

髓内固定微创治疗第五掌骨远端骨折的研究进展

吴海林, 蒋煜文*

暨南大学珠海临床医学院(珠海市人民医院, 北京理工大学附属医院创伤骨科), 广东 珠海

收稿日期: 2025年12月27日; 录用日期: 2026年1月21日; 发布日期: 2026年1月29日

摘要

第五掌骨远端骨折(distal fifth metacarpal fracture, DFMF)多发生于头颈交界区, 常伴背侧成角。治疗旨在恢复对位对线、稳定固定、促进骨愈合并维持关节活动度, 以避免掌指关节功能障碍。目前治疗方法多样, 尚无金标准。对于移位明显、不稳定的骨折, 往往需要手术治疗, 其中髓内固定微创技术因其操作简便、软组织损伤小等优点日益受到关注。本文聚焦于髓内固定技术在第五掌骨远端骨折中的应用, 通过系统回顾相关文献, 重点分析各类髓内固定技术的操作要点、临床疗效, 辅以示意图, 并总结其优缺点, 期望为第五掌骨远端骨折的患者获得更好的临床疗效提供一定的参考和帮助。

关键词

第五掌骨远端骨折, 骨折固定术, 微创, 髓内固定

Research Progress on Minimally Invasive Intramedullary Fixation in the Treatment of Distal Fifth Metacarpal Fracture

Hailin Wu, Yuwen Jiang*

Zhuhai Clinical Medical College of Jinan University (Zhuhai People's Hospital, Department of Trauma Orthopedics of The Affiliated Hospital of Beijing Institute of Technology), Zhuhai Guangdong

Received: December 27, 2025; accepted: January 21, 2026; published: January 29, 2026

Abstract

Distal fifth metacarpal fractures (DFMF) typically occur at the head-neck junction and are frequently

*通讯作者。

associated with dorsal angulation. Treatment aims to restore anatomical alignment, achieve stable fixation, promote bone healing, and preserve joint mobility to prevent metacarpophalangeal joint dysfunction. Currently, various treatment methods are available, with no established gold standard. For significantly displaced or unstable fractures, surgical intervention is often necessary. Among surgical options, minimally invasive intramedullary fixation techniques have gained increasing attention due to their procedural simplicity and minimal soft tissue disruption. This article focuses on the application of intramedullary fixation techniques for DFMF. Through a systematic review of relevant literature, it analyzes the key technical aspects and clinical outcomes of various intramedullary fixation methods, supported by schematic diagrams, and summarizes their advantages and limitations. The goal is to provide valuable references and insights to help achieve better clinical outcomes for patients with distal fifth metacarpal fractures.

Keywords

Distal Fifth Metacarpal Fracture, Fracture Fixation, Minimally Invasive, Intramedullary Fixation

Copyright © 2026 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

DFMF 为第五掌骨头与掌骨干交界区的骨折。掌骨骨折约占手部骨折的 40%，其中第五掌骨骨折约占所有掌骨骨折的 43.5% [1]-[3]。第五掌骨骨折最常见的部位为掌骨颈，其次为掌骨干。DFMF 男性患者多见，其中 10~29 岁年龄段为高发年龄段[4]。DFMF 经典的损伤机制是：握紧的拳头用力击打物体时，轴向的暴力直接作用于第五掌指关节，导致此类骨折。骨折线常位于第五掌骨头颈交界区，且常伴有第五掌骨头向掌侧移位[5]。针对无明显移位或成角轻微的稳定性 DFMF，多可采用保守治疗，如石膏固定、支具制动或邻指包扎等，多数患者预后良好。然而，对于移位明显、不稳定的骨折，保守治疗则难以维持满意的复位，可能导致畸形愈合、手部握力下降及关节功能障碍等问题。因此，手术治疗成为此类骨折的重要选择。传统的手术方式包括经皮克氏针固定与微型钢板螺钉内固定。然而，经皮克氏针存在针道感染、需二次取出以及术后仍需一定时间外固定等弊端；而钢板固定虽能提供坚强内固定，但手术创伤较大，易致肌腱粘连与关节僵硬。鉴于上述治疗方式的局限性，近年来，髓内固定技术因其操作简便、软组织剥离少、符合微创理念等优点，日益受到临床医生的青睐。第五掌骨呈典型的长管状结构，平均长度为 44.53~65.42 mm，平均直径为 11.42~16.42 mm [6]。其管状髓腔的解剖特点为髓内固定技术提供了理想的实施基础。目前临床上针对 DFMF 的髓内固定治疗方式包括逆行髓内空心钉、逆行髓内克氏针、顺行髓内克氏针、顺行髓内弹性钉等。

