

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.12.012

# MIPO 技术结合锁定加压钢板、顺行交锁髓内钉及锁定加压钢板治疗肱骨干中段骨折疗效的对比研究 \*

印 杰 曹涤平<sup>△</sup> 李 超 顾小华 居宇峰

(上海中医药大学附属第七人民医院关节外科 上海 200137)

**摘要 目的:**探讨微创经皮钢板内固定(MIPO)技术结合锁定加压钢板、顺行交锁髓内钉、锁定加压钢板治疗肱骨干中段骨折的疗效。**方法:**选择2016年2月至2019年2月我院收治的126例肱骨干中段骨折患者,采用随机数字表法将其分为三组,MIPO组(42例)采用MIPO技术结合锁定加压钢板固定治疗,髓内钉组(42例)采用顺行交锁髓内钉固定治疗,钢板组(42例)采用锁定加压钢板固定治疗。所有患者术后随访12个月,比较三组手术时间、术中出血量、术后住院时间、骨折愈合时间、术前和术后第12个月美国加州大学肩关节评分系统(UCLA)评分、Mayo肘关节功能评分(MEPS)、欧洲五维健康量表(EQ-5D)评分以及并发症发生率。**结果:**MIPO组和髓内钉组的术中出血量与术后住院时间均少于钢板组( $P<0.05$ ),MIPO组和髓内钉组之间无统计学差异( $P>0.05$ )。MIPO组、钢板组骨折愈合时间短于髓内钉组( $P<0.05$ ),MIPO组、钢板组之间无统计学差异( $P>0.05$ )。MIPO组、钢板组术后第12个月UCLA评分均高于髓内钉组( $P<0.05$ ),MIPO组、钢板组之间无统计学差异,第12个月MEPS无差异( $P>0.05$ )。术后第12个月MIPO组、钢板组EQ-5D评分高于髓内钉组( $P<0.05$ ),MIPO组、钢板组之间无统计学差异( $P>0.05$ )。三组桡神经损伤、肩峰损伤发生率相比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),桡神经损伤以钢板组发生率最高,肩峰损伤以髓内钉组发生率最高。**结论:**MIPO技术结合锁定加压钢板具有微创、术后恢复快、对肩关节功能及生活质量的影响较小、术后并发症较少的优势,是肱骨干中段骨折较为理想的治疗方式。

**关键词:**肱骨干中段骨折;微创经皮钢板内固定;锁定加压钢板;顺行交锁髓内钉;疗效

中图分类号:R683 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2021)12-2253-05

## A Comparative Study of MIPO Combined with Locking Compression Plate, Antegrade Interlocking Intramedullary Nail and Locking Compression Plate in the Treatment of Middle Humeral Shaft Fracture\*

YIN Jie, CAO Di-ping<sup>△</sup>, LI Chao, GU Xiao-hua, JU Yu-feng

(Department of Joint Surgery, the Seventh People's Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai, 200137, China)

**ABSTRACT Objective:** To investigate the effect of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPO) combined with locking compression plate, antegrade interlocking intramedullary nail and locking compression plate in the treatment of middle humeral shaft fracture. **Methods:** 126 patients with middle humeral shaft fracture in our hospital were selected from February 2016 to February 2019, which were randomly divided into three groups, the patients in MIPO group (42 cases) were treated with MIPO technology combined with locking compression plate fixation, the patients in intramedullary nail group (42 cases) were treated with antegrade interlocking intramedullary nail fixation, and the patients in steel plate group (42 cases) were treated with locking compression plate fixation. All patients were followed up for 12 months, the operation time, intraoperative hemorrhage, postoperative hospital stay, fracture healing time, and the university of California at Los Angeles shoulder rating scale(UCLA) score, Mayo elbow performance score(MEPS), EuroQol five dimensions questionnaire(EQ-5D) score before operation and 12 months after operation and complication rate were compared among the three groups. **Results:** In MIPO group and intramedullary nail group, the amount of intraoperative bleeding and postoperative hospital stay were less than those in steel plate group ( $P<0.05$ ), while there was no significant difference between MIPO group and intramedullary nail group ( $P>0.05$ ). The fracture healing time of MIPO group and steel plate group was shorter than that of intramedullary nail group ( $P<0.05$ ), while there was no significant difference between MIPO group and steel plate group ( $P>0.05$ ). The UCLA scores of MIPO group and steel plate group were higher than those of intramedullary nail group ( $P<0.05$ ), while there was no statistical difference between MIPO group and steel plate group, and there was no difference in MEPS at 12 months after operation ( $P>0.05$ ). The scores of EQ-5D in MIPO group and steel plate group were higher than those in intramedullary nail group ( $P<0.05$ ), while there was no significant difference

\* 基金项目:上海市科委"上海市浦江人才计划"项目(10PJ1409300)

