

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.22.014

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20231107.1354.008\(2023-11-09\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20231107.1354.008(2023-11-09))

## 经前侧入路前置锁定桥接钢板治疗肱骨中下段骨折的安全性和近期临床疗效观察\*

王 广, 廖 维, 张有强, 陈小恒, 鄢 陵<sup>△</sup>

(遵义医科大学第三附属医院/遵义市第一人民医院骨科, 贵州遵义 563000)

**[摘要]** **目的** 探讨经前侧入路前置锁定桥接钢板治疗肱骨中下段骨折的安全性和近期临床疗效。**方法** 回顾性分析 2018 年 6 月至 2021 年 6 月该院采用前侧入路前置锁定桥接钢板治疗闭合性肱骨中下段骨折 27 例患者的临床资料。**结果** 27 例患者均顺利完成手术, 术后随访时长 12~20 个月, 平均(13.7±2.2)个月。术中及术后均未发生桡神经急、慢性损伤, 切口均Ⅰ级甲等愈合。平均手术时长为(87.4±18.3)min, 术中平均出血量为(136.5±29.5)mL, 平均住院时长为(12.4±2.3)d。骨折均获骨性愈合, 愈合时间(4.2±0.4)个月。术后 1、3、12 个月视觉疼痛模拟评分(VAS)均低于术前( $P<0.05$ ), 肘关节 Mayo 评分(MEPS)及肩关节 Constant-Murley 功能评分(CMS)均明显高于术前( $P<0.05$ )。随访过程中所有患者均未发生桡神经损伤、骨髓炎及骨折延迟愈合、不愈合、畸形愈合等并发症。**结论** 经前侧入路锁定桥接钢板前置治疗肱骨中下段骨折可有效避免医源性桡神经损伤, 术中、术后并发症发生率低, 近期疗效满意。**[关键词]** 肱骨中下段骨折; 前侧入路; 锁定桥接钢板前置; 医源性桡神经损伤**[中图分类号]** R683.41**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)22-3443-05

## Observation on safety and short-term clinical efficacy of preposition locking bridged plates via anterior lateral approach in treating middle and lower humeral fracture\*

WANG Guang, LIAO Wei, ZHANG Youqiang, CHEN Xiaoheng, YAN Ling<sup>△</sup>

(Department of Orthopedics, Third Affiliated Hospital of Zunyi Medical University/Zunyi Municipal First People's Hospital, Zunyi, Guizhou 563000, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the safety and short-term clinical efficacy of prepositional locking bridged plates via anterior lateral approach in the treatment of middle and lower humeral fractures.**Methods** The clinical data of 27 patients with middle and lower humeral fractures treated by preposition locking bridged plates via anterior lateral approach in this hospital from June 2018 to June 2021 were retrospectively analyzed. **Results** Twenty-seven patients all successfully completed the operation and the postoperative follow up lasted for 12-20 months, averaged (13.7±2.2) months. No acute or chronic radial nerve injury and chronic injury occurred intraoperatively or postoperatively, and all incisions were the grade I and grade A healing. The mean operation time was (87.4±18.3) min, the mean intraoperative blood loss amount was (136.5±29.5)mL and the mean hospital stay was (12.4±2.3)d. The fracture obtained the bony union with the healing time of (4.2±0.4) months. The visual analogue scale (VAS) score in postoperative 1, 3, 12 months was lower than that before operation ( $P<0.05$ ), the Mayo elbow performance score and the Constant-Murley functional score were significantly higher than those before operation ( $P<0.05$ ). No complications such as radial nerve injury, osteomyelitis, delayed fracture healing, nonunion and malunion occurred in all patients during the follow-up period. **Conclusion** The prepositional locking bridged plates via anterior approach in the treatment of middle and lower humeral fractures could effectively avoids the iatrogenic radial nerve injury with low intraoperative and postoperative complication occurrence rate and the short term efficacy is satisfactory.**[Key words]** middle and lower humeral fractures; anterior approach; locking bridged plates preposition; iatrogenic radial nerve injury

