

弹性髓内钉微创治疗肱骨外科颈骨折

孙滨¹ 李琳琳¹ 孙卫强¹ 段来宝¹ 赵磊¹ 吴青松¹ 王天瑞² 王飞^{1△}

[摘要] 目的:介绍用 3 枚弹性髓内钉固定复杂肱骨外科颈骨折的手术技术及初步临床结果。方法:回顾性分析 2021 年 6 月至 2024 年 6 月采用 3 枚弹性髓内钉治疗 90 例 Neer Ⅲ/Ⅳ型复杂肱骨外科颈骨折患者。采用文登整骨闭合手法复位技术复位骨折端,以 3 枚弹性髓内钉经肱骨外髁裸区逆行穿入髓腔直至肱骨近端软骨下骨,通过弹性钉在远近端及髓腔内的多维立体空间布局提供稳定性,总结 90 例患者的临床及影像结果。结果:90 例患者均顺利完成手术,术后无针道感染、激惹、骨折不愈合,3 例患者出现部分髓内钉松动突破关节面进入关节腔,无症状,未行处理;2 例患者发生肱二头肌长头肌腱炎,经过理疗及封闭治疗症状消失。骨折均达到功能复位标准,所有患者均达到骨性愈合。末次随访时,肩关节 Constant-Murley 评分为(85.7±0.5)分。结论:3 枚弹性髓内钉微创治疗 Neer Ⅲ/Ⅳ型复杂肱骨外科颈骨折,创伤小、愈合快、固定可靠,初步结果好。

[关键词] 弹性髓内钉;微创手术;肱骨外科颈骨折;复杂骨折

[中图分类号] R683.41 [文献标志码] B [文章编号]1005-0205(2025)04-0081-04

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.250416

Minimally Invasive Treatment of Surgical Neck Fractures of Humerus with Three Elastic Intramedullary Nails

SUN Bin¹ LI Linlin¹ SUN Weiqiang¹ DUAN Laibao¹ ZHAO Lei¹
WU Qingsong¹ WANG Tianrui² WANG Fei^{1△}

¹Wendeng Orthopaedic and Traumatologic Hospital of Shandong Province, Weihai 264400, Shandong China;
²School of Special Education and Rehabilitation, Binzhou Medical College, Yantai 264003, Shandong China.

Abstract Objective: This paper introduces the surgical technique and preliminary clinical results of three elastic intramedullary nails for the fixation of complex surgical neck fractures of humerus. **Methods:** A retrospective analysis was made on 90 patients with Neer Ⅲ and Ⅳ complex surgical neck fractures of humerus treated with three elastic intramedullary nails from June 2021 to June 2024. Three elastic intramedullary nails were retrograde inserted into the medullary cavity through the bare area of the external condyle of the humerus to the subchondral bone of the proximal end of the humerus. The multi-dimensional spatial layout of the elastic nails in the proximal and distal ends and the medullary cavity provided stability. The clinical and imaging results of 90 patients were summarized. **Results:** All the 90 patients successfully completed the operation without needle tract infection, irritation, or fracture nonunion. Three cases had partial intramedullary nail loosening, breaking through the articular surface and entering the joint, without symptoms and without treatment. Tendinitis of the long head of the biceps occurred in 2 cases, and the symptoms disappeared after physiotherapy and sealing treatment. All fractures met the standard of functional reduction and bone healing was achieved in all patients. At the last follow-up, the Constant-Murley score of shoulder joint was (85.7±0.5) points. **Conclusion:** Minimally invasive treatment of Neer Ⅲ and Ⅳ complex humerus neck fractures with three elastic intramedullary nails showed little trauma, fast healing, reliable fixation and good preliminary results.