作者简介:印杰(1977-),男,本科,主治医师,研究方向:关节外科、运动医学, E-mail: yinjenh123@sina.com

△ 通讯作者:曹涤平(1987-),男,硕士,主治医师,研究方向:关节外科、创伤骨科, E-mail: 2811476278@qq.com

(收稿日期:2021-01-03 接受日期:2021-01-25)

between MIPO group and steel plate group ( $P>0.05$ ). There was significant difference in the incidence of radial nerve injury and acromion injury among the three groups ( $P<0.05$ ). The incidence of radial nerve injury was the highest in the steel plate group and acromion injury was the highest in the intramedullary nail group. **Conclusion:** MIPO combined with locking compression plate has the advantages of minimally invasive, rapid postoperative recovery, less impact on shoulder function and quality of life, and less postoperative complications, which is an ideal treatment for middle humeral shaft fracture.

**Key words:** Middle humeral shaft fracture; Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis; Locking compression plate; Antegrade interlocking intramedullary nail; Curative effect

**Chinese Library Classification(CLC):** R683 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2021)12-2253-05

## 前言

肱骨干中段骨折是指发生在肱骨外科颈下 2 cm 至肱骨髁上 2 cm 的骨折,多见于年轻人和老年人<sup>[1]</sup>。手术是肱骨干中段骨折的常用治疗方法,包括外固定支架、切开复位钢板内固定、髓内钉固定<sup>[3,4]</sup>以及近年来新兴的微创经皮钢板内固定(MIPO)<sup>[5,6]</sup>, MIPO 技术、顺行交锁髓内钉具有微创、术后恢复快等特点<sup>[7,8]</sup>, 锁定加压钢板具有手术视野开阔、内固定牢固优势<sup>[9]</sup>, 三种术式在四肢骨折治疗中均有广泛的应用。对于肱骨干中段骨折的治疗应选择何种术式尚无一致性结论,本研究拟探讨 MIPO 技术结合锁定加压钢板、顺行交锁髓内钉、锁定加压钢板在肱骨干中段骨折中治疗的效果和安全性,以期对肱骨干中段骨折临床治疗方案的选择提供理论依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择 2016 年 2 月至 2019 年 2 月我院骨科收治的 126 例肱骨干中段骨折患者,纳入标准:①经 X 线片或 CT 确诊为肱骨干中段骨折;②骨折至手术时间 $<7$  d;③闭合性骨折;④拟行手术治疗,具备手术指征,无手术禁忌;⑤服从随机分组安排,依从性良好。排除标准:①受伤至入院时间 $\leq 12$  h;②骨肿瘤;③保守治疗者;④随访失联者。随机数字表法将患者分为三组,每组各 42 例。MIPO 组:男 29 例,女 13 例,年龄 26~69 岁,平均 $(40.32\pm 6.53)$ 岁,受伤至入院时间 0.5~7 h,平均 $(4.12\pm 2.31)$ h;AO 分型:A 型 16 例,B 型 19 例,C 型 7 例;致伤原因:交通事故车祸 19 例,高处坠落伤 11 例,平地跌倒 12 例。髓内钉组:男 27 例,女 15 例,年龄 23~65 岁,平均 $(39.67\pm 6.13)$ 岁,受伤至入院时间 0.6~8 h,平均 $(4.35\pm 2.43)$ h;AO 分型:A 型 18 例,B 型 20 例,C 型 4 例;致伤原因:交通事故车祸 16 例,高处坠落伤 9 例,平地跌倒 17 例。钢板组:男 28 例,女 14 例,年龄 29~71 岁,平均 $(41.46\pm 6.91)$ 岁,受伤至入院时间 0.9~10 h,平均 $(4.91\pm 2.58)$ h;AO 分型:A 型 19 例,B 型 18 例,C 型 5 例;致伤原因:交通事故车祸 18 例,高处坠落伤 13 例,平地跌倒 11 例。三组患者性别、年龄、受伤至入院时间、AO 分型、骨折类型、致伤原因比较均无统计学差异( $P>0.05$ ),临床资料均衡可比。本研究获得我院伦理会批准,患者及其家属均知情同意签署同意书。

### 1.2 手术方法

(1)MIPO 组:患者仰卧,采用臂丛神经阻滞麻醉,麻醉满意后,上臂外展 90° 前臂旋后,于肱二头肌与三角肌间隙作一

长约 3 cm 的近端切口,牵拉三角肌牵于外侧,肱二头肌于内侧,显露肱骨近端。根据肱骨前方解剖形态塑形预弯锁定加压钢板,骨剥贴近肱骨干作一直达骨折处的肌下隧道。于肘横纹近端 5 cm 处、肱二头肌肌腹外侧缘作一长约 3 cm 远端切口,牵拉肱二头肌肌腱于内侧,钝性劈开肌,显露并保护正中神经及肌皮神经,骨剥作肌下隧道与近端隧道相通。选择适宜长度锁定钢板沿隧道从近端插入置入于肱骨前侧,克氏针于近端临时固定钢板,助手牵引复位,再于远端采用克氏针临时固定钢板,分别于钢板两端置入 2 枚拉力螺钉使钢板与肱骨贴伏。透视骨折复位及钢板位置满意,分别于肱骨近端和远端于瞄准器辅助下置入 3 枚以上螺钉固定于钢板内,再次透视骨折端复位及钢板位置满意,骨折断端固定牢靠,生理盐水反复冲洗伤口,放置负压引流管,逐层缝合切口。

