

形状记忆环抱接骨板与肋骨外固定护板治疗 老年双侧多发肋骨骨折疗效比较*

方旭涛 魏小东 王志华 李叙 吕琴**

中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院, 无锡 214000

[摘要] **目的** 比较形状记忆环抱接骨板与肋骨外固定护板治疗老年双侧多发肋骨骨折的疗效。**方法** 选取 2023 年在中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院收治的老年双侧多发肋骨骨折患者进行回顾性分析。将接受形状记忆环抱接骨板治疗的 52 例纳入内固定组, 将接受肋骨外固定护板治疗的 16 例纳入外固定组, 比较两组术后临床疗效, 治疗前、治疗后的动脉血氧分压 (PaO_2)、动脉血二氧化碳分压 (PaCO_2), 同时统计胸痛持续时间、下床活动时间、住院时间, 术后并发症发生情况。**结果** 内固定组优良率高于外固定组 ($P < 0.05$)。治疗前两组血气分析指标比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 治疗后, 两组 PaO_2 、 PaCO_2 与治疗前比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 治疗后内固定组 PaO_2 高于外固定组 ($P < 0.05$), PaCO_2 低于外固定组 ($P < 0.05$)。内固定组胸痛持续时间、下床活动时间、住院时间均短于外固定组 ($P < 0.05$); 内固定组术后肺部感染、肺不张发生率均低于外固定组 ($P < 0.05$)。**结论** 在老年双侧多发肋骨骨折治疗中, 形状记忆环抱接骨板可显著提升临床疗效, 有效改善患者血气状态, 缩短术后康复进程, 同时降低肺部感染、肺不张等术后并发症发生, 相较于肋骨外固定护板具有更优越的治疗效果, 为老年双侧多发肋骨骨折患者提供了更理想的治疗选择。

[关键词] 多发肋骨骨折; 形状记忆环抱接骨板; 肋骨外固定护板

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.06.012

Comparison of the effect of shape memory encircling bone plate and rib external fixation plate in the treatment of bilateral multiple rib fractures in the elderly

Fang Xutao, Wei Xiaodong, Wang Zhihua, Li Xu, Lv Qin**

The 904th Hospital of Joint Logistic Support Force of PLA, Wuxi 214000

** Corresponding author: Lv Qin, email: 871743805@qq.com

[Abstract] **Objective** To compare the effect of shape memory encircling bone plate and rib external fixation plate in the treatment of bilateral multiple rib fractures in the elderly. **Methods** Clinical data of elderly patients with bilateral multiple rib fractures admitted to The 904th Hospital of Joint Logistic Support Force of PLA in 2023 were selected and retrospectively analyzed. A total of 52 patients receiving shape memory circular bone plate treatment were included in the internal fixation group, and 16 patients receiving rib external fixation plate treatment were included in the external fixation group. The postoperative clinical efficacy of the two groups were analyzed. The partial pressure of arterial blood oxygen (PaO_2) and partial pressure of arterial blood carbon dioxide (PaCO_2) were measured before and after treatment. Meanwhile, the duration of chest pain, the time of getting out of bed, the time of hospitalization, and the incidence of postoperative complications were also measured. **Results** The excellent rate of the internal fixation group was higher than that of the external fixation group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in blood gas analysis indicators between the two groups before treatment ($P > 0.05$); After treatment, both groups showed statistically significant differences in PaO_2 and PaCO_2 compared with before treatment ($P < 0.05$). The PaO_2 in the internal fixation group was higher than that in the external fixation group ($P < 0.05$), while the PaCO_2 was lower than that in the external fixation group ($P < 0.05$). The duration of chest pain, mobilization time, and hospitalization time in the internal fixation group were shorter than those in the external fixation group ($P < 0.05$). The incidence of postoperative complications such as pulmonary infection and atelectasis in the internal fixation group was lower than that in the external fixation group ($P < 0.05$). **Conclusion** In the treatment of bilateral multiple rib fractures in the elderly, the shape memory hugging bone plate can significantly enhance clinical efficacy, more effectively improve the blood and gas status of patients, shorten the postoperative recovery process, and simultaneously reduce the incidence of postoperative complications.

