

创伤性肋骨骨折治疗进展及未来展望

石尚哲¹ 赛喜雅拉图² 通讯作者

1. 内蒙古民族大学临床医学院

2. 内蒙古民族大学附属医院胸心外科

DOI:10.32629/bmtr.v8i2.18867

[摘要] 肋骨骨折的手术治疗近年来普及，但仍具争议，因患者在流行病学上差异较大。本文综述了肋骨骨折的治疗方法及其长期结局，特别是手术治疗。CT已被确认为最有效的检测手段，高达50%的肋骨骨折在其他成像方式中被遗漏。非手术治疗仍是基础，使用患者定制的多模式疼痛管理。对于伴胸壁不稳定或生理紊乱的移位性骨折，需在72小时内进行手术治疗，创伤性脑损伤(TBI)和肺挫伤不是严格禁忌症，钢板接骨术是常规方法。肋骨骨折的手术稳定(SSRF)目前仅适用于特定患者，相关研究仍在继续。未来可能包括经皮肋间神经冷冻消融、3D打印和生物可吸收材料的应用。

[关键词] 肋骨骨折；胸部损伤；非手术治疗；肋骨骨折的手术稳定(SSRF)

中图分类号：R683.1 文献标识码：A

Progress in the Treatment of Traumatic Rib Fractures and Future Prospects

Shangzhe Shi¹, Saixiala Tu² Corresponding Author

1. Clinical Medical College of Inner Mongolia University for Nationalities

2. Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Affiliated Hospital of Inner Mongolia University for Nationalities

[Abstract] Surgical treatment for rib fractures has become more widespread in recent years, but it remains controversial due to significant variability in patient demographics. This review summarizes treatment methods and long-term outcomes for rib fractures, with a particular focus on surgical interventions. CT has been identified as the most effective diagnostic tool, with up to 50% of rib fractures being missed on other imaging modalities. Non-surgical treatment remains the foundation, utilizing patient-specific multimodal pain management. For displaced fractures with concomitant chest wall instability or physiological derangements, surgical intervention should be performed within 72 hours. Traumatic brain injury (TBI) and pulmonary contusion are not strict contraindications, and plate osteosynthesis is the standard approach. Surgical stabilization of rib fractures (SSRF) is currently only applicable to select patients, and research on this topic is ongoing. Future developments may include percutaneous intercostal nerve cryoablation, 3D printing, and the use of bioabsorbable materials.

[Key words] Rib fractures; thoracic injuries; non-operative management; surgical stabilization of rib fractures (SSRF)

引言

肋骨骨折是胸部创伤中最常见的，严重程度从孤立性骨折到连枷胸不等，尤其在多发创伤患者中。尽管胸部创伤通常紧急，但大多数损伤可通过非手术治疗或必要时手术干预缓解。肋骨骨折的手术治疗近年来变得更为普及，但仍存在争议。由于肋骨骨折患者之间的显著差异，流行病学数据中存在较大变异，这使得肋骨骨折治疗难以采取统一的方案。因此，本叙述性综述旨在概述肋骨骨折的不同治疗策略和（长期）结局。

1 胸部损伤的初步评估与诊断

目前，影像学检查为常见的诊断措施，其中多见的为数字X线摄影(DR)，在实际应用之中，其具有一定局限性，难以掌握隐匿性骨折情况，漏诊率高^[1]。随着CT技术在临床发展，基于多层螺旋CT三维重建技术，在骨折部位上，经多角度方向干预下，诊断率较高^[1]。此外，CT可全面评估胸部，识别肺挫伤、膈肌破裂及肺实质滞留等损伤。三维(3D)重建也有助于术前规划。

2 保守治疗

保守治疗是大多数胸部损伤的标准治疗，可以避免手术并发症。未手术固定的肋骨骨折可能导致假关节和慢性疼痛，而保守治疗的关键在于有效的疼痛控制，以防呼吸不足和肺部并发症。Peck 及其同事的一项系统综述发现，硬膜外镇痛相比其他方式（如静脉镇痛和（局部）区域阻滞）能提供更有有效的疼痛缓解，尽管在重症监护室（ICU）住院时间、机械通气和肺部并发症方面没有观察到差异。Jensen 及其同事的另一项研究预测，在一根或多根肋骨骨折的患者中，胸部硬膜外镇痛可以将死亡率降低至 3%。在存在禁忌症的情况下，如使用特定的抗凝剂，可以参考胸竖脊肌平面阻滞或椎旁阻滞，其效果可能相当。然而，有不同的研究质疑硬膜外导管的有效性和安全性^[2]。尽管采取了保守治疗，但持续高疼痛评分应考虑手术治疗。

