

弹性髓内钉治疗锁骨骨折的研究进展

张国帅^{1,2}, 周煜虎^{2*}

¹延安大学医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院创伤骨科, 陕西 延安

收稿日期: 2025年8月26日; 录用日期: 2025年9月19日; 发布日期: 2025年9月28日

摘要

随着科学的发展以及交通工具的广泛使用, 高能量损伤造成的锁骨骨折逐渐增多。过去人们大多只追求骨折处的愈合, 所以多采用非手术治疗, 例如用八字绷带、反八字绷带等外固定方式来保守治疗, 后来研究发现部分锁骨骨折患者经保守治疗后, 骨不连的发生概率要高于手术治疗的患者。因此, 越来越多的患者开始接受手术治疗, 既可以达到解剖复位, 也可以降低骨不连的风险, 手术多采用钢板进行固定。而随着医学的发展, 弹性髓内针被逐渐地应用于一些符合条件的锁骨骨折的治疗中, 其骨膜剥离少, 对血运的影响小, 并且刀口相对于钢板固定来说更小, 符合人们追求美的心理。本文就弹性髓内钉治疗锁骨骨折的研究进展进行综述。

关键词

弹性髓内钉, 锁骨骨折, 研究进展

Research Progress on the Treatment of Clavicular Fractures with Elastic Intramedullary Nails

Guoshuai Zhang^{1,2}, Yuhu Zhou^{2*}

¹Medical College of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²Trauma and Orthopedics Department of the Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: August 26, 2025; accepted: September 19, 2025; published: September 28, 2025

Abstract

With the development of science and the widespread use of transportation, clavicle fractures caused

*通讯作者。

by high-energy injuries have gradually increased. In the past, people mostly pursued the healing of fractures, so non-surgical treatments were commonly used, such as external fixation methods like figure-of-eight bandages and reverse figure-of-eight bandages. However, subsequent studies have found that the incidence of nonunion in some clavicle fracture patients after conservative treatment is higher than that in patients who undergo surgical treatment. Therefore, more and more patients have begun to accept surgical treatment, which can not only achieve anatomical reduction but also reduce the risk of nonunion. Plates are mostly used for fixation in such surgeries. With the advancement of medicine, elastic intramedullary nails have gradually been applied in the treatment of clavicle fractures that meet certain criteria. They cause less periosteal stripping, have a smaller impact on blood supply, and result in smaller incisions compared to plate fixation, which aligns with people's pursuit of aesthetic outcomes. This article reviews the research progress of elastic intramedullary nail in the treatment of clavicle fractures.

Keywords

Elastic Intramedullary Nail, Clavicular Fracture, Research Progress

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

锁骨骨折是人体最常见的一种骨折, 占人体骨折的 5%~10% [1]。传统的治疗方法主要包括保守治疗和切开复位内固定术(如使用钢板、螺钉等)。保守治疗虽避免了手术创伤, 但存在骨折愈合不良、畸形愈合、骨不连等风险; 切开复位钢板内固定虽能提供较好的骨折复位和固定效果, 但手术创伤大, 可能导致软组织损伤、感染、神经血管损伤等并发症, 且钢板取出后存在应力遮挡导致再骨折的风险。

弹性髓内钉技术作为一种微创手术方式, 近年来在锁骨骨折治疗中逐渐得到应用和推广。其具有切口小、软组织损伤少、骨折愈合快、美观等优点, 为锁骨骨折的治疗提供了新的选择。本文就弹性髓内钉治疗锁骨骨折的研究进展进行综述, 更好地指导锁骨骨折的临床治疗。

2. 弹性髓内钉的基础特性与固定原理

弹性髓内钉通常由钛合金或不锈钢制成, 具有良好的生物相容性和弹性。外形为细长的弧形钉体, 两端有钝头或螺纹设计, 便于插入和固定。钉体可在一定范围内弯曲变形, 能适应骨骼的生理弧度和微动需求。通过骨髓腔内插入, 手术创伤小, 对骨膜和周围软组织干扰少。根据骨折部位和骨骼直径, 可选择不同长度、直径的型号。弹性髓内钉通过“三点固定”和“弹性加压”实现骨折稳定, 在骨折两端的骨髓腔内插入钉体, 钉体弧形部分与骨髓腔内壁贴合, 形成交叉或对称支撑。钉体的两端和弧形顶点分别与骨髓腔内壁接触, 通过张力和压力平衡, 限制骨折端的移位(如旋转、成角)。钉体的弹性特性可在骨折愈合过程中提供持续的轻微压力, 促进骨折端的接触和骨痂生长, 同时避免过度刚性固定导致的骨吸收[2]。