2. 手术治疗指征

DFMF 的手术治疗指征主要包括：矢状位成角 $\geq 30^\circ$ 、冠状位成角 $\geq 10^\circ$ 、骨折端存在旋转移位、短缩移位超过 2 mm、开放性骨折、多发性骨折以及合并神经、血管或肌腱损伤的骨折[7] [8]。

3. 髓内固定治疗的术式

3.1. 逆行埋头髓内空心螺钉固定

逆行埋头髓内空心螺钉固定治疗 DFMF 在近十年来有较多报道[9]-[11]。该术式通常在第五掌指关节

掌骨头顶点、小指伸肌腱处做小切口, 纵向劈开伸肌腱, 进一步显露第五掌骨头顶点处的关节软骨, 闭合复位骨折后逆行置入空心钉导针, 骨折位置及导针位置良好的情况下、开口, 通常需要置入 2.5~3.0 mm 埋头空心钉, 最后缝合伸肌腱、关闭切口[12]。Ruchelsman 等采用逆行埋头髓内空心螺钉(2.4 或 3.0 mm 空心钉)固定治疗 20 例掌骨骨折患者, 平均年龄 28 岁(16~66 岁), 随访时间至少术后 3 个月; 结果所有骨折均在 6 周内获得愈合, 平均掌指关节屈曲角度为 88° (70° ~ 100°)、掌指关节屈伸活动弧度为 90° (70° ~ 105°), 平均的患手握力为健侧的 105% (58%~230%) [11]。Hassan 等的研究表明, 采用髓内空心无头加压螺钉逆行固定是治疗 DFMF 的一种优异微创方案。该技术尤其适用于掌骨颈的横形或短斜形骨折, 能最小化软组织损伤, 促进愈合。其临床疗效显著, 患者平均 5.5 周达到骨愈合, 4.7 周重返工作, 最终握力恢复至健侧的 96.1%, 总主动活动度达 250° 。与钢板相比, CHS 手术时间更短(23 分钟 vs. 42 分钟), 并发症发生率更低[13]。Supichyangur 等(2023)的前瞻性随机对照研究表明, 相较于经皮克氏针固定, 采用有限切开逆行髓内空心螺钉固定掌骨颈, 在术后早期能获得更好的掌指关节活动度, 并显著缩短患者返回工作岗位的时间(3 周 vs. 需待克氏针拔除后), 且避免了针道感染等并发症[14]。综上所述, 该术式具有微创、美观、利于早期功能锻炼和恢复、关节僵硬发生率低的优点, 但存在易损伤关节软骨、干扰掌指关节囊及伸肌腱等缺点。

3.2. 克氏针髓内固定

克氏针髓内固定治疗 DFMF 的主要方法有两种: ① 顺行髓内固定; ② 逆行髓内固定。Assi 等在一项回顾性研究中, 对 30 例 DFMF 患者采用单根顺行髓内克氏针固定。结果显示, 术前平均背倾角由 50° 矫正至术后 4.86° , 平均矫正角度达 47° 。所有患者均实现骨愈合, 平均愈合时间为 5.6 周, 手术时间仅 8.5 分钟, C 臂使用次数少, 辐射剂量低。功能评分(Quick-DASH, EQ-5D)和患者满意度均表现优异。作者认为, 单根克氏针顺行髓内固定具有手术时间短、辐射少、成本低等优势, 临床与影像学结果与双克氏针相当[15]。Chen 等比较了内侧锁定钢板与逆行髓内克氏针治疗 DFMF 的疗效。研究发现, 虽然钢板组在美观满意度更高、返工时间更短, 但手术时间更长、并发症发生率更高。两组在关节活动度、握力、Quick-DASH 评分和愈合时间上无显著差异[16]。Fan 等研究了顺行单根克氏针在青少年 DFMF 中的应用。21 例患者平均随访 16.57 个月, 背倾角由 44.49° 改善至 15.74° , 关节活动度与健侧无显著差异, 功能评分优良。尽管 1 例出现骨骺早闭, 但未导致临床畸形。研究指出, 顺行单根克氏针在青少年中安全有效, 对骨骺影响小, 尤其适用于接近骨骺成熟的患者[17]。Kim 等的一项前瞻性研究结果表明[18], 在治疗移位的 DFMF 时, 顺行性克氏针髓内固定术在早期恢复阶段较经皮逆行性克氏针髓内钉固定术具有若干临床优势, 术后 3 个月, 患者的 DASH、VAS、ROM 评估结果, 顺行髓内固定组均优于逆行髓内固定组, 但该优势在术后 6 个月时不再显著。Rivera-Saldívar 等在一项前瞻性研究中比较顺行与逆行克氏针固定。结果显示, 顺行组在术后 8 周时掌指关节屈曲角度、Quick-DASH 评分及返工时间均显著优于逆行组。逆行组出现 4 例伸肌腱损伤[19]。该术式具有微创、美观、对关节软组织干扰小、关节僵硬发生率低及操作简便的优点, 但同样存在术后需外固定制动、针道感染和二次取出手术等缺点[20]。