Keywords: flexible intramedullary nailing; minimally invasive surgery; humeral surgical neck fractures; complex fractures

基金项目:山东省医药卫生科技发展计划项目(202104070292)
山东省中医药科技项目(M-2022091)
威海市中医药科技项目(2021Ⅲ-15)

¹ 山东省文登整骨医院(山东 威海,264400)
² 滨州医学院特殊教育与康复学院
[△]通信作者 E-mail:Wangfei8150569@163.com

肱骨外科颈为肱骨大小结节延展为肱骨干的相交部位,其解剖特点决定易发生骨折^[1]。可发生于各个年龄段,但由于老年人骨质疏松、行动力及应变能力差,多为 Neer III/IV 型粉碎性骨折^[2],致伤原因多由摔伤、跌落、车祸伤所致。目前主流的治疗方式为切开复位接骨板内固定,但存在创伤大、骨折不愈合率高、神经血管损伤大、肩袖损伤、三角肌失能、关节粘连等并发症;亦有采用闭合复位和经皮穿针固定^[3],但存在严重的软组织激惹、不能早期活动致关节僵硬、固定不可靠、松动等并发症。为了解决上述固定方式的弊端,笔者扩大弹性髓内钉的应用范围并改进固定方式。本研究旨在回顾应用 3 枚弹性髓内钉微创治疗 Neer III/IV 型复杂肱骨外科颈骨折的疗效,现报告如下。

1 临床资料

将 2021 年 6 月至 2024 年 6 月山东省文登整骨医院住院治疗的 90 例 Neer III/IV 型复杂肱骨外科颈骨折患者纳入本研究。男 34 例,女 56 例;年龄为 24~90 岁,平均年龄为 (64.3 ± 4.4) 岁;均为闭合性损伤。Neer 分型:III 型 52 例,IV 型 38 例。受伤至手术时间为 2~8 d,平均为 (3.5 ± 0.1) d。本研究经医院伦理委员会审批通过,所有患者均知情同意。

2 方法

2.1 术前准备

术前行肩关节 X 线片、CT 平扫+MPR+3D 重建、MRI 检查,于影像软件上测量髓腔最窄处的直径,选定 3 枚直径总和小于该处 2~4 mm 的弹性髓内钉,其中 1 枚髓内钉直径至少 3 mm。患肢置于屈肘 90° 标准侧位,沿肱骨外髁嵴画一条肱骨轴线 A,标记肱骨外髁最高点为 a, a 点近端 1 cm 为 b 点, a 点近端 2 cm 为 c 点, b 点向后 0.5 cm 为 e 点,以 e 点为顶点画一条与 A 线成 30° 的直线 B, A 与 B 交点为 d 点。

2.2 手术操作

以直径 3 mm 的克氏针于 e 点经皮刺入至骨质,保持克氏针在矢状面与 A 线呈 30° 夹角,并以 e 点为中心向后水平旋转尾部使克氏针垂直投影与 B 线重叠,继续开孔扩髓,将 3 枚髓内钉远端 5 cm 预弯约 20°, 将 1 枚 3 mm 弹性髓内钉顺时针逆行插入髓腔,使尖端弯头凸侧对向髓腔内壁,安装打拔器,助手锤击使髓内钉尖端至骨折线远端,术者与助手通过手法复位骨折端,期间通过透视不断调整尖端弯头凸侧与髓腔内壁的关系,使髓内钉通过大结节的后侧至肱骨头后侧,直达肱骨头软骨下方 2 mm 处;以直径 3 mm 的克氏针于 c 点进针扩髓,使之在冠状面向内与 A 线呈 30° 夹角,开孔扩髓,插入 2.5~3.0 mm 弹性髓内钉,于骨折近端调整髓内钉尖端弯头方向,使之通过肱骨

近端前侧至肱骨头前侧软骨下方 2 mm 处;再以直径 3 mm 的克氏针于 d 点进针扩髓,使之在矢状面向外与 A 线呈 30° 夹角,开孔扩髓,插入 2.5~3.0 mm 弹性髓内钉,于骨折近端调整髓内钉尖端弯头方向,使之通过肱骨大结节皮质下方 2 mm 处。将髓内钉尾端剪短折弯留于皮外,折弯处与皮肤相距 0.5 cm,避免皮肤激惹(见图 1)。