\* 基金项目:贵州省自然科学基金项目(黔科合基础[2019]1325)。 作者简介:王广(1996-),住院医师,硕士,主要从事四肢创伤与修复

研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:13017405609@163.com。

肱骨中下段骨折约占全身骨折的 1%~3%<sup>[1]</sup>,是临床常见的上肢骨折之一。肱骨中下段处于解剖学上的走形移行区,为应力相对薄弱点,在直接暴力下此处往往容易发生骨折,目前多采用手术治疗方式<sup>[2]</sup>。传统的前外侧或后侧入路为尽量有效暴露骨折断端,术中对软组织牵拉程度较重,对血运破坏程度大,钢板置入后桡神经斜跨其上,术后易产生挤压或摩擦,造成医源性桡神经损伤<sup>[3]</sup>。因此,在治疗肱骨中下段骨折过程中如何有效降低桡神经损伤风险,恢复患肢运动功能,达到满意疗效是临床医师的追求。本研究对闭合性肱骨中下段骨折患者采用前侧入路前置锁定桥接钢板内固定治疗取得较好疗效,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2018 年 6 月至 2021 年 6 月本院收治且符合纳入及排除标准的 27 例闭合性肱骨中下段骨折患者。其中男 12 例,女 15 例;年龄 32~78 岁,平均(48.6±13.9)岁;骨折 AO/OTA 分型:12-A 型 13 例,12-B 型 11 例,12-C 型 3 例。患侧:右侧 18 例(均为优势手),左侧 9 例(均为非优势手)。受伤原因:跌倒 10 例,交通事故伤 14 例,高处坠落伤 3 例。27 例患者术前均未合并伤肢神经损伤症状,其中合并其他部位骨折 2 例(胸 10 椎体压缩性骨折 1 例,多发肋骨骨折 1 例),上述合并骨折均采用保守治疗。纳入标准:(1)年龄≥18 岁;(2)经影像学检查明确诊断为肱骨中下段骨折,AO/OTA 分型为 12-A、12-B 及 12-C 型;(3)新鲜闭合性骨折;(4)术后随访超过 1 年且随访资料完整;(5)对本研究知情同意且配合随访者。排除标准:(1)开放性、陈旧性、病理性骨折;(2)术前合并伤肢桡神经损伤患者;(3)合并伤侧肩、肘关节慢性疾病,影响术后功能评估者。(4)合并严重基础疾病无法手术者。本研究已获得本院伦理委员会批准。所有患者均签署知情同意书,并自愿参加本研究。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 术前准备

所有患者术前均完善患肢肱骨正侧位 X 线片、CT 平扫+三维重建等检查,明确患者骨折类型并制订详细手术方案。对于术前考虑伤肢合并神经、血管损伤者,完善上肢肌电图及动、静脉血管彩超明确诊断。术前所有患者均常规行患肢外展石膏托悬臂固定制动,口服非甾体类药物超前镇痛,外用硫酸镁湿敷、静脉滴注甘露醇促进消肿。