收稿日期: 2024-07-05 修回日期: 2024-08-26 录用日期: 2024-08-28

* 国家自然科学基金项目青年项目 (81602728)

** 通信作者: 吕琴, 电子邮箱 871743805@qq.com

tions such as pulmonary infection and atoriasis. Compared with external rib fixation guard plates, it has a more superior therapeutic effect and provides a more ideal treatment option for elderly patients with such fractures.

[Key words] Multiple rib fracture; Shape memory encircling bone plate; Rib external fixation plate

胸部创伤是一种常见的外科急诊, 其中多发肋骨骨折是老年患者常见并且严重的并发症之一^[1-2]。随着人口老龄化程度的不断加深, 老年多发肋骨骨折的发病率也逐渐增高^[3]。据统计, 超过 65 岁的老年人中, 多发肋骨骨折的发生率已经高达 30%^[4]。此类骨折不仅给患者带来剧痛和呼吸困难, 还容易并发肺部感染、肺不张等严重并发症, 给患者的康复和预后造成严重威胁^[5-6]。因此, 寻找一种有效的治疗方法对于缓解老年多发肋骨骨折患者的痛苦和减少并发症发生具有重要意义。形状记忆环抱接骨板通过其特殊的设计和材料, 能够更好地恢复骨折部位的形态, 提供稳定的内固定支持^[7]。而肋骨外固定护板则是通过外固定的方式来固定骨折肋骨, 但对骨折部位形态的恢复和稳定性相对较差^[8]。本研究旨在比较形状记忆环抱接骨板和肋骨外固定护板这两种治疗方式在老年双侧多发肋骨骨折中的疗效差异, 以为老年双侧多发肋骨骨折的临床治疗提供重要的参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2023 年中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院收治的老年双侧多发肋骨骨折患者进行回顾性分析。纳入标准: ①年龄>60 岁; ②有明确外伤史, 经胸部 CT 检查明确诊断为肋骨骨折, 且骨折数量 ≥ 2 根^[9]; ③受伤至手术时间<8 h; ④资料完整。排除标准: ①合并严重心肺功能不全或其他严重基础疾病的患者; ②伴有严重凝血功能异常的患者; ③具有自身无法配合治疗的认知障碍或精神疾病的患者; ④具有严重感染或炎症的患者; ⑤对手术方式有绝对禁忌的患者; ⑥无法进行手术的患者, 如出现术前临终期等情况。最终纳入 68 例患者, 接受形状记忆环抱接骨板治疗的 52 例患者纳入内固定组, 接受肋骨外固定护板治疗的 16 例患者纳入外固定组。内固定组男 33 例, 女 19 例, 年龄 60~84 岁, 平均 (68.77 \pm 6.47) 岁, 骨折根数 3~8 根, 平均 (4.21 \pm 0.57) 根, 骨折原因为车祸伤 25 例、坠落伤 13 例、钝器击打伤 8 例、其他 6 例, 合并高血压 28 例、2 型糖尿病 19 例、慢性阻塞性肺疾病 15 例、冠状动脉粥样硬化性心脏病 12 例、脑梗死 8 例。外固定组男 13 例, 女 3 例, 年龄 60~95 岁, 平均 (71.88 \pm 1.38) 岁, 骨折根数 3~9 根, 平均 (4.38 \pm 0.64) 根, 骨折原因为车祸伤 10 例、坠落伤 2 例、钝器击打伤 3 例, 其他 1 例, 合并高血压 10 例、2 型糖尿病 6 例、慢性胃炎 4 例。两组一般资料比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会批准 (批号 20240607)。