3.3. 克氏针 Bouquet (花束)髓内固定

1976 年, 法国学者 Foucher 等首次介绍了闭合复位、顺行髓内克氏针内固定治疗 DFMF 的术式, 并命名为“bouquet (花束)”技术[21]。Foucher 和 Manueddu 等详细介绍了该术式的细节: ① 在掌骨基底处做 2 cm 弧形切口, 皮下解剖时注意保护尺神经背侧支; ② 显露掌骨基底, 采用开口器在其尺背侧朝髓腔方向开口; ③ 取 3~4 根 0.8~1.0 mm 克氏针, 将其头部磨钝并适当折弯(10° ~ 20°)、干部轻轻折弯, 尾部折弯约 90° 度、利于把握克氏针进针方向; ④ 采用 Jahss 方法手法复位骨折, 将上述克氏针逐一经掌骨基底开口插入掌骨头, 且尽量让克氏针的方向散开、使其在掌骨头形成“花束”样的形状, 针头深达掌骨

头软骨下骨[22]; ⑤ 剪断克氏针尾部, 注意留适当长度、利于二期拔除克氏针, 关闭切口; ⑥ 通常术后 1~2 天开始活动患手, 术后 6~8 周可拔除克氏针[23]。该术式同样具备切口小、美观、固定稳定、允许早期功能锻炼的优点。但由于该术式克氏针进针点靠近小指伸肌腱及指总伸肌腱、尺神经背侧支, 因此上述结构在术中存在医源性损伤可能。李海雷等采用闭合复位、顺行双根克氏针髓内固定治疗 39 例 DFMF, 平均随访 8.4 个月(6~10 个月); 平均骨折愈合时间为 9.6 周(9~12 周), 第五掌指关节主动活动度分别为 $89.6^{\circ} \pm 2.7^{\circ}$ [24]。综合上述临床研究, 闭合复位、顺行克氏针髓内固定治疗 DFMF 能够获得良好的临床疗效。

3.4. 钛制弹性钉髓内固定

由于克氏针较硬、且弹性差, 术中插入掌骨髓腔时较难, 需适当预弯针头、并磨钝, 该方法操作相对繁琐、学习曲线较长[25]。钛制弹性钉则很好地弥补了上述克氏针的缺点, 其本身头部呈弧形、钝头(术中无需折弯); 术中插入髓腔更为容易, 在插入髓腔后能提供抗轴向、抗弯曲、抗横向及抗旋转的稳定性。Kaiser 等首次报道采用单根钛制弹性钉髓内固定治疗青少年 2~5 掌骨骨折[26]。近年来, 越来越多学者采用该术式治疗 DFMF 及其他掌骨骨折, 取得了良好的临床疗效[27]。该术式综合了顺行髓内针固定的优点, 还具有弹性好、操作简便及利于缩短手术时间等优点。She 等采用顺行单根钛制弹性钉(1.5~2 mm)髓内固定治疗 27 例第五掌骨远端骨折患者, 平均年龄 23.6 岁, 平均手术时间为 19.5 min; 患侧第五掌骨头干角由术前($50.2^{\circ} \pm 6.3^{\circ}$)改善至术后($7.4^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$) ($P < 0.001$), 患侧术后第五掌指关节及指间关节主动活动度的总和为 270° , 主动活动范围($-2.2^{\circ} \sim 89.5^{\circ}$)与健侧($-4.7^{\circ} \sim 93.1^{\circ}$)相比差异无统计学意义($P = 0.431$); 患手握力与健侧相当, 术后平均 DASH 评分为 2.1 ± 3.6 分; 术后有 2 例患者发生钉尾皮肤刺激症、1 例患者发生尺神经背侧支损伤并发症[28]。上述临床病例研究表明, 采用顺行单根钛制弹性钉髓内固定治疗 DFMF 能获得良好的临床疗效, 并发症发生率相对低(3.2%~11.1%)且均为较轻的并发症[29]。由于单根钛制弹性钉固定的潜在风险是抗旋转稳定性较差[30]。近年来, 有学者尝试采用顺行双弹性钉髓内固定治疗 DFMF 取得了良好的疗效, 理论上双弹性钉固定在抗轴向及旋转稳定性上优于单根弹性钉[31]。曾浪清等回顾性病例对照研究比较了顺行双弹性钉髓内固定与微型钢板内固定治疗第五掌骨干、颈骨折的临床疗效。结果发现, 双弹性钉固定组患者手术时间、切口长度、重返工作岗位时间明显均较钢板组患者短, 双弹性钉固定组患者在术后 1 个月、2 个月、3 个月及 6 个月第五掌指关节屈伸活动度均明显优于钢板组患者, 双弹性钉固定组患者对切口外观的满意度(92.0%)显著高于钢板组患者(66.7%); 作者认为, 与微型钢板相比, 该术式在微创性、美观度、手术时间及早期功能恢复方面更具优势[32]。

