comparison of pain degree and respiratory function of patients with multiple rib fractures between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别 Group	例数 Number of cases	VAS 评分 (分) VAS score (point)			FEV1 (%)		FVC (%)		PEF (L)	
		术前 Before surgery	术后第 3 天 Day 3 after surgery	术后第 7 天 Day 7 after surgery	术前 Before surgery	术后 1 个月 Month 1 after surgery	术前 Before surgery	术后 1 个月 Month 1 after surgery	术前 Before surgery	术后 1 个月 Month 1 after surgery
内固定组 Internal fixation group	32	7.33 ± 1.62	3.65 ± 1.26	1.99 ± 0.65	72.30 ± 5.25	88.83 ± 8.29	60.21 ± 8.95	82.53 ± 15.38	2.60 ± 0.51	3.97 ± 0.67
外固定组 External fixation group	28	7.25 ± 1.68	4.37 ± 1.30	3.21 ± 0.83	71.68 ± 5.31	82.57 ± 7.40	60.48 ± 9.24	73.42 ± 12.20	2.55 ± 0.46	3.46 ± 0.59
<i>t</i> 值 <i>t</i> value		0.188	2.176	6.377	0.454	3.067	0.115	2.516	0.397	3.108
<i>P</i> 值 <i>P</i> value		0.852	0.034	<0.001	0.652	0.003	0.909	0.015	0.693	0.003

注：VAS 为视觉模拟评分法，FEV1 为第 1 秒用力呼气容积，FVC 为用力肺活量，PEF 为呼气流量峰值；内固定组患者采用镍钛记忆合金环抱器内固定治疗，外固定组患者采用胸部护板外固定治疗

Note: VAS - visual analogue scale, FEV1 - forced expiratory volume in one second, FVC - forced vital capacity, PEF - peak expiratory flow; Patients in the internal fixation group were treated with the internal fixation with nickel-titanium memory alloy embracing internal fixator, whereas patients in the external fixation group were treated with the external fixation with chest guard plate

### 3.2 两组患者临床疗效对比

术后 3 个月, 内固定组患者中显效 18 例、有效 12 例、无效 2 例, 总有效率为 93.75%, 明显高于外固定组患者的显效 13 例、有效 7 例、无效 8 例, 总有效率 71.43% ( $\chi^2=5.375$ ,  $P=0.021$ )。

### 3.3 两组患者并发症发生率对比

术后 6 个月, 内固定组患者出现肺部感染 2 例、胸廓畸形 1 例, 并发症发生率为 9.38%, 明显低于外固定组患者出现的肺部感染 4 例、胸廓畸形 3 例、肺不张 1 例、呼吸功能衰竭 1 例, 并发症发生率 32.14% ( $\chi^2=4.838$ ,  $P=0.028$ )。

## 4 讨论

多发性肋骨骨折在胸部损伤中较为常见, 其病情严重, 部分患者可因肋骨断裂向内移位造成肋间血管、胸膜损伤, 引发连枷胸, 不仅影响患者呼吸、循环功能, 严重者可引发窒息等而危及患者生命<sup>[8-9]</sup>。相关研究资料显示, 3 根及以上肋骨骨折是导致胸部创伤患者死亡的独立危险因素; 多发性肋骨骨折并发连枷胸患者死亡率高达 16%~20%<sup>[10]</sup>。选择合适的治疗方案是降低多发性肋骨骨折患者死亡率、改善患者预后的关键。

胸部护板外固定能在一定程度上促进骨折愈合, 且具有操作简便、创伤小等优势, 是临床治疗多发性肋骨骨折的常用外固定方法。但有研究表明, 胸部护板外固定在多发性肋骨骨折的治疗中存在治疗周期长、术后恢复慢以及术后骨折畸形愈合、肺不张等并发症发生率高弊端, 临床治疗效果不尽人意<sup>[11]</sup>。镍钛记忆合金环抱器是一种符合人体生物学及肋骨解剖学特征的手术固定器械, 具有轻薄性及抗腐蚀性等特点, 能够对肋骨产生自动抓握力, 有效维持骨折断端稳定性, 避免因躯体活动而松动变形, 进而促进骨折愈合<sup>[12-13]</sup>。另外, 镍钛记忆合金环抱器内固定手术过程中无需钻孔和过多剥离骨膜, 对骨折周围血管及肋骨骨膜损伤较小, 且无需二次手术取出, 能够减轻二次手术经济负担, 避免二次手术对患者造成的痛苦, 是目前临床应用较多的多发性肋骨骨折内固定治疗器械<sup>[14-15]</sup>。本研究结果显示, 采用镍钛记忆合金环抱器内固定治疗的内固定组患者术后第 3、7 天 VAS 评分及术后 6 个月并发症发生率均明显低于采用胸部护板外固定治疗的外固定组, 术后 1 个月 FEV1、FVC、PEF 及术后 3 个月治疗总有效率均明显高于外固定组, 与欧阳恒等<sup>[16-17]</sup>的研究结果相