1.2 方法

1.2.1 形状记忆环抱接骨板治疗 采用静脉复合麻醉, 根据术前 CT 定位的骨折部位设计切口, 术野碘伏消毒 3 遍后铺无菌巾。逐层切开皮肤、皮下组织及肌层, 充分暴露骨折断端, 清理局部血肿及碎骨片。在 C 臂机透视下用复位钳将骨折断端精准对位, 根据肋骨横径选择合适规格的环抱接骨板, 按肋骨弧度预塑形处理。使用专用撑开钳将环抱臂撑开后, 准确置于骨折断端两侧, 确认位置无误后, 以 45℃ 温盐水纱布热敷环抱器使其自然收紧环抱骨折端。术中需检查接骨板固定稳定性, 常规于胸膜外放置 1 根负压引流管, 逐层缝合肌层、皮下组织及皮肤。

1.2.2 肋骨外固定护板治疗 术前清洁胸壁皮肤并消毒, 患者取半坐位, 根据胸壁损伤范围选择合适尺寸的可塑性护板。抬起双臂使胸廓舒展, 以骨折区域为中心, 将护板支撑条与肋骨走行方向保持一致, 患侧胸廓加压贴合固定, 确保护板两端超出骨折边缘 2 cm 以上。按压护板使塑形材料与胸壁充分贴合, 检查呼吸动度确认无明显压迫后, 用医用胶带辅助固定。护板使用时间为 7~14 d, 每日观察皮肤完整性及粘合力, 若出现松动或患者耐受不良时及时更换。固定期间需监测呼吸频率及血氧饱和度, 避免过度限制胸廓活动。

1.3 观察指标

临床疗效: ①优, 表示患者胸壁无疼痛情况, 并且胸片检查显示骨折位置处对位好, 胸廓塌陷畸形完全消失; ②良, 表示患者胸壁无疼痛情况, 并且胸片检查显示骨折位置处对位好, 胸廓塌陷畸形大部分消失; ③可, 表示患者胸壁有轻微疼痛情况, 并且胸片检查显示骨折位置处对位较好, 胸廓塌陷轻度畸形; ④差, 表示均不符合上述情况^[10]。血气分析指标: 分别于治疗前、治疗后采用血气分析仪检测动脉血氧分压 (PaO₂)、动脉血二氧化碳分压 (PaCO₂)。临床指标: 胸痛持续时间、下床活动时间、住院时间。统计两组并发症发生情况, 如肺部感染、肺不张、胸廓畸形、顽固性胸痛。

1.4 统计学方法

采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析。服从正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 t 检验; 计数资料采用例 (%) 表示, 采用 χ^2 检验; 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较

内固定组优良率高于外固定组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 1。

表 1 两组临床疗效比较 [例 (%)]

Tab. 1 Comparison of clinical efficacy between the two groups [n (%)]

组别	例数	优	良	可	差	优良率
内固定组	52	27(51.92)	20(38.46)	4(7.69)	1(1.93)	47(90.38)
外固定组	16	5(31.25)	6(37.50)	4(25.00)	1(6.25)	11(68.75)
χ^2 值						4.566
<i>P</i> 值						0.033

2.2 两组血气分析指标比较

治疗前两组 PaO₂、PaCO₂ 比较, 差异无统计学意义 (*P*>0.05); 治疗后, 两组 PaO₂ 均高于治疗前,

PaCO₂ 均低于治疗前, 差异均有统计学意义 (*P*<0.05); 治疗后内固定组 PaO₂ 高于外固定组 (*P*<0.05), PaCO₂ 低于外固定组 (*P*<0.05), 见表 2。

表 2 两组血气分析指标比较 ($\bar{x} \pm s$, mmHg)

Tab. 2 Comparison of blood gas analysis indexes between the two groups ($\bar{x} \pm s$, mmHg)

组别	例数	PaO ₂		PaCO ₂	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
内固定组	52	69.51 ± 7.75	93.82 ± 8.05 ^a	41.22 ± 4.16	28.72 ± 3.31 ^a
外固定组	16	70.15 ± 8.08	81.73 ± 8.71 ^a	40.87 ± 4.11	32.21 ± 3.12 ^a
<i>t</i> 值		0.286	4.938	0.295	3.736
<i>P</i> 值		0.776	<0.001	0.769	<0.001