4. 髓内钉的局限性

尽管弹性髓内钉(包括克氏针自制的髓内钉)在治疗 DFMF 时具有微创、操作简便和允许早期功能锻炼等优点, 但其临床应用仍存在一些局限性, 包括以下几点: ① 髓内钉主要适用于简单类型的骨折, 不适用于复杂骨折(粉碎性、多段、关节内); ② 该技术提供的弹性固定存在稳定性不足的固有缺陷, 尤其在抵抗轴向及旋转应力方面, 可能导致内固定物移位, 甚至刺激软组织引发并发症; ③ 对于青少年患者, 髓内钉的置入存在损伤骨骺、导致生长板早期闭合的潜在风险; ④ 髓内钉对术中闭合复位及透视技术的要求较高, 这使得该技术存在显著的学习曲线[33]~[35]。

5. 总结与展望

逆行埋头髓内空心螺钉在横形或短斜形颈部骨折中可实现稳定加压, 利于早期功能恢复; 顺行或逆行克氏针固定操作简便、成本较低, 尤其顺行单根克氏针在治疗青少年患者中, 安全性良好; bouquet 技术通过多针“花束”支撑提供较好稳定性; 而钛制弹性钉(尤其双钉设计)则在操作便利性与抗旋转稳定性

之间取得较好平衡, 适用于多数闭合非粉碎性骨折。总体而言, 各类髓内技术均具有创伤小、美观度高、允许早期活动的共同优势, 但存在不适用于粉碎性或关节内骨折、抗旋转能力有限、学习曲线较陡等局限。在临床选择上, 作者建议: 对移位明显的单纯颈部骨折, 可优先采用逆行空心螺钉或顺行弹性钉; 对粉碎性、多段或关节内骨折, 则推荐微型钢板螺钉等坚强内固定; 青少年患者应注重骨骺保护, 慎用经骺的固定方式。未来随着内植物设计的发展, 髓内固定有望在提升精准性与拓展适应症方面实现进一步突破。