似。FEV1、FVC、PEF 均是衡量患者肺通气功能的指标, 可帮助医生评估患者呼吸系统疾病的严重程度。本研究结果表明, 与胸部护板外固定相比, 镍钛记忆合金环抱器内固定更能明显缓解多发性肋骨骨折患者疼痛程度, 改善患者呼吸功能, 减少术后并发症的发生, 疗效显著。考虑其原因除与上述作用机理有关外, 还可能与镍钛记忆合金环抱器内固定能够在术中直接恢复骨折部位解剖结构, 有利于术后骨折愈合及早期进行肺功能锻炼有关。

综上所述, 与胸部护板外固定相比, 镍钛记忆合金环抱器内固定更能有效减轻多发性肋骨骨折患者疼痛程度, 促进呼吸功能恢复, 降低并发症发生率, 临床疗效确切。

### 参考文献

- [1] Aalberg JJ, Johnson BP, Hojman HM, et al. Readmission following surgical stabilization of rib fractures: analysis of incidence, cost, and risk factors using the nationwide readmissions database [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2021, 91 (2): 361-368.
- [2] 石聪辉, 夏挺, 郁毅刚, 等. 钝性损伤致下胸部肋骨骨折合并腹腔脏器损伤的危险因素分析 [J]. *创伤外科杂志*, 2018, 20 (3): 187-190.
- [3] 张伟涛. 多发肋骨骨折患者采用胸部护板固定治疗的临床效果 [J]. *实用中西医结合临床*, 2017, 17 (1): 67-68.
- [4] 胡浩, 李龚, 文浩, 等. 肋骨接骨板内固定术与胸部护板外固定术治疗多发性肋骨骨折的效果比较 [J]. *临床医学研究与实践*, 2020, 5 (26): 84-85, 94.
- [5] 王礼俊. 镍钛记忆合金接骨板切开复位内固定治疗胸外伤合并多发性肋骨骨折的效果 [J]. *中国医药导报*, 2020, 17 (21): 96-99.
- [6] 徐震壮, 吴小波, 胡斌. 胸腔镜辅助镍钛记忆合金肋骨接骨板内固定术治疗多发肋骨骨折临床疗效研究 [J]. *创伤外科杂志*, 2018, 20 (11): 848-851.
- [7] 丁庆国, 赵峰, 龚晓成, 等. 胸腔镜辅助下钛镍记忆合金钢板内固定治疗肋骨多发性骨折患者的疗效与安全性 [J]. *中国内镜杂志*, 2021, 27 (4): 38-43.
- [8] Kumata S, Matsuoka K, Nagai S, et al. Contralateral tension pneumothorax during video-assisted thoracic surgery for lung cancer in a patient with obesity and rib fractures: a case report and review of the literature [J]. *J Med Case Rep*, 2020, 14 (1): 221-224.
- [9] 茅怡铭, 吴长江. 老年多发肋骨骨折患者肺部并发症风险预测模型的建立 [J]. *上海交通大学学报 (医学版)*, 2019, 39 (1): 69-72.
- [10] 韦新竹, 何健. 外伤性肋骨骨折并发腹部闭合性脏器损伤的高危因素研究 [J]. *临床急诊杂志*, 2020, 21 (5): 414-416.
- [11] 吴进. 应用肋骨接骨板内固定对比胸部护板外固定治疗多发肋骨骨折的临床疗效以及安全性研究 [J]. *中国实用医药*,

2019, 14 (6): 44-45.