2.3 术后处理

如术前肩袖部分损伤或大结节分离,予上肢外展 45° 外展枕固定,麻醉消失后即可进行手指腕肘关节全范围功能锻炼,术后 3 周进行上肢钟摆样被动功能锻炼,4 周后进行除旋转功能外的肩关节被动功能锻炼;如术前肩袖完整、大结节未完全分离,予上肢吊带悬吊固定,麻醉消失后即可进行手指腕肘关节全范围功能锻炼,术后 1 周进行上肢钟摆样被动功能锻炼,3 周后进行除旋转功能外的肩关节被动功能锻炼,4 周后进行除旋转功能外的肩关节主动功能锻炼;6 周后进行带着 3 枚弹性钉进行肩关节全范围功能锻炼,8~10 周后拍片示骨折端愈合良好,拔除 3 枚弹性钉,10~12 周开始力量训练。

2.4 评价指标

观察出血量、手术时间、临床愈合时间、骨性愈合时间、并发症及肩关节 Constant-Murley 评分^[4]。

2.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据采用 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,数据为正态分布时,采用单因素方差分析,数据为非正态分布时,采用秩和检验。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3 结果

90 例患者均顺利完成手术,术后无针道感染、激惹、骨折不愈合,3 例患者出现部分髓内钉松动突破关节面进入关节,2 例患者发生肱二头肌长头肌腱炎。患者术中出血量为 0~6 mL,平均为 (3.3 ± 0.1) mL;手术时间为 15~35 min,平均为 (20.3 ± 0.4) min;骨折均达到功能复位的标准,所有患者均骨性愈合;临床愈合时间(取出弹性钉时间)为 5~10 周,平均为 (6.2 ± 0.1) 周;骨性愈合时间为(末次随访时间)10~16 周,平均为 (11.2 ± 0.1) 周。末次随访时,肩关节 Constant-Murley 评分为 (85.7 ± 0.5) 分。

4 讨论

肱骨外科颈骨折属于肱骨近端骨折的范畴,而肱骨近端骨折是上肢第二大常见骨折,也是老年人第三大常见骨折^[5],约占所有骨折的 5%^[6],尤以 60 岁以上骨质疏松老年女性为主^[7]。骨折多为粉碎型,虽然目前切开复位内固定取得了较好的疗效,但也出现了一些内固定失败的病例^[8],加之切开复位可导致松质



图 1 手术操作过程

骨发生再移位或者断裂,有再次手术的风险^[9]。对于 Neer III/IV 型骨折,周围组织原始损伤严重,加之手术创伤,存在极大的骨折不愈合、肱骨头坏死等^[10]并发症,极大影响治疗效果,增加患者的心理、生理及经济负担。弹性髓内钉最早用于儿童长骨干骨折, Khuntia 等^[11]认为弹性髓内钉是治疗儿童长骨骨折的一种安全微创的技术, Oberc 等^[12]认为弹性髓内钉是近年来治疗长骨骨折的首选。孙晋客等^[13]应用钛制弹性髓内钉内固定治疗青少年肱骨外科颈骨折,该类骨折为 Neer I/II 型,原始损伤轻微。为了解决传统治疗方式的弊端,本院首次应用 3 枚弹性髓内钉闭合复位治疗成人复杂 Neer III/IV 型肱骨外科颈骨折,取得满意疗效。该治疗方式创伤小、固定可靠、骨折愈合快、功能恢复好、并发症少。术后无针道感染、激惹、骨折不愈合,3 例出现部分髓内钉松动突破关节面进入关节腔,2 例发生肱二头肌长头肌腱炎。分析并发症发生原因:1)由于该治疗方式不是绝对的坚固固定,加之老年人骨质疏松,术后随着时间延长钉道松动,弹性钉尖端轻微突破关节软骨,因为上肢为非负重关节,所以患者并无相关症状发生。2)由于未切开复位,结节间沟可能未达到解剖复位,加之肱二头肌长头腱可能有原始损伤,术后恢复期出现肱二头肌长头肌腱炎,但