#### 1.2.2 手术

所有手术均由本院创伤骨科高年资副主任医师

或主任医师完成,麻醉方式为臂丛麻醉或全身麻醉。手术步骤:患者取平卧位,患肢前臂旋后、上臂外展 60°~90°并置于托板上,术区常规消毒铺巾,分别取肱骨近、远侧各长度约 5 cm 切口。近端沿肱二头肌和三角肌间隙作纵行皮肤切口,逐层切开浅表皮肤及皮下组织,将肱二头肌向内、三角肌向外牵拉,钝性剥离到达骨表面;远端沿肱二头肌和肱肌的间隙进入,尽量让肌皮神经贴附于肱二头肌中并向内侧牵拉,避免拉钩直接接触肌皮神经,纵行钝性分离肱肌正中央到达骨表面,将桡神经连同肱肌外侧部共同向外牵拉。C 臂透视下,行手法间接复位,恢复肱骨长度及力线,纠正侧方移位或旋转成角。若术中透视提示骨折断端复位欠佳,可经远端切口窗向近端牵拉软组织稍显露骨折断端,利用点状复位钳或加压螺钉辅助复位;当骨折复位后,可予以克氏针临时固定维持复位。用骨膜剥离器沿肱骨骨膜下由近至远潜行剥离建立肌下骨膜通道,紧贴肱骨干前方置入锁定钢板,钢板远端不超过冠状窝上缘,长轴与肱骨干长轴一致,置入螺钉固定,骨折远近段各至少 3 枚螺钉固定。本组患者中 11 例为大博肱骨远端亚髁锁定钢板(LCP),16 例为大博肱骨干锁定钢板。通过 C 臂透视确认骨折复位及钢板位置满意,被动活动患侧肩肘关节确认骨折达到稳定可靠固定后,予生理盐水冲洗创口,留置引流管一枚,逐层缝合关闭远、近端切口,术毕。术后三角巾悬吊制动。

#### 1.2.3 术后管理

所有患者术后 24 h 内追加一次抗生素预防感染,予以减轻水肿、止痛等对症治疗,嘱患者抬高患肢减轻肿胀及疼痛;术后复查患肢肱骨正、侧位 X 线片,指导进行患肢肩、肘关节功能锻炼,术区按时换药观察切口愈合情况。出院后前 3 个月每月定期于门诊复查,根据骨折愈合情况由本院创伤骨科医师制订相应的康复训练并决定下次复查时间。

### 1.3 观察指标

记录手术时长、术中出血量、住院时长、切口愈合情况、骨折愈合时长、并发症发生情况等;通过视觉疼痛模拟评分(visual analogue scale, VAS)法分别评估术前及术后第 1、3、12 个月时患者疼痛情况;按肘关节 Mayo 评分<sup>[4]</sup>(Mayo elbow performance score, MEPS)分别评估术前及术后第 1、3、12 个月时患侧肘关节总体功能:满分 100 分,其中≥90 分为优,75~<90 分为良,60~<75 分为中,<60 分为差。按肩关节 Constant-Murley 功能评分<sup>[5]</sup>(Constant-Murley score, CMS)分别评估术前及术后第 1、3、12 个月时患侧肩关节总体功能:满分 100 分,其中≥90 分为优,75~<90 分为良,>50~<75 分为中,≤50 分为差。

### 1.4 统计学处理

采用 SPSS22.0 软件进行数据统计分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,多组间比较采用方差分析,组间两两比较使用 LSD 法。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

27 例患者均顺利完成手术且获随访 12~20 个月,平均(13.7±2.2)个月,受伤至手术时长 3~7 d,平均(3.8±1.1)d。手术时长为 52~126 min,平均(87.4±18.3)min;术中出血量为 90~210 mL,平均(136.5±29.5)mL,均无输血,术中无医源性血管或神经损伤发生,切口均 I 级甲等愈合,住院时长为 8~16 d,平均(12.4±2.3)d。27 例患者骨折均正常愈合,愈合时长为 3.6~5.2 个月,平均(4.2±0.4)个月。随访过程中未发现桡神经损伤、骨髓炎及骨折延迟愈合、不愈合、畸形愈合等并发症。术后 1、3、12 个

月 VAS 明显低于术前,MEPS、肩关节 CMS 评分均明显高于术前,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。末次随访时,MEPS 优 19 例,良 6 例,中 2 例,优良率为 92.6%;CMS 优 26 例,良 1 例,优良率为 100%。典型病例见图 1。

表 1 27 例患者手术前、后 VAS、MEPS、CMS 比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