注: 与治疗前比较 ^a*P*<0.05。

2.3 两组临床指标比较

内固定组胸痛持续时间、下床活动时间、住

院时间均短于外固定组 (*P*<0.05), 见表 3。

表 3 两组临床指标比较 ($\bar{x} \pm s$, d)

Tab. 3 Comparison of clinical indicators between the two groups ($\bar{x} \pm s$, d)

组别	例数	胸痛持续时间	下床活动时间	住院时间
内固定组	52	5.81 ± 1.31	5.23 ± 1.41	16.63 ± 3.75
外固定组	16	8.15 ± 2.11	8.94 ± 1.68	21.91 ± 5.62
<i>t</i> 值		5.353	8.794	4.348
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001

2.4 两组术后并发症发生情况比较

内固定组术后肺部感染、肺不张发生率均低

于外固定组 (*P*<0.05), 见表 4。

表 4 两组术后并发症发生情况比较 [例 (%)]

Tab. 4 Comparison of postoperative complications between the two groups [n (%)]

组别	例数	肺部感染	肺不张	胸廓畸形	顽固性胸痛
内固定组	52	3(5.77)	2(3.85)	2(3.85)	1(1.92)
外固定组	16	7(43.75)	5(31.25)	1(6.25)	2(12.50)
χ^2 值		14.071	9.950	0.168	3.246
<i>P</i> 值		<0.001	0.002	0.682	0.072

3 讨论

本次研究结果显示, 内固定组优良率高于外

固定组, 且内固定组胸痛持续时间、下床活动时间、住院时间均短于外固定组 (*P*<0.05)。形状记

忆材料是一种具有记忆形状能力的特殊材料,其特点是在一定的作用温度下恢复到其记忆的形状,这种材料在骨折治疗时,可以根据骨折部位的形态以及医生的操作,使其在恢复过程中逐渐恢复到原来的形态,从而提供更好的解剖学复位和稳定性^[11-12]。首先,由于形状记忆材料的特殊性质,医生可以根据骨折部位的形态选择合适的形状记忆环抱器,并通过温盐水的作用调整其形状,使其与骨折的断端完全吻合,能够更好地保持骨折部位的对位,减少胸廓塌陷畸形,并有效缓解患者的疼痛感受^[12]。其次,形状记忆环抱接骨板在手术选择和操作过程中更具个性化和精准性,医生可以根据患者的具体情况选择合适的环抱器,并通过温盐水的调节将其形状固定在骨折部位,这种个性化的治疗方式可以更好地适应不同患者的骨折形态,提高手术的精准度和针对性。相比之下,肋骨外固定护板在固定骨折时无法根据不同患者的具体情况进行个性化调整,导致固定效果不如形状记忆环抱接骨板。最后,形状记忆环抱接骨板固定后能够提供更好的骨折愈合环境。形状记忆材料具有良好的生物相容性和机械性能,可以提供较为稳定的固定效果,有利于骨折部位的愈合^[13-14]。

血气分析指标是对肺功能和气体交换的评估指标,其结果可以反映患者的气体交换状态和肺功能的变化,帮助评估治疗的效果和指导临床决策^[15]。内固定组治疗后 PaO₂ 高于外固定组, PaCO₂ 低于外固定组。分析原因:①内固定手术能够提供更好的解剖学复位和稳定性,可以减少胸廓畸形和肺脏受压的情况,有助于改善肺功能和气体交换^[16]。②内固定治疗能够缩短胸廓恢复的时间,减少胸廓的限制,有利于患者的通气功能恢复。③内固定手术可以恢复肋骨的正常形态和稳定性,有助于恢复胸廓运动,改善肺泡通气和血液循环之间的匹配,从而提高氧合和通气功能^[17]。④内固定治疗还能够减少胸腔积液和胸腔动态改变对气体交换的影响,进一步改善氧合^[18]。⑤由于内固定手术提供了更好的解剖学复位和稳定性,可以减少胸腔的运动限制,降低呼吸负荷和呼吸肌的工作量,从而减少二氧化碳的产生和潴留,降低 PaCO₂ 水平^[19]。