目前，已经开发了不同的评分系统来识别有不良结果风险的患者。这些包括 SCARF 和 BATTLE 评分，并且可以指导治疗决策。评分系统预测不良结局的因素包括年龄、肋骨骨折数量、慢性肺病、抗凝剂使用、氧饱和度、呼吸频率增加、高疼痛评分和咳嗽不充分，推动更积极的管理。胸部创伤严重程度评分（TTSS）在预测伴肺挫伤的肋骨骨折并发症方面具有优势，而肋骨骨折评分（RFS）在无肺挫伤患者中最为有效。

3 手术治疗

过去二三十年，肋骨骨折的手术稳定（SSRF）尤其在连枷胸中，逐渐比保守治疗更受欢迎^[3]。总的来说，SSRF 主要通过缓解呼吸系统问题推动手术管理，荷兰医疗人员通过 MIDI 问卷确认了实施 SSRF 的障碍和促进因素。尽管非连枷胸患者对 SSRF 存有质疑，但研究显示，即使是孤立性肋骨骨折，患者的生活质量较差且发病率增加，仍为特定患者提供了手术固定的机会。胸壁损伤协会（CWIS）由多领域专家组成，致力于为肋骨骨折患者提供最佳治疗方案，并发布了关于 SSRF 适应症、时机、手术方法和固定模式的循证共识指南^[3]。

3.1 适应症及禁忌症

CWIS 为通气和非通气患者提出了不同的 SSRF 适应症建议，通常适用于胸壁不稳定（如连枷胸、临床不稳定或反常胸部运动）、三处或更多移位的肋骨骨折（移位超过 50%）、伴有多种肺生理紊乱（如高呼吸频率、疼痛评分高）或无法脱离通气的情况。自 CWIS 指南发布以来，新的证据表明，尽管 TBI 是急性呼吸系统结局的驱动因素^[4]，SSRF 对同时存在多发性肋骨骨折和重度至中度 TBI 的患者仍有益处。研究表明，SSRF 没有显著的并发症风险，与常规非手术治疗相比，SSRF 可降低严重 TBI 患者的 30 天死亡率^[5]。但是当

肋骨骨折合并胸部以外其他致命损伤时，采取损害控制外科原则优先处理致命伤和初期复苏，条件允许再考虑行 SSRF，即 3—7d 内手术为宜^[6]。

目前，根据中国专家共识认为，SSRF 的禁忌症为：（1）单个肋骨骨折且骨折断端对位良好；（2）脊柱损伤以及血流动力学不稳定的患者应待情况稳定再行 SSRF。但是，严重的肺挫伤与重度颅脑损伤不应该被认为是 SSRF 的绝对禁忌症，而应该根据患者个体情况再决定是否进行手术治疗^[6]。

3.2 手术时机

手术修复肋骨骨折的时机至关重要，需要考虑炎症反应和骨痂生成。骨折随着时间推移会移位，影响解剖重建。根据 CWIS 指南和 Prins 等人的研究，SSRF 应尽早进行（24 小时内），对于非通气患者，最好在 72 小时内完成。在通气患者中，若伴有复杂肋骨骨折和呼吸衰竭/呼吸机依赖，应在 72 小时内对两种连枷情况实施 SSRF。但对于脊柱、血管损伤、肺挫伤或腹部开放等高优先级损伤，以及血流动力学不稳定的患者，建议优先处理，尤其是肺挫伤被视为相对禁忌症，因为肺部并发症更可能与挫伤本身相关。Lagazzi 及其同事的研究表明，无论肺挫伤的严重程度如何，建议在 72 小时内早期实施 SSRF，因为这与住院和 ICU 住院时间的减少相关，且相比晚期 SSRF，计划外插管或气管造口术的发生率更低。Van Wijck 及其同事的后续研究表明，在三个或更多移位肋骨骨折或连枷节段的患者中，肺挫伤与较差的 SSRF 结局无关^[4]。他们表明，SSRF 与轻度至中度肺挫伤患者的良好预后相关。但对于严重肺挫伤患者，应个体化考虑是否进行 SSRF，因为手术与非手术治疗结果无差异。无论 SSRF 的适应症和时机如何，治疗选择仍存在争议，因为每个患者和创伤情况不同，外科医生的技术和资源也有影响。

3.3 手术入路

传统的 SSRF 使用大切口暴露，可能导致肌肉和神经剥离、血管损伤及并发症如疤痕、功能受限、麻木和感染。目前，SSRF 可通过视频辅助胸腔镜手术（VATS）进行，提供广泛的胸壁视野，虽然非强制性，但 VATS 已被证明有效、安全，能识别并修复额外的肺或纵隔病理情况，并排空如血胸等。研究表明，与仅在选定病例中使用单门腔 VAT 相比，常规在 SSRF 中增加单门腔 VAT 治疗严重移位肋骨骨折或连枷胸并未显著识别更多隐性胸内损伤。尽管如此，VATS 仍能识别临床相关肋骨骨折，因为并非所有骨折都需接骨术稳定。结合术中胸部触诊，可精确识别骨折并选择无创伤入路。VATS 辅助 SSRF 具有视频引导局部麻醉放置的优势，对肋骨骨折治疗及胸管放置至关重要，同时能增强骨折可视化，确保更精确的识别。与胸外钢板放置相比，它将钢板置入肋骨内皮层，可能促进更好的骨折愈合和疼痛控制^[7]。人们可