时间	VAS	MEPS	CMS
术前	8.1±0.5	55.4±5.9	81.9±2.6
术后 1 个月	3.8±0.7 <sup>a</sup>	73.7±4.5 <sup>a</sup>	89.5±2.4 <sup>a</sup>
术后 3 个月	1.9±0.5 <sup>ab</sup>	86.0±5.5 <sup>ab</sup>	95.1±2.4 <sup>ab</sup>
术后 12 个月	1.6±0.5 <sup>ab</sup>	88.4±5.7 <sup>ab</sup>	96.3±2.2 <sup>ab</sup>
F	772.179	208.060	201.501
P	<0.01	<0.01	<0.01

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ,与术前比较;<sup>b</sup>: $P < 0.05$ ,与术后 1 个月比较。



患者,女,45 岁,摔伤至左侧肱骨中、下段骨折(AO/OTA 分型 12-B 型),伤后 3 d 采用经前侧入路微创 LCP 前置治疗。A、B:术前患肢正侧位 X 线片;C、D:术中切口及缝合后大体像;E、F:术后次日复查 X 线片提示骨折复位良好,内固定位置满意;G、H:术后 1.5 年取出内固定;I、J:末次随访时,患侧肘关节功能随访情况。

图 1 典型病例手术过程及术后恢复情况

## 3 讨论

### 3.1 肱骨中下段与桡神经解剖关系

桡神经由臂丛后束发出,在肱骨上段走行于腋动脉之后,与肱深动脉伴行斜向下外;在肱骨中段经肱三头肌长头和内侧头之间下行,紧贴桡神经沟绕过肱骨中段后面旋行向外下,穿外侧肌间隔达肱桡肌和肱肌之间,继续下行至肱桡肌与桡侧腕长伸肌之间进入前臂<sup>[6]</sup>。研究报道,根据肘关节屈曲程度不同,桡神经在肱骨上的位置也不同,但在肱骨中下段桡神经位

置相对固定<sup>[7]</sup>。因此,肱骨中下段骨折常易合并桡神经损伤。

### 3.2 传统手术入路的局限性

传统的切开复位内固定(open reduction with internal fixation,ORIF)治疗肱骨中下段骨折常采用前外侧或后侧入路,将钢板置于肱骨的外侧或后侧<sup>[8]</sup>。传统入路的缺点在于<sup>[9-11]</sup>:(1)对软组织及骨膜血运破坏较大,增加了术后切口感染及骨折不愈合的风险;(2)术中操作时需解剖游离桡神经,易发生桡神经过

度牵拉,解剖层次不清楚时甚至发生桡神经切断,增加了医源性桡神经损伤的风险;(3)钢板置于肱骨的前外侧,需对钢板轮廓进行塑形使其更贴合肱骨远端解剖形状,不仅影响钢板的强度,且桡神经骑跨于钢板之上的情况时有发生,术后桡神经与钢板表面摩擦或是被钢板边缘切割,引起迟发性桡神经损伤;(4)内固定取出时由于软组织粘连导致桡神经解剖不清晰,更易出现医源性桡神经损伤。

### 3.3 经前侧入路微创前置锁定桥接钢板的优势

#### 3.3.1 前侧入路微创钢板内固定术(minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)的优势

MIPO 其诸多优势在治疗肱骨中下段骨折中也得以体现<sup>[12]</sup>。前侧入路 MIPO 技术最大的优点在于术中无须解剖桡神经,包括日后取内固定时,按原切口从肌间隙解剖深入取出钢板,都避免了刻意显露桡神经出现的系列问题。前侧入路 MIPO 技术在钢板置入过程中,常常出现钢板将临时复位的断端顶开导致复位丢失,对此术者采用 2.0 mm 直径克氏针临时固定维持复位,然后通过远近端的两个小切口,将钢板置于术中建立的肌下骨膜隧道中,该方法对骨折周围软组织、骨膜剥离少,减少了术中失血量,降低了术后骨折不愈合的发生率。RANDELL 等<sup>[13]</sup>比较了前侧入路 MIPO 与传统 ORIF 治疗肱骨干骨折患者术后疗效,发现前者术后总的并发症发生率(3.6%)明显低于与后者(35.7%);JITPRAPAIKULASRN 等<sup>[14]</sup>报道了 12 例采用 MIPO 治疗的肱骨中下段骨折患者显示,术后均未见桡神经麻痹。本组患者平均手术时间为(87.4±18.3)min,术中出血量为(136.5±29.5)mL,均无输血,所有患者骨折均正常愈合且无一例出现桡神经损伤,所得结果与既往文献报道类似。