参考文献

- [1] Malik, S., Herron, T., Taqi, M. and Rosenberg, N. (2025) Fifth Metacarpal Fracture. StatPearls.
- [2] Hussain, M.H., Ghaffar, A., Choudry, Q., Iqbal, Z. and Khan, M.N. (2020) Management of Fifth Metacarpal Neck Fracture (Boxer's Fracture): A Literature Review. *Cureus*, **12**, e9442. <https://doi.org/10.7759/cureus.9442>
- [3] Diaz-Garcia, R. and Waljee, J.F. (2013) Current Management of Metacarpal Fractures. *Hand Clinics*, **29**, 507-518. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2013.09.004>
- [4] Nakashian, M.N., Pointer, L., Owens, B.D. and Wolf, J.M. (2012) Incidence of Metacarpal Fractures in the US Population. *Hand*, **7**, 426-430. <https://doi.org/10.1007/s11552-012-9442-0>
- [5] Baumgartner, R.E., Federer, A.E., Guerrero, E.M., Mithani, S.K., Ruch, D.S. and Richard, M.J. (2021) Complications of Low-Profile Plate Fixation in Metacarpal Fractures. *Orthopedics*, **44**, e91-e94. <https://doi.org/10.3928/01477447-20200925-02>
- [6] Boonyasirikool, C. and Niempoog, S. (2014) Locked Intramedullary Nail: Metacarpal Geometry Study in Adults. *The Journal of the Medical Association of Thailand*, **97**, S194-S198.
- [7] Lixa, J., Vital, L., Vieira, P., Esteves, A., Silva, M., Pinho, A., et al. (2024) A Comparative Retrospective Study on Surgical versus Conservative Treatment of Simple Fifth Metacarpal Neck Fractures. *Cureus*, **16**, e73439. <https://doi.org/10.7759/cureus.73439>
- [8] Luciani, M.A., Mayers, Y., Warnick, E.P., Udoeyo, I.F., Klena, J.C. and Grandizio, L.C. (2024) Trends in the Management of Fifth Metacarpal Neck Fractures. *The Journal of Hand Surgery*, **49**, 384.e1-384.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2022.08.008>
- [9] Warrender, W.J., Ruchelsman, D.E., Livesey, M.G., Mudgal, C.S. and Rivlin, M. (2019) Low Rate of Complications Following Intramedullary Headless Compression Screw Fixation of Metacarpal Fractures. *Hand*, **15**, 798-804. <https://doi.org/10.1177/1558944719836214>
- [10] Avery, D.M., Klinge, S., Dyrna, F., Pauzenberger, L., Lam, D., Cote, M., et al. (2017) Headless Compression Screw versus Kirschner Wire Fixation for Metacarpal Neck Fractures: A Biomechanical Study. *The Journal of Hand Surgery*, **42**, 392.e1-392.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.02.013>
- [11] Ruchelsman, D.E., Puri, S., Feinberg-Zadek, N., Leibman, M.I. and Belsky, M.R. (2014) Clinical Outcomes of Limited-Open Retrograde Intramedullary Headless Screw Fixation of Metacarpal Fractures. *The Journal of Hand Surgery*, **39**, 2390-2395. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.08.016>
- [12] 杨蓓勃, 吴磊, 尹昭伟, 等. 闭合复位经第四掌骨平行克氏针内固定治疗第五掌骨颈骨折[J]. 中华手外科杂志, 2017, 33(5): 327-329.
- [13] Hassan, K., Blumenthal, S., Jehle, C.C. and Sobel, A.D. (2024) Intramedullary Fixation of Hand Fractures and Arthrodeses. *The Journal of Hand Surgery*, **49**, 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2023.08.011>
- [14] Supichyangur, K., Tananon, T., Sripakdee, S. and Chunyawongsak, V. (2023) Prospective Comparison of the Early Outcomes of Headless Compression Screw and Percutaneous K-Wire Fixation in Metacarpal Fractures. *The Journal of Hand Surgery*, **48**, 950.e1-950.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2022.02.010>
- [15] Assi, C., Mansour, J., Samaha, C., Ajjoub, S. and Yammine, K. (2019) A Single Antegrade Intramedullary K-Wire for Fifth Metacarpal Neck Fractures. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, **46**, 389-395. <https://doi.org/10.1007/s00068-018-01073-2>
- [16] Chen, K.J., Wang, J.P., Yin, C.Y., Huang, H.K., Chang, M.C. and Huang, Y.C. (2020) Fixation of Fifth Metacarpal Neck Fractures: A Comparison of Medial Locking Plates with Intramedullary K-Wires. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, **45**, 567-573. <https://doi.org/10.1177/1753193419896518>
- [17] Fan, X.L., Wang, J., Zhang, D.H., Mao, F., Liao, Y. and Xiao, R. (2021) Antegrade Intramedullary Fixation for Adolescent Fifth Metacarpal Neck Fracture and Its Impact on Epiphyseal Growth. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 546. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04436-w>