以采用单操作孔 VATS, 而非多操作孔 VATS 进行胸腔内手术。尽管目前关于这种单门户 VATS SSRF 方法的数据有限, 其地位有望在未来几年得到阐明。VATS 逐渐被接受用于肋骨固定, 已有关于 VATS 与开胸术治疗 SSRF 的比较研究, 孙灿等^[8]证实胸腔镜下胸内固定术治疗多发肋骨骨折具有创伤小、疼痛轻、恢复快、临床效果确切等优点, 值得临床推广。

3.4 固定方式

肋骨骨折修复需满足强度刚度(恢复胸壁稳定)、组织相容性好的要求, 目前无完全符合产品, CWIS 建议多处骨折尽量稳定所有部位。外皮质钢板与髓内支柱均可用于手术固定(无前者更优的临床证据), 但髓内支柱植入棘手、锚点少且无远端固定, 效果不及钢板, 而钢板固定耗时。另有镍钛合金板/夹(如镍钛肋骨板), 利用形状记忆合金特性, 冷却可延展、体温下相变复原, 无需手动弯折。

双皮质固定用于提供最佳刚度以促进骨愈合, 但单皮质方法可减少双皮质可能引发的胸内器官损伤风险, 特别是气胸风险。为单皮质入路设计的系统(如 KLS Martin Group 的 L1®肋骨系统)放置会聚螺钉, 目的是契合双皮质入路的生物力学特性, 包括拔出力。

克氏针与 Judet 支柱均为肋骨固定器械, 克氏针适用于非骨折肋骨固定, 虽缩短手术时间, 但术后发病率高、复位稳定性不足且易损伤周围组织, 目前已基本淘汰。

生物可吸收假体用于骨折固定并非新发展, 主要用于其他外科领域。这些由聚-L-丙氨酸和羟基磷灰石组成的板材具有促进骨愈合的骨传导特性, 提供足够强度和刚度, 直到骨折愈合, 且由于缓慢吸收, 机械应力逐渐转移到骨, 减少了应力屏蔽和手术移除异物的需要。这种生物可吸收微型钢板和螺钉在外科肋骨骨折稳定中显示出良好的临床应用^[9], 它被视为 SSRF 领域的一项革命性新技术。只有少数研究实施了生物可吸收板来进一步促进肋骨骨折的骨愈合。虽然生物可吸收接骨板仍然存在稳定性问题, 然而, 这些内固定材料可能成为未来发展的关键方向。

3.5 结果

10.3%的病例报告了手术和植入物相关并发症的总体风险, 2.2%的病例报告了伤口感染, 1.3%的病例报告了骨折相关并发症^[10]。然而, SSRF 后的发病率和死亡率风险因素包括年龄以及骨折肋骨的数量, 在文献中的报道不一致。因此, 识别可靠的预测因素对肋骨骨折患者的临床预后至关重要, 目前已开发了各种评分系统, 可能有助于早期实施治疗策略。

文献显示^[11], SSRF 后患者短期临床结局较好, 疼痛和呼吸相关并发症/再入院较少, 出院率更高, 呼吸机时间、气管造口术和住院费用减少。目前, 更多研究正在探讨 SSRF 的长期益处。接受 SSRF 治疗的肋骨骨折患者通常能恢复正

常生活或与受伤前相同的工作, 除了植入物刺激外, 几乎没有限制。然而, 大多数研究排除了 80 岁及以上的患者亚组, 已经表明, 特别是在该亚组中, SSRF 与死亡率降低独立相关^[12]。因此, 需要更多随机对照试验来选择特定患者。目前, 文献中已有关于严重胸壁损伤手术与非手术治疗的随机对照试验。虽然这些研究显示, 接受手术的患者并发症风险较低, 通气需求、重症监护住院时间较少, 因此手术治疗后的医疗资源使用较少^[13], 然而, 大多数重度胸壁损伤患者在术后 1 个月仍会出现中度至剧烈疼痛, 并且体力活动受限^[14]。