#### 3.3.2 肱骨 LCP 前置的优势

相较于钢板置于肱骨干外侧,需对钢板弯曲或扭转塑形使其符合肱骨远端的形状,导致钢板强度下降,同时如果钢板放置得太远,可能会发生钢板突出超过外上髁引起不适<sup>[15]</sup>;而前置钢板无需对钢板进行塑形即可很好地贴合肱骨干,同时钢板与桡神经之间无直接接触,避免了肘关节长期活动时钢板与桡神经之间发生摩擦。但对于骨折线过于靠近肱骨远端者,钢板前置会受到冠状窝的限制,钢板放置太远可能会引起术后屈肘功能受限,KOBAYASHI 等<sup>[16]</sup>认为骨折线在冠状窝上方>6 cm 时,才有可能在肱骨远端骨折块置入 3 枚螺钉提供有效的固定。对于骨折线与冠状窝之间距离<6 cm 的肱骨中下段骨折,作者采用肱骨 LCP(图 1E、F),其远端两排交错排列的 5 个多角度螺钉孔,最远跨度仅 3.5 cm,可在远端骨折块上

满足至少 3 枚螺钉固定,提供足够安全有效的把持力,但钢板远端不应超出冠状窝上缘。本组患者末次随访时,肘关节功能 MEPS 平均(88.4±5.7)分,优良率为 92.6%,肩关节功能 CMS 平均(96.3±2.2)分,优良率为 100%,所有患者患肢肩肘功能均恢复良好。

#### 3.4 经前侧入路微创前置锁定桥接钢板的局限性

经前侧入路微创前置锁定桥接钢板由于是手法间接复位,对于肱骨中下段骨折断端粉碎严重的患者,术中需反复进行 C 臂透视确认骨折复位质量,但对于骨折粉碎程度严重的患者并不需要过度追求解剖复位,恢复肱骨长度及力线,纠正侧方或旋转成角即可。经前侧入路微创前置锁定桥接钢板在远端切口处需要对肌肌钝性分离进入,而肌肌接受来自桡神经与肌皮神经双重支配,纵行劈开肌肌有可能对桡神经或肌皮神经分支造成损伤,使部分肌肉失去神经支配<sup>[17]</sup>。CONCHA 等<sup>[18]</sup>提出,前侧入路 MIPO 有可能术后出现肱骨前方肌肉软组织粘连或切口瘢痕挛缩,术后康复训练不足时可能导致肘关节活动范围受限,因此术后早期功能锻炼十分重要。同时该入路由于不解剖游离桡神经,对于术前合并桡神经损伤的肱骨中下段骨折患者,不建议使用该入路。

综上所述,经前侧入路前置锁定桥接钢板治疗肱骨中下段骨折可以取得较好疗效,对软组织及骨膜血运的创伤小,减少了医源性桡神经损伤,有效改善肩肘关节功能。但由于本研究为回顾性研究,且未设立对照组,仅对 27 例患者采用该方法治疗的肱骨中下段骨折患者进行了治疗前后对比研究,随访时间短,其意义有限,后续可通过增大样本量、延长随访时间或开展随机对照、前瞻性研究为临床治疗肱骨中下段骨折提供更多的有效信息。