(2)髓内钉组:患者仰卧,采用臂丛神经阻滞麻醉,麻醉满意后,肩峰至肱骨大结节顶端做一长约 5 cm 切口,逐层切开皮下组织,暴露肱骨头及肱骨大结节,自肱骨大结节内侧与肱骨头关节面边缘进针,C 型臂 X 线机透视正侧位满意,开口器开口,沿髓腔轴置入导针,扩髓钻扩髓,闭合复位骨折端,选择合适型号髓内钉顺行置入髓腔,再次透视骨折复位及髓内钉位置满意,分别于肱骨近端和远端于瞄准器辅助下置入 2~3 枚锁定螺钉固定,被动活动肩关节无肩峰撞击,再次透视骨折端及螺钉位置满意,生理盐水反复冲洗伤口,留置负压引流管,逐层缝合切口。

(3)钢板组:患者仰卧或侧卧,采用臂丛神经阻滞麻醉,麻醉满意后,肱骨后侧或后外侧入路切开皮肤及皮下组织,分离肌肉组织,探查游离桡神经,牵开桡神经,显露骨折端,清理骨块和周围肌肉组织,复位骨折端,克氏针临时固定,选择适宜长度锁定钢板根据骨折受损部位置于肱骨外侧、后侧、后外侧或前外侧,3 枚以上螺钉固定骨折两端钢板和骨干,透视骨折复位及钢板位置满意,生理盐水反复冲洗伤口,留置负压引流管,逐层缝合切口。

(4)术后处理:术后颈腕吊带制动,引流量 $<50$  mL/d 拔掉引流管。术后次日行患侧肩、肘关节主被动功能锻炼和肌力锻炼,术后 21 d 内前臂吊带悬吊上肢,定期复查 X 线,检查肘关节活动度,指导上肢功能锻炼。X 线片示多量骨痂形成可完全负重,所有患者定期门诊复查,电话随访至术后 12 个月。

### 1.3 观察指标

①手术相关指标:记录两组手术时间、术中出血量、术后住院时间、骨折愈合时间(术后至 X 线片显示骨痂大量形成的时间)。②术前、术后第 12 个月采用美国加州大学肩关节评分系

统(UCLA)评价肩关节功能<sup>[10]</sup>,该评分从疼痛(1分,难以忍受的疼痛,需服用镇痛药物,2分可忍受疼痛,4分轻度疼痛,6分体力劳动或活动时疼痛,8分偶尔疼痛,10分无疼痛)、功能(1分无法活动上肢,2分可轻微活动上肢,4分可完成轻度家务或大部分日常生活,6分可完成大部分家务,8分能举肩,上肢活动轻微受限,10分上肢功能正常)、前侧屈曲活动度(5分 $>150^{\circ}$ ,4分 $120^{\circ} \sim 150^{\circ}$ ,3分 $90^{\circ} \sim 119^{\circ}$ ,2分 $45^{\circ} \sim 89^{\circ}$ ,1分 $30^{\circ} \sim 44^{\circ}$ ,0分 $<30^{\circ}$ )、前屈曲力量(5分肌力5级,4分肌力4级,3分肌力3级,2分肌力2级,1分肌力1级,0分肌力0级)、病人满意度(5分满意,0分不满意),总分35分,评分越高说明肩关节功能越好,UCLA评分34~35分为优,29~33分为良, $<29$ 分为差。④术前、术后第12个月采用Mayo肘关节功能评分(MEPS)<sup>[11]</sup>从肘关节疼痛、屈伸活动度、稳定性、梳头、吃饭、个人卫生、穿衣及穿鞋等进行评估,MEPS总分 $\geq 90$ 分为优,75~89分为良,60~74分为中, $\leq 60$ 分为差,评分越高说明肘关节功能越好。⑤术前、术后第12个月采用欧洲五维健康量表(EQ-5D)<sup>[12]</sup>评价患者生活质量,EQ-5D包括两个部分,一部分从活动能力、自我照顾能力、日常活动能力、疼痛或不舒服、焦虑或抑郁5个维度评价,每个维度采用3级评分法,1分没有任何困难,2分有些困难,3分极度困难。另一个部分为直观式模拟评分,受试者根据自身感知在一长20 cm刻度尺上进行主观打分,分值0~100分,分值越高,健康状态