3. 手术方法

采用臂丛神经阻滞麻醉, 麻醉满意后患者取仰卧位, 患侧肩胛部垫高约 4~5 cm, 在距胸锁关节内侧 1.0 cm 处作一长约 1.0~1.5 cm 横形切口, 钝性分离至锁骨表面, 垂直于骨皮质插入开孔骨锥, 缓慢旋转骨锥刺入骨皮质, 进入方向与骨干成 45°, 取一直径 2.5 mm 或 3.0 mm 弹性髓内钉, 在其头部 4 cm 处适

当预弯略成“C”形,将髓内钉安装于插入器并拧紧,将弹性髓内钉经开孔处插入锁骨髓腔,旋转 180° 后缓缓旋转进入至断端平齐,用两把复位钳在距离远、近骨折端约1 cm处夹持锁骨干,以双锁骨钳夹持并配合手法复位后维持,嘱助手将弹性髓内钉旋转进入锁骨远端;C臂机透视下观察髓内钉进入锁骨远端的长度,内固定良好后去除插入器,检查固定相对可靠后,将弹性钉尾留于骨质外0.5 cm,剪断多余钉尾部分,残端埋于皮下,缝合钉眼伤口[3]。

4. 适应症与禁忌症

4.1. 适应症

适用人群:主要针对儿童及青少年(通常16岁以下)的锁骨骨折,尤其适合骨骼尚未发育成熟、髓腔形态适合髓内钉置入的患者[4][5]。

骨折类型:闭合性锁骨中段骨折,且骨折端无明显粉碎、移位程度较轻(如横形、短斜形骨折)[4][5]。

部分轻度粉碎性锁骨骨折(粉碎骨块较小且无明显分离,不影响骨折稳定性重建)。

手法复位后不稳定、易再次移位的锁骨骨折,需内固定维持复位效果。

4.2. 绝对禁忌症

开放性锁骨骨折(存在皮肤破损、创口污染,髓内钉置入可能增加感染风险)[6]。

严重粉碎性锁骨骨折(骨折块数量多、分离明显,髓内钉无法提供有效支撑,易导致固定失败)。

锁骨骨折合并严重血管、神经损伤[7]。

患者存在严重的全身性感染、凝血功能障碍,无法耐受手术。

4.3. 相对禁忌症

成人锁骨骨折(成人骨骼髓腔较粗、骨质强度高,弹性髓内钉的固定强度可能不足,易出现松动、骨折愈合不良,通常优先选择钢板螺钉等更稳固的固定方式)。

锁骨两端骨折(如锁骨近端、远端骨折,髓内钉置入难度大,且固定稳定性差,难以满足临床需求)。

患者存在严重骨质疏松。

5. 临床疗效对比研究

5.1. 与非手术治疗的对比

传统观点认为,锁骨中段骨折,无论移位与否,均可以通过保守治疗,比如八字绷带等,获得满意的结果。当前认为保守治疗更适合于青枝骨折、不能耐受手术者及无移位骨折病人的临床治疗。

尽管在过去很长一段时期内非手术治疗为锁骨骨折的主要治疗方式,且达到了较高的愈合率及不错的功能恢复,但最近的研究发现骨不连的发生率较高。相关Meta分析发现,非手术治疗的锁骨中段骨折不愈合率为15.2%,钢板螺钉内固定组为1.6%[8][9]。因此,对于骨折不愈合风险高的病人应选择手术治疗,而骨折不愈合风险低的病人可以选择保守治疗。骨折不愈合的高危因素有粉碎性骨折、大于2 cm的明显移位骨折、高龄和吸烟。此外,非手术治疗的病人存在较高的临床症状风险,如疼痛、力量丧失。对于锁骨骨折的患者,保守治疗过程中骨折断端如果有明显的旋转和短缩,后期还是会残留锁骨的短缩和畸形愈合。所以对于错位严重、旋转、短缩、畸形明显的锁骨骨折,应该积极采用手术治疗。随着弹性髓内钉广泛应用于各类骨折的治疗,其微创化、对骨折血供影响小、患者易耐受、并发症少等优点已得到一致认同[10]。所以弹性髓内钉应用于锁骨骨折的治疗可以获得满意的疗效[11]。