- [18] Kim, D., Lee, T., Na, Y. and Noh, Y. (2023) Comparative Evaluation of the Efficacy of Combined Intramedullary Pinning with K-Wires Pinning in the Treatment of Fifth Metacarpal Neck Fractures versus Conventional Techniques—K-Wires Pinning and Intramedullary Pinning. *Medicina*, **59**, 1944. <https://doi.org/10.3390/medicina59111944>
- [19] Rivera-Saldívar, G., Rodríguez-Luna, C.E. and Orozco-Aponte, N.I. (2023) [Translated Article] Closed Reduction and Intramedullary Fixation of Fifth Metacarpal Neck Fractures: Retrograde vs. Anterograde Technique. Prospective Study. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, **67**, T378-T386. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2023.06.013>
- [20] Poumellec, M.-A. and Dreant, N. (2017) Elastic Retrograde Intramedullary Percutaneous Pinning for Fifth Metacarpal Neck Fractures: A Series of 32 Patients. *Hand Surgery and Rehabilitation*, **36**, 250-254. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2017.04.004>
- [21] Foucher, G., Chemorin, C. and Sibilly, A. (1976) A New Technic of Osteosynthesis in Fractures of the Distal 3D of the 5th Metacarpus. *La Nouvelle Presse Medicale*, **5**, 1139-1140.
- [22] Chiu, Y.C., Tsai, M.T., Hsu, C.E., Hsu, H.C., Huang, H.L. and Hsu, J.T. (2018) New Fixation Approach for Transverse Metacarpal Neck Fracture: A Biomechanical Study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **13**, Article No. 183. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0890-2>
- [23] Manueddu, C. and Della Santa, D. (1996) Fasciculated Intramedullary Pinning of Metacarpal Fractures. *Journal of Hand Surgery*, **21**, 230-236. [https://doi.org/10.1016/s0266-7681\(96\)80104-5](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(96)80104-5)
- [24] 李海雷, 李大村, 赵亮, 等. 顺行克氏针髓内固定治疗第五掌骨颈骨折[J]. 中华手外科杂志, 2017, 33(2): 144-145.
- [25] Boussakri, H., Elidrissi, M., Azarkane, M., Bensaad, S., Bachiri, M., Shimi, M., *et al.* (2014) Fractures of the Neck of the Fifth Metacarpal Bone, Treated by Percutaneous Intramedullary Nailing: Surgical Technique, Radiological and Clinical Results Study (28 Cases). *Pan African Medical Journal*, **18**, Article No. 187. <https://doi.org/10.11604/pamj.2014.18.187.3347>
- [26] Kaiser, M.M., Tafazzoli, K., Theilen, T., Schulz, A.P., Paech, A. and Wessel, L.M. (2009) Intramedullary Nailing for Metacarpal 2-5 Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **18**, 296-301. <https://doi.org/10.1097/bpb.0b013e32832f5abb>
- [27] Sadek, A.F. (2020) Flexible Stable Intramedullary Nailing for the Management of Metacarpal Neck Fractures. *Journal of Hand and Microsurgery*, **12**, 189-196. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3399481>
- [28] She, Y. and Xu, Y. (2017) Treatment of Fifth Metacarpal Neck Fractures with Antegrade Single Elastic Intramedullary Nailing. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **18**, Article No. 238. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1592-3>
- [29] Müller, M., Welle, K., Windemuth, M., Burger, C. and Pennekamp, P. (2013) Elastic Titanium Nails for Minimally Invasive Intramedullary Splinting of Metacarpal Fractures. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, **151**, 525-531. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1350875>
- [30] Padegimas, E.M., Warrender, W.J., Jones, C.M. and Ilyas, A.M. (2016) Metacarpal Neck Fractures: A Review of Surgical Indications and Techniques. *Archives of Trauma Research*, **5**, e32933. <https://doi.org/10.5812/atr.32933>
- [31] 曾浪清, 曾路路, 陈云丰, 等. 顺行双弹性髓内钉与微型钢板内固定治疗第五掌骨骨折的疗效比较[J]. 中华手外科杂志, 2019, 35(1): 59-61.
- [32] Zeng, L., Zeng, L., Miao, X., Chen, Y., Liang, W. and Jiang, Y. (2021) Single versus Dual Elastic Nails for Closed Reduction and Antegrade Intramedullary Nailing of Displaced Fifth Metacarpal Neck Fractures. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 1778. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81242-3>
- [33] 李晓阳, 杨胜武, 高伟阳, 等. AO 微型钢板螺钉与克氏针治疗掌指骨骨折的比较研究[J]. 中华手外科杂志, 2004(1): 44-45.
- [34] 高鹏, 吕立涛, 李华燕. 微型钢板与克氏针治疗闭合性掌骨骨折的临床疗效研究[J]. 中国医疗器械信息, 2025, 31(2): 66-68.
- [35] 解琛, 李宗玉, 蔡锦方. 拳击手骨折的临床诊疗进展[J]. 实用手外科杂志, 2024, 38(3): 373-377.