经过理疗及封闭治疗症状消失。该治疗方式目前尚无相关研究及报道,针对相关技术性问题总结如下:1)患者仰卧位,麻醉后将患肢保持肩外展 45°、屈肘 90°标准侧位上,于体表标记相应点和线,保持该体位目的是使上臂的皮肤、筋膜、肌肉、血管、神经保持在中立的稳定位置,肱骨外髁部安全区得以充分显露,而且术中进针时角度均以标准的冠状面、矢状面为参照,透视也更为方便。2)肱骨头密度测定显示肱骨头内、背侧骨量最高,而且骨量由近至远减少,大结节后侧部骨密度强于前侧^[14]。肱骨头内的松质骨集中分布于内侧部分,其次是大结节区域,弹性髓内钉的尖端固定进入肱骨头近侧关节面下和大结节能够提供最佳的稳定性^[15]。弹性髓内钉在肱骨近端的理想通道参数如下:外侧钉道轨迹与肱骨干纵轴线的夹角为 15°,内侧钉道轨迹与肱骨干纵轴线的夹角为 22°,外侧通道和内侧通道的长度分别为 55 mm 和 55 mm,因此将 3 枚髓内钉远端 5 cm 预弯约 20°,这样可以使髓内钉在肱骨近端获得最佳的路径行程,通过不断调整尖端弧度方向使之更精准地通过大结节后侧、外侧、肱骨头内、后侧骨质密度最高的区域,增加近端把持力及固定强度。3)第 1 枚髓内钉直径为 3 mm 以上,通过自身强大的弹性形变能力,可以达到最强的初始稳定效果。其余 2 枚

弹性钉直径为 2 mm 以上,辅助第 1 枚弹性钉增强弹性稳定效果。4)第 1 枚弹性钉的进针点为肱骨外髁裸区,此区皮肤菲薄、无肌肉肌腱组织,不存在弹性钉激惹。此区骨质较疏松,较粗的弹性钉通过性好,避免了髁部骨折的发生。弹性钉于肱骨外髁最高点近端 1 cm,向后 0.5 cm,向后与冠状面、向外与矢状面各呈 30°夹角进针,此点为肱骨前倾角的顶点,可避免髓内钉向前穿过肱骨前侧皮质,损伤肘部的血管神经。第 2 枚弹性钉进针点为肱骨外髁最高点近端 2 cm,此处为皮质骨,具有更好的把持力,向内与矢状面成 30°夹角,避免髓内钉头部进入髓腔后与第 1 枚髓内钉接触阻挡。第 3 枚髓内钉进针点位于 a 点近端约 3 cm,向前与冠状面呈 30°夹角进针,避免髓内钉头部进入髓腔后与第 1 枚、第 2 枚髓内钉接触阻挡。3 枚髓内钉进针点多平面相互错开,髓内钉于髓腔内通过性好,行程具有多维立体空间布局,具有极佳的稳定性。3 枚髓内钉在肱骨头内尽可能相互散开并经过肱骨近端骨量多且坚硬的部位,尖端位于关节软骨下 2 mm,这样具有最佳的抗拔出及抗旋转稳定性。5)髓内钉的尾端折弯处一定要高于皮肤 5 mm 以上,可避免对软组织的激惹。6)康复锻炼极为重要,可缓解肱骨外科颈骨折术后肩关节疼痛,改善肩关节功能^[15],要严格按照康复计划执行,才能获得最佳的功能恢复效果。