5.2. 与钢板螺钉内固定的对比

钢板螺钉内固定可以达到绝对稳定, 立即减轻疼痛, 以及术后早期活动[12]。钢板一般放置于锁骨上方, 此位置可以提供最好的稳定性。钢板最好选用锁骨解剖钢板, 可以动力加压, 骨折每端至少 3 孔并穿透两侧皮质, 以保证良好的固定效果。锁定钢板对于骨质疏松的患者, 在固定骨折上更显优势。因为螺钉跟钢板之间锁定, 在放置钢板的时候, 避免了过多剥离骨膜, 有利于骨折的愈合。重建钢板可能导致骨不连的可能性增加, 所以现在已经很少应用了。钢板螺钉内固定的并发症包括: 感染、钢板断裂、切口瘢痕增生、内固定松脱、骨折不愈合, 取出钢板后再骨折[12], 以及罕见的血管、神经损伤。而弹性髓内钉内固定术在手术时间、切口长度、术中出血量和术后骨折愈合时间等方面均优于钢板螺钉内固定术, 且并发症发生率无明显增加[13]。弹性髓内钉内固定手术的切口小, 患者术后疼痛轻且术区基本无瘢痕, 尤其适合年轻女性及青少年患者对美容效果的要求[14]。弹性髓内钉治疗锁骨骨折也可以在骨折断端不切开的情况下完成, 这样就最大限度地保留了骨折处的血供及骨膜的完整性, 也避免了因骨折处需切开, 伤口感染, 甚至骨髓炎的风险[15], 弹性髓内钉能及时为骨折断端提供稳定。所以弹性髓内钉应用于锁骨骨折的治疗可以获得满意疗效。

6. 并发症及应对策略

6.1. 钉尾刺激或皮肤激惹

钉尾突出于皮肤表面, 引起局部疼痛、红肿、皮肤磨损, 甚至感染[16]。可能是由于钉体长度选择不当或过长、钉尾留取过多, 或患者体型较瘦、皮下组织少。通过术前精准测量锁骨长度, 选择合适型号的髓内钉, 确保钉尾埋于皮下或仅露出少量, 可降低此并发症发生的概率[17]。若已出现刺激, 可局部热敷、换药护理; 严重时需提前取出钉尾或整个髓内钉[18]。

6.2. 骨折移位或畸形愈合

术后骨折端可能出现成角、短缩或旋转移位, 影响愈合后外观及功能[19]。可能是由于钉体直径不足、固定强度不够, 或术后过早负重、活动不当。通过术中确保钉体直径与骨髓腔匹配, 术后指导患者避免过早负重, 佩戴肩带保护 4~6 周, 可降低此并发症发生的概率; 若移位明显, 需再次手术调整。

6.3. 神经血管损伤

术中或术后出现上肢麻木、疼痛、血运障碍(如皮肤苍白、皮温降低)[20]。可能是由于插入钉体时操作不当, 损伤锁骨周围的神经或血管。通过术中严格遵循操作规范, 在透视引导下插入钉体, 避开锁骨下血管和臂丛神经走行区域, 可降低此并发症发生的概率。若出现症状, 立即停止操作, 必要时手术探查松解, 给予神经营养药物。

6.4. 感染

手术部位红肿、发热、渗液, 严重时出现脓性分泌物, 伴全身发热[21]。可能是由于术中无菌操作不严格, 或术后钉尾刺激导致皮肤破损继发感染。通过术中严格无菌操作, 术后定期换药, 保持伤口清洁; 可降低此并发症发生的概率。轻度感染可局部使用抗生素软膏、口服抗生素; 严重感染需取出髓内钉, 清创引流, 联合静脉用抗生素。

6.5. 髓内钉断裂或松动

术后复查发现钉体断裂, 或钉体位置移动, 失去固定作用[22]。可能是由于钉体材料疲劳、骨折未愈

合时过度负重, 或钉体与骨髓腔匹配不佳。通过选择质量可靠的髓内钉, 术后避免骨折端过度应力, 可降低此并发症发生的概率。若出现断裂或松动, 需评估骨折愈合情况, 必要时更换内固定或延长制动时间。

7. 总结与展望

弹性髓内钉作为一种治疗锁骨骨折的微创手术方式, 其优点在于切口小、软组织损伤少、骨折愈合快、美观, 在临床应用中取得了较好的疗效。然而, 目前该技术仍存在一些问题和局限性, 需要进一步深入研究和改进。通过开展大样本、多中心、随机对照研究, 加强长期随访观察, 优化弹性髓内钉的设计和材料, 结合新技术应用等研究方向, 有望进一步提高弹性髓内钉治疗锁骨骨折的效果, 为临床治疗提供更优化的选择。在临床实践中, 医生也应根据患者的具体情况, 综合考虑各种因素, 合理选择治疗方法, 以达到最佳的治疗效果。