### 参考文献

- [1] ENTEZARI V, OLSON J J, VALLIER H A. Predictors of traumatic nerve injury and nerve recovery following humeral shaft fracture[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2021, 30(12): 2711-2719.
- [2] KWAEES T A, ZREIK N H, CHARALAMBOUS C P. Surgical vs. nonsurgical management for humeral shaft fractures; preference among orthopaedic surgeons[J]. Ortop Traumatol Rehabil, 2021, 23(1): 21-26.
- [3] GOUSE M, ALBERT S, INJA D B, et al. Incidence and predictors of radial nerve palsy with the anterolateral brachialis splitting approach to

- the humeral shaft[J]. *Chin J Traumatol*, 2016, 19(4):217-220.
- [4] PAPAN A, SCHÖTTKER-KÖNIGER T, SCHÄFFER A, et al. Reliability, validity and critical appraisal of the cross-cultural adapted German version of the Mayo Elbow Performance Score (MEPS-G)[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1):1-11.
- [5] VROTSOU K, ÁVILA M, MACHÓN M, et al. Constant-murley score: systematic review and standardized evaluation in different shoulder pathologies[J]. *Qual Life Res*, 2018, 27(9):2217-2226.
- [6] SAPAGE R, PEREIRA P A, VITAL L, et al. Surgical anatomy of the radial nerve in the arm: a cadaver study[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2021, 31(7):1457-1462.
- [7] SUKEGAWA K, KUNIYOSHI K, SUZUKI T, et al. Effects of the elbow flexion angle on the radial nerve location around the humerus: a cadaver study for safe installation of a hinged external fixator[J]. *J Hand Surg Asian Pac Vol*, 2018, 23(3):388-394.
- [8] PATEL S S, MIR H R, HOROWITZ E, et al. ORIF of distal humerus fractures with modern pre-contoured implants is still associated with a high rate of complications[J]. *Indian J Orthop*, 2020, 54(5):570-579.
- [9] STREUFERT B D, EAFORD I, SELLERS T R, et al. Iatrogenic nerve palsy occurs with anterior and posterior approaches for humeral shaft fixation[J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34(3):163-168.
- [10] KUMAR B S, SORAGANVI P, SATYARUP D. Treatment of middle third humeral shaft fractures with anteromedial plate osteosynthesis through an anterolateral approach[J]. *Malays Orthop J*, 2016, 10(1):38-43.
- [11] BEERES F J, DIWERSI N, HOUWERT M R, et al. ORIF versus MIPO for humeral shaft fractures; a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies[J]. *Injury*, 2021, 52(4):653-663.
- [12] TETSWORTH K, HOHMANN E, GLATT V. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures; current state of the art[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26(18):652-661.
- [13] RANDELL M, GLATT V, STABLER A, et al. Anterior minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures is safer than open reduction internal fixation: a matched case-controlled comparison[J]. *J Orthop Trauma*, 2021, 35(8):424-429.
- [14] JITPRAPAIKULSARN S, NETI N, THREMLTHAKANPON W, et al. Anterior minimally invasive plating osteosynthesis using reversed proximal humeral internal locking system plate for distal humeral shaft fractures[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2020, 30(8):1515-1521.
- [15] CHANG H, YAO Z L, HOU Y L, et al. Lateral subcutaneous locking compression plate and small incision reduction for distal-third diaphyseal humerus fractures[J]. *Orthop Surg*, 2018, 10(3):218-226.
- [16] KOBAYASHI M, WATANABE Y, MATSUSHITA T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures[J]. *J Orthop Trauma*, 2010, 24(4):212-216.
- [17] BURANAPHATTHANA T, APIVATTHAKAKUL T, APIVATTHAKAKUL V. Anteromedial minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for distal third humeral shaft fractures-Is it possible? A cadaveric study [J]. *Injury*, 2019, 50(6):1166-1174.
- [18] CONCHA J M, SANDOVAL A, STREUBEL P N. Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures; are results reproducible? [J]. *Int Orthop*, 2010, 34(8):1297-1305.

(收稿日期:2023-06-26 修回日期:2023-10-19)

(编辑:姚雪)