综上所述,弹性髓内钉微创治疗 Neer III/IV 型复杂肱骨外科颈骨折疗效确切,具有创伤小、愈合快、固定可靠、功能恢复好等优点。由于医院硬件条件的制约,笔者并未进行术中 CT、导航技术引导及评价,无法精确评估复位质量、弹性钉轨迹及尖端在肱骨头内的空间布局,使得手术效果无法达到最佳的同质化效果。由于随访时间较短,对于可能发生的肱骨头坏死、肱二头肌肌腱炎等远期并发症观察有限,同时由于没有对照研究,缺乏与其他治疗方式的对比,笔者今后将继续加强随访及对照研究,同时对关键技术进行优化,引进术中 CT,应用及开发导航技术,形成操作性强、耐受性好、普适性广、同质化高的标准化治疗方案。

参考文献

- [1] O'SULLIVAN J, LÄDERMANN A, PARSONS B O, et al. A systematic review of tuberosity healing and outcomes following reverse shoulder arthroplasty for fracture according to humeral inclination of the prosthesis[J]. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 2020, 29(9): 1938-1949.
- [2] 刘明, 钱宇航, 尹豫, 等. 肱骨外科颈骨折术后肩关节功能障碍原因分析[J]. *河北医药*, 2021, 43(5): 709-711.

- [3] 李海龙, 李晓涛. 老年肱骨外科颈骨折临床治疗研究进展[J]. *中国老年学杂志*, 2020, 40(18): 4028-4031.
- [4] CONSTANT C R, MURLEY A H G. A clinical method of functional assessment of the shoulder[J]. *Clin Orthop*, 1985, 214: 160-164.
- [5] HELFEN T, SIEBENBÜRGER G, FLEISCHHACKER E, et al. Operative treatment of 2-part surgical neck type fractures of the proximal humerus in the elderly: cement augmented locking plate PHILOS vs. proximal humerus nail MultiLoc[J]. *Injury*, 2020, 6(1): 2-6.
- [6] PANCHAL K, JEONG J J, PARK S E, et al. Clinical and radiological outcomes of unstable proximal humeral fractures treated with a locking plate and fibular strut allograft[J]. *International Orthopaedics*, 2016, 40(3): 569-577.
- [7] 董永东, 韩振学, 魏志腾, 等. 正骨手法配合万向锁定板肩外侧小切口治疗老年肱骨外科颈骨折 40 例[J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25(8): 763-765.
- [8] KIM D S, LEE D H, CHUN Y M, et al. Which additional augmented fixation procedure decreases surgical failure after proximal humeral fracture with medial comminution: fibular allograft or inferomedial screws? [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018, 27(10): 1852-1858.
- [9] 黄波, 王坪稀, 任洪, 等. 闭合复位髓内钉内固定治疗老年肱骨外科颈骨折的可行性分析[J]. *创伤外科杂志*, 2020, 22(12): 928-931.
- [10] 张伟, 王庆雷, 张铁良. 闭合复位经皮螺纹克氏针内固定治疗肱骨外科颈骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2016, 31(1): 48-50.
- [11] KHUNTIA S, SWAROOP S, PATRO B P, et al. Paediatric long bone fractures managed with elastic intramedullary nails: a retrospective study of 30 patients[J]. *Cureus*, 2020, 12(4): e7847.
- [12] OBERC A, SULKO J. Limitations in use of elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children with disorders of bone mineralization[J]. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2020, 22(2): 77-83.
- [13] 孙晋客, 刘晓静, 王年芳, 等. 钛制弹性髓内钉内固定治疗青少年肱骨外科颈骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2013, 28(7): 665-666.
- [14] HEPP P, LILL H, BAIL H, et al. Where should implants be anchored in the humeral head? [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2003, 415: 139-147.
- [15] 唐超, 蒲兵兵, 丁铃, 等. 肱骨外科颈骨折内固定术后等速肌力训练效果观察[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2018, 33(5): 522-523.

(收稿日期: 2024-11-02)