越好。采用日本效用值换算表来计算EQ-5D指数得分, $<0.40$ 为非常不好,0.40~0.75为良好, $>0.75$ 为非常好<sup>[13]</sup>。⑥观察三组术后感染、骨折延迟愈合、桡神经损伤、肩峰损伤并发症发生情况。术后感染指术后切口局部有红、肿、热、疼或脓性分泌物,分泌物病原菌培养阳性。骨折延迟愈合指超过骨折正常愈合所需时间(4个月)仍未达到骨折愈合标准,X线提示骨痂量少,骨折线明显。桡神经损伤为术后典型肘肘、前臂后旋障碍、腕下垂等表现。肩峰损伤为术后肩关节疼痛、主被动活动受限,肩袖肌肉群肌力减弱,或经磁共振诊断为肩峰损伤。

#### 1.4 统计学分析

SPSS 25.0 进行数据分析,计量资料符合正态分布,具备方差齐性以( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组间比较采用单因素方差分析,组间两两对比采用LSD-t检验。以率(%)表示计数资料采用 $\chi^2$ 检验。所有统计均采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 两组手术相关指标比较

MIPO组和髓内钉组术中出血量、术后住院时间均少于钢板组( $P<0.05$ ),MIPO组和髓内钉组术中出血量、术后住院时间比较无统计学差异( $P>0.05$ )。MIPO组、钢板组骨折愈合时间短于髓内钉组( $P<0.05$ ),MIPO组与钢板组比较无统计学差异( $P>0.05$ )。三组手术时间比较无统计学差异( $P>0.05$ ),见表1。

表1 不同术式患者手术指标差异( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 The differences of operation indexes in patients with different operation methods( $\bar{x} \pm s$ )

| Groups                    | n  | Operation time( min ) | Amount of intraoperative bleeding( mL ) | Postoperative hospital stay( d ) | Fracture healing time ( month ) |
|---------------------------|----|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| MIPO group                | 42 | 106.56 $\pm$ 22.05    | 93.25 $\pm$ 15.29 <sup>a</sup>          | 8.94 $\pm$ 2.01 <sup>a</sup>     | 3.07 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>    |
| Intramedullary nail group | 42 | 104.23 $\pm$ 21.57    | 95.35 $\pm$ 16.35 <sup>a</sup>          | 9.32 $\pm$ 2.35 <sup>a</sup>     | 4.12 $\pm$ 0.76                 |
| Steel plate group         | 42 | 103.32 $\pm$ 20.13    | 135.26 $\pm$ 19.40                      | 11.35 $\pm$ 3.26                 | 3.01 $\pm$ 0.23 <sup>b</sup>    |
| F value                   |    | 1.035                 | 13.264                                  | 8.164                            | 6.352                           |
| P value                   |    | 0.430                 | 0.000                                   | 0.000                            | 0.103                           |

Note: Compared with steel plate group, <sup>a</sup> $P<0.05$ ; Compared with intramedullary nail group, <sup>b</sup> $P<0.05$ .

### 2.2 三组 UCLA、MEPS 评分

三组术前 UCLA、MEPS 评分比较均无统计学差异( $P>0.05$ ),术后第12个月 UCLA、MEPS 评分均升高( $P<0.05$ )。MIPO组、钢板组术后第12个月 UCLA 评分均高于髓内钉组

( $P<0.05$ ),MIPO组、钢板组之间 UCLA 评分无明显差异性( $P>0.05$ )。三组术后第12个月 MEPS 评分比较无统计学差异( $P>0.05$ )。见表2。

表2 三组术前、术后第12个月 UCLA、MEPS 评分差异( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 The differences of UCLA and MEPS scores among the three groups before and 12 months after operation( $\bar{x} \pm s$ )

| Groups                    | n  | UCLA scores      |                                | MEPS scores      |                               |
|---------------------------|----|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|
|                           |    | Before operation | 12 months after operation      | Before operation | 12 months after operation     |
| MIPO group                | 42 | 24.12 $\pm$ 3.26 | 32.56 $\pm$ 2.05 <sup>ab</sup> | 53.26 $\pm$ 6.34 | 90.25 $\pm$ 7.29 <sup>a</sup> |
| Intramedullary nail group | 42 | 24.03 $\pm$ 3.46 | 29.23 $\pm$ 3.57 <sup>a</sup>  | 54.05 $\pm$ 6.79 | 89.35 $\pm$ 6.35 <sup>a</sup> |
| Steel plate group         | 42 | 24.16 $\pm$ 3.37 | 31.03 $\pm$ 2.74 <sup>ab</sup> | 53.08 $\pm$ 6.19 | 90.46 $\pm$ 7.25 <sup>a</sup> |
| F value                   |    | 0.692            | 8.461                          | 0.715            | 0.300                         |
| P value                   |    | 0.432            | 0.000                          | 0.306            | 0.741                         |

Note: Compared with before operation, <sup>a</sup> $P<0.05$ ; Compared with intramedullary nail group, <sup>b</sup> $P<0.05$ .