内固定组术后肺部感染、肺不张发生率均低于外固定组。分析原因:首先,内固定手术可以提供更好的解剖学复位和稳定性,有助于减少胸廓塌陷和肺脏受压的情况,从而降低肺部感染的发生率。内固定治疗可以恢复肋骨的正常形态和稳定性,有助于改善胸廓的运动,减少肺泡塌陷和通气不畅导致的感染风险^[20]。其次,内固定手术可以恢复胸廓的稳定性和运动,减少胸腔积液和胸腔动态改变对肺泡通气的影响,有助于保持肺泡通气和血液循环之间的匹配,减少肺不张的

发生^[21]。最后,内固定手术还能够缩短胸廓恢复的时间,减少胸廓的限制,促进患者尽早进行咳嗽、深呼吸和活动,有助于预防肺部感染和肺不张的发生。

综上所述,相对于肋骨外固定护板,形状记忆环抱接骨板在治疗老年双侧多发肋骨骨折中表现出更好的临床疗效和更低的并发症发生率,同时患者术后康复时间更短,具有更优越的治疗效果。但是本研究也存在不足:首先,本研究的样本量相对较小,有必要扩大样本量以提高研究结果的可信度;其次,本研究是一项单中心研究,可能存在选择性偏倚,因此需要多中心研究来验证;最后,本研究缺乏长期随访数据,有必要进行长期随访进一步验证形状记忆环抱接骨板的远期疗效。

参考文献

- [1] Sarode A L, Ho V P, Pieracci F M, et al. The financial burden of rib fractures: national estimates 2007 to 2016 [J]. *Injury*, 2021,52(8):2180-2187.
- [2] Wijffels M, Prins J, Polinder S, et al. Early fixation versus conservative therapy of multiple, simple rib fractures (FixCon): protocol for a multicenter randomized controlled trial [J]. *World J Emerg Surg*, 2019,14:38.
- [3] Hoepelman R J, Beeres F, Heng M, et al. Rib fractures in the elderly population: a systematic review [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023,143(2):887-893.
- [4] Christie D B, Nowack T E, Nonnemacher C J, et al. Surgical stabilization of rib fractures improves outcomes in the geriatric patient population [J]. *Am Surg*, 2022,88(4):658-662.
- [5] Choi J, Kaghazchi A, Sun B, et al. Systematic review and meta-analysis of hardware failure in surgical stabilization of rib fractures: who, what, when, where, and why? [J]. *J Surg Res*, 2021,268:190-198.
- [6] Fonacier F S, Chan H K, Ugalde I. Pediatric scapular fractures and associated injuries following blunt chest trauma [J]. *Am J Emerg Med*, 2022,52:196-199.
- [7] Wu H, Jiang P, Li L, et al. Study on shape memory alloy embracing fixator in treatment of the proximal clavicle fracture [J]. *Biotechnol Genet Eng Rev*, 2024,40(3):2796-2802.
- [8] Pérez Castro P, Undurraga Machicao F, Santolaya Cohen R, et al. Minimally invasive management of traumatic lung herniation [J]. *J Surg Case Rep*, 2017,2017(7):rjx130.
- [9] 孔令文,黄光斌,易云峰,等. 创伤性肋骨骨折手术治疗中国专家共识(2021版) [J]. *中华创伤杂志*, 2021,37(10):865-875.
- [10] Kong L W, Huang G B, Yi Y F, et al. Chinese experts' consensus on surgical treatment of traumatic rib fractures (2021 version) [J]. *Chin J Traumatol*, 2021,37(10):865-875.
- [10] Freitag P, Bechmann C, Eden L, et al. Surgical stabili-