- [12] 白继岳, 徐永清, 何晓清, 等. 镍钛形状记忆合金生物相容性及其表面改性研究进展 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32 (8): 1091-1095.
- [13] 原野, 曾跃林, 陈铨, 等. 镍钛形状记忆合金在骨科中的研究和应用 [J/CD]. 临床检验杂志 (电子版), 2018, 7 (3): 555-556.
- [14] 郝懿, 吴骏, 王立杰, 等. 预成型肋骨锁定钛板与钛镍记忆合金环抱器治疗多发性肋骨骨折的疗效比较 [J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2018, 25 (5): 397-400.
- [15] 高泽文. 连枷胸使用镍钛记忆合金环抱器内固定手术的疗效

分析 [J]. 山西医药杂志, 2020, 49 (4): 422-423.

- [16] 欧阳恒, 胡晓俭, 周德存, 等. 镍钛形状记忆合金环抱器内固定术对多发性肋骨骨折患者术后疼痛、呼吸功能及肺部感染的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2019, 19 (7): 1349-1352, 1361.
- [17] 周攀, 程玲玲, 朱杰, 等. 镍钛形状记忆合金环抱器内固定与胸部护板外固定治疗多发肋骨骨折的疗效对比研究 [J]. 创伤外科杂志, 2022, 24 (3): 209-213.

(收稿日期: 2022-07-25)

(上接 376 页)

### 参考文献

- [1] 朱绍阳. 关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗单纯肱骨大结节撕脱骨折患者的回顾性研究 [J]. 哈尔滨医药, 2021, 41 (1): 76-77.
- [2] Lee WY, Shin HD, Kim KC, et al. Open reduction and stable internal fixation using a 3.5-mm locking hook plate for isolated fractures of the greater tuberosity of the humerus: a 2-year follow-up study using an innovative fixation method [J]. Clin Orthop Surg, 2021, 13 (3): 293-300.
- [3] 王晓非, 马振华, 滕学仁, 等. 肩关节镜下双排锚钉内固定治疗肱骨大结节撕脱骨折疗效观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35 (1): 87-89.
- [4] 邵佳佳, 李迎全, 许功效. 关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗单纯肱骨大结节撕脱骨折的疗效分析 [J]. 临床外科杂志, 2021, 29 (3): 282-286.
- [5] 李时斌, 夏天, 章晓云, 等. 镜下锚钉缝线桥固定肱骨大结节撕脱骨折的荟萃分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (13): 1180-1184.
- [6] 张磊, 马丽, 扶世杰, 等. 肩关节镜下双排锚钉固定治疗肩关节前脱位伴肱骨大结节撕脱骨折 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25 (6): 895-900.
- [7] Boileau P, Seeto BL, Clowez G, et al. SECEC grammont award 2017: the prejudicial effect of greater tuberosity osteotomy or excision in reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2020, 29 (12): 2446-2458.
- [8] 凡有非, 夏胜, 尤琳, 等. 关节镜下双排缝线桥技术治疗大型

肩袖撕裂疗效观察 [J]. 新乡医学院学报, 2021, 38 (4): 365-369.

- [9] 郭德华, 张国福, 曾志奎, 等. 肩关节镜下辅助复位联合双排缝线桥技术治疗肱骨大结节骨折的临床疗效 [J]. 骨科, 2022, 13 (4): 333-337.
- [10] 帅永明, 曾凡辉, 涂淑强. 两种固定方式治疗粉碎性肱骨大结节骨折的对比 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (2): 159-164.
- [11] 吴迎波, 乔为民. 关节镜下双排锚钉缝线桥技术治疗伴骨质疏松老年肩袖损伤的临床疗效 [J]. 中国运动医学杂志, 2021, 40 (7): 518-522.
- [12] 章允志, 刘海燕, 章允刚. 不同方法治疗肱骨大结节撕脱骨折的疗效比较研究 [J]. 浙江创伤外科, 2020, 25 (3): 436-438.
- [13] 谢国庆, 金文孝, 申世源, 等. 关节镜下缝线桥技术一期与二期修复肩袖损伤伴肩关节粘连的临床疗效比较 [J]. 中华手外科杂志, 2020, 36 (5): 341-345.
- [14] 刘伟乐, 郑少伟, 黎旭, 等. 关节镜下双排缝合桥无结修复技术治疗老年肩袖损伤的对照研究 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2021, 39 (3): 336-341.
- [15] Miyamura S, Lans J, Min KS, et al. Bone resorption of the greater tuberosity after open reduction and internal fixation of complex proximal humeral fractures: fragment characteristics and intraoperative risk factors [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2021, 30 (7): 1626-1635.

(收稿日期: 2022-11-03)