### 2.3 三组生活质量比较

三组术前 EQ-5D 评分比较均无统计学差异 ( $P>0.05$ ), 术后第 12 个月 MIPO 组、钢板组 EQ-5D 评分高于髓内钉组 ( $P<$

0.05), MIPO 组、钢板组之间 EQ-5D 评分无明显差异 ( $P>0.05$ )。见表 3。

表 3 三组术前、术后第 12 个月 EQ-5D 评分差异( $\bar{x}\pm s$ )

Table 3 EQ-5D score differences of three groups before and 12 months after operation( $\bar{x}\pm s$ )

| Groups                    | n  | Before operation | 12 months after operation    |
|---------------------------|----|------------------|------------------------------|
| MIPO group                | 42 | 0.61 $\pm$ 0.15  | 0.89 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup> |
| Intramedullary nail group | 42 | 0.63 $\pm$ 0.16  | 0.72 $\pm$ 0.17              |
| Steel plate group         | 42 | 0.62 $\pm$ 0.17  | 0.91 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup> |
| F value                   |    | 0.953            | 9.007                        |
| P value                   |    | 0.142            | 0.000                        |

Note: Compared with intramedullary nail group, <sup>a</sup> $P<0.05$ .

### 2.4 并发症

MIPO 组发生 1 例术后感染, 髓内钉组发生 2 例骨折延迟愈合, 3 例肩峰损伤, 钢板组发生 3 例桡神经损伤, 1 例术后感染, 三组骨折延迟愈合、术后感染并发症率比较无统计学差异

( $P>0.05$ ), 三组桡神经损伤、肩峰损伤发生率差异显著 ( $P<0.05$ ), 桡神经损伤以钢板组发生率最高, 肩峰损伤以髓内钉组发生率最高, 见表 4。

表 4 三组并发症差异[n(%)]

Table 4 Differences of complications among the three groups[n(%)]

| Groups                    | n  | Delayed union of fracture | Radial nerve injury | Acromion injury | Postoperative infection |
|---------------------------|----|---------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|
| MIPO group                | 42 | 0(0.00)                   | 0(0.00)             | 0(0.00)         | 1(2.38)                 |
| Intramedullary nail group | 42 | 2(4.76)                   | 0(0.00)             | 3(7.14)         | 0(0.00)                 |
| Steel plate group         | 42 | 0(0.00)                   | 3(7.14)             | 0(0.00)         | 1(2.38)                 |
| $\chi^2$ value            |    | 4.065                     | 6.146               | 6.146           | 1.016                   |
| P value                   |    | 0.131                     | 0.046               | 0.046           | 0.602                   |

## 3 讨论

肱骨干骨折占全身所有骨折 1%-3%, 占上肢骨折的 6%-15%, 肱骨干骨折约 60% 发生在肱骨干中段, 上段和下段分别占 30% 和 10%, 约 90% 肱骨干骨折为闭合性损伤<sup>[14-16]</sup>。肱骨干骨折好发年龄呈双峰表现, 以 30 岁左右年轻人和 70 岁左右老年人为好发人群, 年轻人多见于直接暴力、旋转暴力、高能量损伤, 老年人多见于跌倒伤<sup>[17,18]</sup>。多数肱骨干骨折通过保守治疗可取得较为满意疗效, 但对于保守治疗效果不满意、复杂骨折、合并多发骨折需手术治疗。随着现代骨科医疗器械的不断改进, 内固定材料不断发展, 手术医师技术不断进步, 临床对骨折对位对线愈加严格, 更加追求解剖复位, 最大限度恢复患者肢体功能, 减少并发症, 提高患者生活质量。切开复位钢板内固定、髓内钉固定、MIPO 技术结合锁定加压钢板各有其优缺点, 至今无一致性结论。

锁定加压钢板内固定是目前主流的手术方式, 具有手术复位成功率高, 内固定牢靠等优势, 但是存在创伤大, 易损伤血管神经、术后感染风险大、骨折断端血运不良、骨折愈合延迟或不愈合等弊端<sup>[19,20]</sup>。顺行交锁髓内钉内固定切口小, 手术操作时间短, 术后恢复快, 但是内固定不够坚强, 需切开肩袖影响术后肩