- zation of serial rib fractures is advantageous in patients with relevant traumatic brain injury [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022,48(4):3237-3242.
- [11] Ko C, Yang M, Byun T, et al. Design factors of femur fracture fixation plates made of shape memory alloy based on the Taguchi method by finite element analysis [J]. Int J Numer Method Biomed Eng, 2018,34(5):e2967.
- [12] Müller C W, Pfeifer R, El-Kashef T, et al. Electromagnetic induction heating of an orthopaedic nickel-titanium shape memory device [J]. J Orthop Res, 2010,28(12):1671-1676.
- [13] Khodabakhsh Majd M, Bahrami M, Haghbin Nazarpak M, et al. Computational modeling of nickel-titanium orthopedic staples in the treatment of a fractured scaphoid: effects of staple bridge configuration [J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2023,141:105777.
- [14] Guo W, Yang Y, Liu C, et al. 3D printed TPMS structural PLA/GO scaffold: process parameter optimization, porous structure, mechanical and biological properties [J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2023,142:105848.
- [15] Amponsah G, Gorleku P N. Bony injuries in trauma patients diagnosed by radiological examination [J]. Ghana Med J, 2015,49(2):97-101.
- [16] Yoon Y C, Kim J, Cho J W, et al. Simple guidelines for evaluating intraoperative alignment after the reduction of intertrochanteric fractures [J]. Asian J Surg, 2021,44(1):66-71.
- [17] Zhou X, Zhang D, Xie Z, et al. Application of 3D printing and framework internal fixation technology for high complex rib fractures [J]. J Cardiothorac Surg, 2021,16(1):5.
- [18] Xiong Y, Du Q, Wang Z, et al. Shape memory embracing fixator for Vancouver type B and type C periprosthetic femoral fractures [J]. Acta Orthop Belg, 2014,80(3):365-371.
- [19] 王延祥,章云童,汤洋,等. 镍钛记忆合金弓齿钉辅助锁定钢板内固定治疗粉碎性胫骨平台骨折 [J]. 中国骨伤,2013,26(7):601-604.
Wang Y X, Zhang Y T, Tang Y, et al. Treatment of comminuted fracture of tibial plateau with ni-ti shape memory alloy bow-teeth screws combined with locking plate internal fixation [J]. Chin J Orthopaed Traumatol, 2013,26(7):601-604.
- [20] 吴贵佑,于前进,朱红伟,等. 股骨头置换与内固定治疗高龄不稳定转子间骨折的比较研究 [J]. 中国骨伤,2021,34(10):895-900.
Wu G Y, Yu Q J, Zhu H W, et al. Comparative study of femoral head replacement and internal fixation in the treatment of unstable intertrochanteric fractures in the elderly [J]. Chin J Orthopaed Traumatol, 2021,34(10):895-900.
- [21] Rogers F B, Larson N J, Rhone A, et al. Comprehensive review of current pain management in rib fractures with practical guidelines for clinicians [J]. J Intensive Care Med, 2023,38(4):327-339.

片语健康

饥饿

饥是驱动摄食的冲动。缺乏食物时,胃产生饥饿素(Ghrelin)。饥饿素经血流进入大脑,激活表达在下丘脑的饥饿素神经元上的饥饿素受体,诱导饥饿感。饥饿感激发觅食行为^[1]。

饱是食物充足的感觉。进食后,白色脂肪组织分泌瘦素。瘦素经血流进入大脑,抑制下丘脑神经细胞释放神经肽Y(Neuropeptide Y, NPY)和催吐相关肽(Agouti-related peptide, AgRP),同时促进 α -黑色素细胞刺激激素(α -melanocyte-stimulating hormone, α -MSH)的合成。NPY和AgRP均诱导摄食, α -MSH抑制饥饿感。

饥饿调节进食相关的能量平衡(Energy homeostasis)^[2]。人的体质量调节倾向于维持能量平衡。现代高热量饮食和锻炼缺乏倾向破坏这种平衡,使体质量设定点升高。设定点升高增强饥饿感,饥饿感持续增强的结果是情绪化进食和肥胖^[3]。

参考文献

- [1] Ayres J S. The biology of physiological health [J]. Cell, 2020,181(2):250-269.
- [2] Lingvay I, Cohen R V, Roux C, et al. Obesity in adults [J]. Lancet, 2024,404(10456):972-987.
- [3] Marks D F. Homeostasis theory of well-being [J]. J Health Psychol, 2024,29(7):721-733.

(作者:于永利)