4 未来展望

周围神经阻滞的当前潜力被认为在未来超过神经轴技术。在 SSRF 中, 肋间神经冷冻消融已被证实是一种有效的疼痛管理方法, 其前提是与 SSRF 传统疼痛管理方案相比, 通过减少住院时间和 ICU 住院时间以及减少麻醉剂消耗来实现成本效益。尽管 SSRF 的主要适应症是通过稳定骨折缓解疼痛, 但在 SSRF 中加入冷冻镇痛可能感觉过度。对于稳定的单侧肋骨骨折和高疼痛评分的患者, 比较冷冻镇痛与 SSRF 作为治疗方法将是可能的。因此, 未来研究应探讨冷冻镇痛单独治疗肋骨骨折疼痛的效果。SSRF 成功的关键因素之一是胸壁的充分重建, 确保胸腔在呼吸过程中适当扩张和收缩。由于肋骨形状复杂, 完全适应骨折肋骨解剖结构的固定装置仍具有挑战性。目前, 已有多项研究报道了利用 CT 扫描数据进行术前 3D 打印的应用, 从各个角度提供了对骨折本身以及肋骨特定解剖结构的更多见解。3D 打印模型可用于预弯曲板材和定制固定装置, 节省手术时间并减少固定失败。然而, 迄今为止, 尚不清楚其是否能改善患者预后及其成本效益。

5 结论

创伤性胸部损伤后的肋骨骨折可通过定制的多模式疼痛管理和手术稳定有效治疗, 重点在于多学科方法和疼痛缓解。应减少对一刀切解决方案的关注, 更多关注未来发展, 如经皮肋间神经冷冻消融、3D 打印技术和生物可吸收材料的应用, 这些可能为肋骨骨折患者带来最大益处。

[参考文献]

[1]张方乐,郭永杰,陈冲,等.DR片与多层螺旋CT三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用价值比较[J].临床医学,2024,44(11):92-94.

[2]Bachoumas K, Levrat A, Le Thuaut A, et al. Epidural analgesia in ICU chest trauma patients with fractured ribs: retrospective study of pain control and intubation requirements[J]. Ann Intensive Care 2020;10:116.

[3]Sermonesi G, Bertelli R, Pieracci F M, et al. Surgical stabilization of rib fractures (SSRF): the WSES and CWIS

position paper[J]. World journal of emergency surgery: WJES, 2024, 19(1): 33.

[4]Van Wijck SFM, Pieracci FM, Smith EF, et al. Rib fixation in patients with severe rib fractures and pulmonary contusions: Is it safe?[J]. J Trauma Acute Care Surg 2022;93:721-6.

[5]Prins JTH, Van Lieshout EMM, Ali-Osman F, et al. Outcome after surgical stabilization of rib fractures versus nonoperative treatment in patients with multiple rib fractures and moderate to severe traumatic brain injury(CWIS-TBI)[J]. J Trauma Acute Care Surg 2021;90:492-500.

[6]中华医学会创伤学分会、中国医师协会创伤外科医师分会.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.

[7] Mischler D, Schopper C, Gasparri M, et al. Is intrathoracic rib plate fixation advantageous over extrathoracic plating?[J]. A biomechanical cadaveric study. J Trauma Acute Care Surg 2022;92:574-80.

[8]孙灿,刘炳春,翟春波,等.胸腔镜胸内固定术与传统开胸手术治疗多发肋骨骨折的疗效比较[J].中国微创外科杂志,2024,24(7):488-493.

[9]Xue H, Zhang Z, Liu M, et al. Finite element analysis of different fixation methods of screws on absorbable

plate for rib fractures[J]. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2022, 10: 960310.

[10]Peek J, Beks RB, Hietbrink F, et al. Complications and outcome after rib fracture fixation: A systematic review. J Trauma Acute Care Surg 2020;89:411-8.

[11]Shiroff AM, Wolf S, Wu A, et al. Outcomes of surgical versus nonsurgical treatment for multiple rib fractures: A US hospital matched cohort database analysis[J]. J Trauma Acute Care Surg 2023;94:538-45.

[12]Pieracci FM, Leasia K, Hernandez MC, et al. Surgical stabilization of rib fractures in octogenarians and beyond what are the outcomes?[J]. J Trauma Acute Care Surg 2021;90:1014-21.

[13]Hisamune R, Kobayashi M, Nakasato K, et al. A meta-analysis and trial sequential analysis of randomised controlled trials comparing nonoperative and operative management of chest trauma with multiple rib fractures[J]. World journal of emergency surgery: WJES, 2024, 19(1): 11.

[14]Meyer DE, Harvin JA, Vincent L, et al. Randomized Controlled Trial of Surgical Rib Fixation to Nonoperative Management in Severe Chest Wall Injury[J]. Ann Surg 2023;278:357-65.

作者简介：

石尚哲（1999-），男，汉族，内蒙古自治区兴安盟人，在读硕士，内蒙古民族大学，学生，研究方向为胸心外科。