关节功能<sup>[21,22]</sup>。MIPO 技术是微创理念和生物学内固定理念的结合, 可弥补锁定加压钢板和顺行髓内钉固定的弊端。MIPO 技术通过在肱骨干近端和远端建立隧道, 大大降低了手术创伤性, 减少软组织损伤, 不影响骨折端血液供应, 利于术后骨折愈合<sup>[23-25]</sup>。本研究三组中 MIPO 组和髓内钉组术中出血量、术后住院时间均少于钢板组, MIPO 组和髓内钉组则无明显差异, 说明 MIPO 技术结合锁定加压钢板、顺行交锁髓内钉对肱骨及其周围软组织损伤程度无明显差异。顺行交锁髓内钉技术操作简单, 但是需要在 X 线机下复位, 复位过程相对困难和耗时, MIPO 技术复位相对容易, 但是需在肱骨两端打通工作通道, 增加一定工作量, 锁定钢板操作简单, 但对软组织、神经、血管损伤大, 术中需谨慎操作, 因此三种术式在手术时间方面比较无明显差异。三组骨折愈合时间比较, MIPO 组骨折愈合时间短于髓内钉组, 与钢板组比较无明显差异性, 分析原因为肱骨干上端圆形, 下端三棱形, 对旋转稳定性要求高, 髓内钉固定可能与髓腔大小不匹配, 导致骨折端不稳定和位移, 影响骨折愈合。锁定加压固定保证钢板与螺钉成角稳定, 避免螺钉松动, 较少骨膜损伤, 最大程度实现解剖复位, 加压钢板与骨面之间保持一定应力, 为骨折愈合提供良好血供<sup>[26]</sup>。

本研究观察 MIPO 组、钢板组术后第 12 个月 UCLA 评分

均高于髓内钉组,MIPO 组、钢板组之间 UCLA 评分无明显差异性。Yuan 等人<sup>[26]</sup>报道指出锁定加压钢板内固定治疗肱骨中段骨折肩关节功能优于髓内钉固定。分析原因为锁定加压钢板内固定根据骨折部位选择手术切口,因此对于肱骨中段骨折患者切口选择不涉及肩关节,而顺行交锁髓内钉则需切开三角肌深层的肩袖,破坏肩关节肌肉群生理结构,影响肩关节功能<sup>[27]</sup>。髓内钉固定可能因钉尾过长,与肩峰撞击,导致肩关节疼痛,而影响肩关节功能,髓内钉内固定可导致肩袖断裂、肩锁关节发炎等并发症,影响肩关节功能<sup>[28]</sup>。MIPO 组在锁定加压钢板内固定基础上增加 MIPO 技术,不增加对肩关节的损伤,而且减少了手术创伤,其对肩关节功能的影响也低于髓内钉组。肩、肘关节功能恢复程度直接影响患者术后生活质量,关节功能恢复不良严重影响日常生活,本研究术后第 12 个月 MIPO 组、钢板组 EQ-5D 评分高于髓内钉组,MIPO 组、钢板组患者 EQ-5D 评分相近,分析原因为髓内钉对患者肩关节功能的影响有关。本研究髓内钉组发生 3 例肩峰损伤,钢板组 3 例桡神经损伤,MIPO 组无 1 例桡神经损伤和肩峰损伤,说明锁定加压钢板固定对桡神经损伤风险大,髓内钉则存在较大肩关节损伤和骨折延迟愈合弊端。桡神经损伤原因为桡神经沿肱骨干走行,术中牵拉导致,采用锁定加压钢板固定时应注意保护桡神经,应先仔细探查桡神经,术中仔细操作,肱骨干多合并桡神经损伤,术中对于探查桡神经损伤者应积极处理<sup>[29]</sup>。髓内钉组肩峰损伤主要因钉尾外突、术中损伤肩关节,修复不彻底,在实施髓内钉固定时一定要防止钉尾退出软骨质,动作轻柔,保护关节囊。

MIPO 技术结合锁定加压钢板具有较多优势,但在操作时应注意以下几点<sup>[30-32]</sup>:首先,肱骨远端解剖形态特殊,锁定加压钢板较厚,事先应根据骨折部位形态塑性预弯,保持与肱骨干面弧度密切贴合,同时应避免切口处皮肤隆起,影响伤口愈合。其次,复位后应活动肘关节,纠正断端缩短、成角及旋转畸形,确认复位满意、断端功能复位,再行固定,同时应避免骨折块移位和断端软组织嵌入影响骨折愈合。第三,旋入螺钉前保证骨折精确复位,在骨折近端、远端每侧旋入第 1 枚螺钉后先不旋紧以避免钢板与骨之间相对旋转运动,置入最后 1 枚螺钉后再先后旋紧,保证骨折对位。

综上,顺行交锁髓内钉较锁定加压钢板创伤小,对桡神经损伤小,但影响术后肩关节功能,锁定加压钢板可保护肩关节功能,但创伤大,对桡神经损伤机率大。MIPO 技术结合锁定加压钢板具有微创、术后恢复快、不影响肩关节功能、并发症风险小等优势,在肱骨干中段骨折治疗方面具有较大优势。临床应根据患者骨折部位、分型、合并损伤等合理选择内固定术式。