参考文献

- [1] 张力为, 王建忠. 成人锁骨中段骨折髓内钉治疗进展[J]. 疾病监测与控制, 2022, 16(2): 158-163+168.
- [2] 何晓宇, 王朝强, 李惠梅, 等. 锁骨骨折微创治疗体会[J]. 中国医药科学, 2019, 9(24): 27-31+145.
- [3] 张细祥, 郭颖彬. 弹性髓内钉与锁定钢板治疗锁骨中段骨折的疗效比较[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(12): 38-42.
- [4] 郑宪友. 锁骨骨折治疗: 2023 美国骨科医师学会(AAOS)临床实践指南解读[J]. 中国修复重建外科杂志, 2024, 38(8): 942-946.
- [5] 曹发奇, 刘梦非, 周武, 等. 2023 美国骨科医师学会临床实践指南: 锁骨骨折的治疗概要[J]. 临床外科杂志, 2024, 32(1): 52-54.
- [6] 魏宝军. 锁定钢板经皮微创内固定与切开复位钢板内固定在锁骨骨折中的治疗效果[J]. 婚育与健康, 2025, 31(5): 79-81.
- [7] 苏驰, 张彦, 盛志中, 等. 顺行弹性髓内钉微创内固定治疗大龄儿童完全移位锁骨中段骨折疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2025, 40(3): 309-311.
- [8] McKee, R.C., Whelan, D.B., Schemitsch, E.H. and McKee, M.D. (2012) Operative versus Nonoperative Care of Displaced Midshaft Clavicular Fractures: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **94**, 675-684. <https://doi.org/10.2106/jbjs.j.01364>
- [9] 梁杰. 钢板内固定与弹性髓内钉固定治疗移位型锁骨中段骨折的 Meta 分析[D]: [硕士学位论文]. 泸州: 西南医科大学, 2020.
- [10] Pennock, A.T., Heyworth, B.E., Bastrom, T., Bae, D.S., Boutelle, K.E., Busch, M.T., et al. (2021) Changes in Superior Displacement, Angulation, and Shortening in the Early Phase of Healing for Completely Displaced Midshaft Clavicle Fractures in Adolescents: Results from a Prospective, Multicenter Study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **30**, 2729-2737. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.05.006>
- [11] Eisenstein, E.D., Misenhimer, J.J., Kotb, A., Thabet, A.M. and Abdelgawad, A.A. (2018) Management of Displaced Midshaft Clavicle Fractures in Adolescent Patients Using Intramedullary Flexible Nails: A Case Series. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, **9**, S97-S102. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2017.06.019>
- [12] Bostman, O., Manninen, M. and Pihlajamäki, H. (1997) Complications of Plate Fixation in Fresh Displaced Midclavicular Fractures. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **43**, 778-783. <https://doi.org/10.1097/00005373-199711000-00008>
- [13] 成帅, 江善勇, 卢建树, 等. 超声在儿童前臂骨折精确引导闭合复位弹性髓内钉内固定手术中的临床探讨[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(7): 48-51+55.
- [14] 林鸿彪. 两种内固定治疗锁骨中段骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2024, 27(3): 362-365.
- [15] 张亚, 蒋学军, 李健华, 等. 弹性髓内钉治疗大龄儿童移位锁骨骨折[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(3): 434.
- [16] 黄淑伟. 钛制弹性髓内钉固定对锁骨中段骨折的影响[J]. 创伤外科杂志, 2014, 16(5): 423-425.
- [17] Kumar, M.R., Pradeep, E., Suganathan, K.D., et al. (2025) Titanium Elastic Nail System for Middle One-Third Clavicle Fractures: Impact on Functional Recovery. *Journal of Orthopaedic Case Reports*, **15**, 275-280.

- <https://doi.org/10.13107/jocr.2025.v15.i03.5410>
- [18] Jameer, S., Varun, P., Ravi, P., *et al.* (2022) Can Titanium Elastic Nails Deliver a Knockout Punch against Precontoured Locking Plates in Handling Displaced Middle Third Clavicle Fractures? *Journal of Orthopaedic Diseases and Traumatology*, **5**, 35-40. https://doi.org/10.4103/jodp.jodp_36_21
 - [19] 张帆, 吴健峰, 李敏. 弹性髓内钉与锁定钢板对锁骨骨折患者术后恢复、并发症及肩关节功能的影响[J]. 中外医学研究, 2023, 21(11): 112-115.
 - [20] 杨兵, 冼昌艳, 马大年. 基于弹性髓内钉与钢板治疗锁骨骨折的安全性及有效性对比[J]. 黑龙江医学, 2021, 45(13): 1398-1400.
 - [21] Liu, P., Chien, S., Chen, J., Hsieh, C., Chou, P. and Lu, C. (2010) Minimally Invasive Fixation of Displaced Midclavicular Fractures with Titanium Elastic Nails. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **24**, 217-223. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e3181b8ba33>
 - [22] 曾伟坤, 庞瑞明, 秦韬, 等. 微创弹性髓内钉手术治疗锁骨骨折的疗效观察[J]. 吉林医学, 2014, 35(17): 3794.