#### 参考文献(References)

- [1] Schoch BS, Padegimas EM, Maltenfort M, et al. Humeral shaft fractures: national trends in management [J]. J Orthop Traumatol, 2017, 18(3): 259-263
- [2] Pollock FH, Maurer JP, Sop A, et al. Humeral Shaft Fracture Healing Rates in Older Patients[J]. Orthopedics, 2020, 43(3): 168-172
- [3] Harkin FE, Large RJ. Humeral shaft fractures: union outcomes in a large cohort[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2017, 26(11): 1881-1888
- [4] 毛勇,叶如卿.经皮微创钢板内固定术治疗肱骨干中段骨折的临床效果及对肩关节功能的影响 [J]. 浙江创伤外科, 2017, 22(6): 1077-1078
- [5] 杜一鑫,陈建军,曹斌豪,等.微创钢板内固定术中两种入路方式对肱骨干中段骨折患者骨代谢活性与桡神经损伤的影响[J].中国骨伤, 2019, 32(11): 997-1002
- [6] Lai TC, Fleming JJ. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Tibia Fractures[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2018, 35(2): 223-232
- [7] Wang B, Zhao Y, Wang Q, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis versus intramedullary nail fixation for distal tibial fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 456
- [8] Jitrapaikulsarn S, Neti N, Thremthakanpon 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
- [9] Rubio-Suarez JC, Carbonell-Escobar R, Rodriguez-Merchan EC, et al. Fractures of the tibial pilon treated by open reduction and internal fixation (locking compression plate-less invasive stabilising system): Complications and sequelae[J]. Injury, 2018, 49(2): S60-S64
- [10] Assunção JH, Malavolta EA, Gracitelli MEC, et al. Clinical outcomes of arthroscopic rotator cuff repair: correlation between the University of California, Los Angeles (UCLA) and American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) scores[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2017, 26(7): 1137-1142
- [11] Beirer M, Friese H, Lenich A, et al. The Elbow Self-Assessment Score (ESAS): development and validation of a new patient-reported outcome measurement tool for elbow disorders [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(7): 2230-2236
- [12] Khoudiri I, Belayachi J, Dendane T, et al. Measuring quality of life after intensive care using the Arabic version for Morocco of the Euro-Qol 5 Dimensions[J]. BMC Res Notes, 2012, 22(5): 1-8
- [13] Wu CM, Gong YH, Wu J, et al. Chinese version of the EQ-5D preference weights: applicability in a Chinese general population [J]. PLoS One, 2016, 11(10): e0164334
- [14] 刘超,刘建峰,李丹.锁定加压钢板、交锁髓内钉与可膨胀髓内钉治疗方案对肱骨干骨折的中远期疗效比较 [J]. 创伤外科杂志, 2019, 21(6): 425-430
- [15] Van Lieshout EMM, Mahabier KC, Tuinebreijer WE, et al. Rasch analysis of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) instrument in patients with a humeral shaft fracture[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2020, 29(5): 1040-1049
- [16] Colello MJ, Hunter MD, Tanner SL, et al. Intramedullary Nail Fixation for the Treatment of Pathologic Humeral Shaft Fractures [J]. Orthopedics, 2020, 43(5): e389-e398
- [17] Yörükoğlu AÇ, Demirkan AF, Büyüker N, et al. Humeral shaft fractures and radial nerve palsy: early exploration findings [J]. Eklem Hastalik Cerrahisi, 2016, 27(1): 41-45
- [18] 林焱斌,叶友友,王海洋,等.肱骨尺侧结合前侧 MIPPO 入路双钢板内固定治疗肱骨干下 1/3 骨折[J].中华肩肘外科电子杂志, 2018, 6(3): 207-213
- [19] 陈勇吉,彭磊,江向明,等.锁定加压钢板和动力加压钢板治疗肱骨中下段骨折的临床比较研究 [J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(3): 539-541
- [20] 章鹏,郭林新,马岩,等.前侧微创入路锁定加压钢板内固定治疗肱骨中下段骨折[J].中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(5): 470-472

- larynges of canine cadavers [J]. American J Veterinary Research, 2017, 78(12): 1444-1448
- [18] 中国医师协会急诊医师分会, 中国医疗保健国际交流促进会急诊急救分会, 国家卫生健康委能力建设与继续教育中心急诊学专业委员会. 无创正压通气急诊临床实践专家共识 (2018)[J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(1): 14-24
- [19] Assaad U, Bazan L. 1219 Post LVAD implantation related hypercapnia successfully treated with NIPPV: a case report[J]. Sleep, 2017, 40(s1): e455
- [20] Wu W, Guan L, Zhang X, et al. Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial [J]. Respiratory Medicine, 2017: S0954611117303402
- [21] Nannaka V, Diaz-Fuentes G, Venkatram S, et al. Use of Pro-BNP in the Intensive Care Unit to Predict Outcomes in Patients With Acute Exacerbation of COPD[J]. Chest, 2015, 148(4): 675A
- [22] 方树青, 毛宜虎. 痰热清注射液辅助双水平无创正压通气治疗 AECOPD 合并 II 型呼吸衰竭的临床效果 [J]. 山东医药, 2019, 59(10): 78-81
- [23] Minto L, Dalal A, Liendo C, et al. 1237 CSA with Cheyne-Stokes Respiration in Congestive Heart Failure: Treatment with BIPAP-ST utilizing a narrow pressure support[J]. Sleep, 2017(S1): e461
- [24] Bradford E, Jacobson S, Varasteh J, et al. The value of blood cytokines and chemokines in assessing COPD [J]. Respiratory research, 2017, 18(1): e180
- [25] Chen BB, Li ZH, Gao S. Circulating miR-146a/b correlates with inflammatory cytokines in COPD and could predict the risk of acute exacerbation COPD[J]. Medicine, 2018, 97(7): e9820
- [26] Vaughan A, Stevanovic S, Jafari M, et al. The effect of diesel emission exposure on primary human bronchial epithelial cells from a COPD cohort: N-acetylcysteine as a potential protective intervention [J]. Environmental Research, 2018, 170(3): 194-202
- [27] 何国庆, 秦勤, 罗兰. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者治疗前后肺功能, SIRS 评分及血清炎症因子水平变化与预后的相关性研究 [J]. 心脑血管病杂志, 2018, 37(8): 55-58
- [28] Phua, J. Soluble triggering receptor expressed on myeloid cells-1 in acute respiratory infections [J]. European Respiratory Journal, 2006, 28(4): 695-702
- [29] 周毅, 沈华浩, 黄华琼, 等. 血清 sTREM-1 变化对 AECOPD 患者预后及再次急性发作的判断意义. 中华急诊医学杂志, 2015, 24(6): 666-668
- [30] 丛云峰, 张东利, 张维亮, 等. APACHE II 评分及 SIRS 评分对 AECOPD 患者预后的价值[J]. 医学临床研究, 2012, 29(9): 1676-1677

## (上接第 2257 页)

- [21] 王建华, 王依林, 张培训. 锁定加压钢板与顺行磁力导航带锁髓内钉治疗肱骨干骨折的临床疗效分析 [J]. 中华肩肘外科电子杂志, 2019, 7(4): 335-341
- [22] 林知毅, 黄培镇. 顺行交锁髓内钉与锁定钢板内固定治疗肱骨干骨折疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(11): 1136-1139
- [23] Özkul E, Gem M, Arslan H, et al. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis in Open Pediatric Tibial Fractures [J]. J Pediatr Orthop, 2016, 36(4): 416-422
- [24] Jeong JJ, Park SE, Lee HH, et al. Narrow locking compression plate vs long philos plate for minimally invasive plate osteosynthesis of spiral humerus shaft fractures [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 381
- [25] Zhang Q, Sun N, Huang Q, et al. Minimally Invasive Plating Osteosynthesis in the Treatment of Humeral Shaft Fractures: A Meta-Analysis[J]. J Invest Surg, 2017, 30(2): 133-142
- [26] Yuan H, Wang R, Zheng J, et al. Comparison between Intramedullary Nailing and Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis in Treatment of Humeral Shaft Fractures[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2019, 29(10): 942-945
- [27] Campochiaro G, Baudi P, Gialdini M, et al. Humeral shaft non-union after intramedullary nailing [J]. Musculoskelet Surg, 2017, 101(2): 189-193
- [28] Fan Y, Li YW, Zhang HB, et al. Management of Humeral Shaft Fractures With Intramedullary Interlocking Nail Versus Locking Compression Plate[J]. Orthopedics, 2015, 38(9): e825-e829
- [29] 汪李军, 史源欣, 邵伟忠, 等. 肱骨远端关节外解剖锁定加压钢板内固定治疗肱骨干中下段骨折 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19(10): 907-910
- [30] Lee T, Yoon J. Newly designed minimally invasive plating of a humerus shaft fracture; a different introduction of the plate[J]. Int Orthop, 2016, 40(12): 2597-2602
- [31] Davies G, Yeo G, Meta M, et al. Case-Match Controlled Comparison of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis and Intramedullary Nailing for the Stabilization of Humeral Shaft Fractures[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(11): 612-617
- [32] 胡跃军, 罗观望, 肖进. MIPO 技术结合锁定加压钢板固定术治疗成人肱骨干中段骨折的疗效分析 [J]. 现代实用医学, 2020, 32(4): 552-553