

· 临床论著 ·

## 髓内钉与钢板固定肱骨近端 2、3 部骨折比较

田永新<sup>a</sup>, 岳恒<sup>b\*</sup>, 柳小东<sup>a</sup>

(定西市第二人民医院 a: 骨三科; b: 急救中心, 甘肃定西 743000)

**摘要:** [目的] 比较髓内钉与锁定钢板固定肱骨近端 Neer 2、3 部骨折的临床疗效。[方法] 2018 年 2 月—2021 年 2 月手术治疗肱骨近端 Neer 2、3 部骨折 99 例患者。根据术前医患沟通结果, 57 例采用髓内钉内固定治疗 (髓内钉组), 42 例采用锁定钢板内固定治疗 (钢板组)。比较两组围术期资料、随访结果以及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术。髓内钉组切口长度、术中出血量、手术时间、住院时间均显著优于钢板组 ( $P<0.05$ ), 两组早期并发症发生率差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组患者均获随访 14~31 个月, 平均 (20.88±4.86) 个月, 髓内钉组临床骨折愈合时间显著早于钢板组 ( $P<0.05$ )。随时间推移, 两组的 VAS 评分、前屈上举 ROM、外展上举 ROM、Constant-Murley 评分、外展肌力均显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组间上述各指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 两组骨折复位质量的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。髓内钉组骨折影像愈合时间显著早于钢板组 ( $P<0.05$ )。与术前相比, 术后两组 NSA 均显著增加 ( $P<0.05$ ); 相应时间点, 两组间 NSA 的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] 肱骨近端 Neer 2、3 部骨折采用髓内钉与锁定钢板固定均可取得满意的临床效果, 相比之下, 髓内钉创伤更小, 骨折愈合更快。

**关键词:** 肱骨近端 Neer 2、3 部骨折, 开放复位内固定, 髓内钉, 锁定钢板

中图分类号: R683.41 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2022) 22-2034-05

**Intramedullary nail versus locking plate for Neer two- and three-part proximal humeral fractures // TIAN Yong-xin<sup>a</sup>, YUE Heng<sup>b</sup>, LIU Xiao-dong<sup>a</sup>. a. The Third Department of Orthopaedics; b. Emergency Center, The Second People's Hospital of Dingxi City, Dingxi 743000, China**

**Abstract: [Objective]** To compare the clinical outcomes of intramedullary nail versus locking plate for open reduction and internal fixation (ORIF) of Neer two- and three-part proximal humeral fractures. **[Methods]** From February 2018 to February 2021, 99 patients received ORIF for Neer two- and three-part proximal humeral fractures. According to preoperative doctor-patient communication, 57 patients were treated with intramedullary nail (IMN group), while the other 42 patients had locking plate used (LP group). The documents regarding to perioperative period, follow-ups and radiographs were compared between the two groups. **[Results]** All the patients in both groups had ORIF performed successfully. The IMN group proved significantly superior to LP group in terms of incision length, intraoperative blood loss, operation time and hospital stay ( $P<0.05$ ), although there was no significant difference in the incidence of early complications between the two groups ( $P>0.05$ ). All patients were followed up for 14~31 months, with an average of (20.88±4.86) months. The IMN group got clinical fracture healing significantly earlier than LP group ( $P<0.05$ ). The VAS score, forward flexion and lifting range of motion (ROM), abduction and lifting ROM, Constant-Murley score, and abductor strength were significantly improved in both groups over time ( $P<0.05$ ), which were not statistically significant between the two groups at any corresponding time points ( $P>0.05$ ). Radiographically, there was no significant difference in fracture reduction quality between the two groups ( $P>0.05$ ), however, the IMN group achieved fracture healing on images significantly earlier than LP group ( $P<0.05$ ). Compared with those preoperatively, the neck-shaft angle (NSA) of the humerus was significantly increased in both groups postoperatively ( $P<0.05$ ), whereas which proved not statistically significant between the two groups at any matching time points ( $P>0.05$ ). **[Conclusion]** Both intramedullary nail and locking plate do achieve satisfactory clinical outcomes of internal fixation of Neer two- and three-part proximal humeral fractures. In comparison, intramedullary nail takes advantages of less trauma and faster fracture healing over the plate.

**Key words:** Neer two- and three-part proximal humeral fractures, open reduction and internal fixation, intramedullary nail, locking plate

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.22.04

作者简介: 田永新, 副主任医师, 研究方向: 创伤骨科、关节外科、脊柱外科, (电话)15019329518, (电子信箱)wanguj972@163.com

\* 通信作者: 岳恒, (电话)13983259618, (电子信箱)zhen88u76@163.com

肱骨近端骨折是常见的骨折类型，常见于交通事故、跌落或坠落伤等高能创伤，占全身骨折的4%~5%，在四肢骨折中其发生率仅低于髌部与桡骨远端，以疼痛、肿胀以及肘部活动受限为主要症状。肱骨近端骨折临床治疗分为保守治疗与手术治疗两种，前者主要适用于无移位的稳定性骨折，而粉碎性或严重移位者保守治疗通常难以获得满意的骨折愈合效果，需要手术治疗<sup>[1]</sup>。Neer分型在评估肱骨近端骨折严重程度方面具有重要意义，临床常见Neer 2、3部骨折，对于Neer 2、3部骨折常用的治疗方法包括锁定钢板内固定与髓内钉内固定，既往多数学者将锁定钢板固定作为肱骨近端治疗的“金标准”，但创伤相对较大，且锁定钢板内固定属于偏心固定，术后可能具有更高的并发症发生率，例如螺钉切出、脱出、钢板断裂等，尤其对于老年患者，术后可能发生内翻畸形<sup>[2]</sup>。近年来，髓内钉逐渐被用于肱骨近端骨折，其具有较强的抗内、外翻及旋转作用，但可能损伤肩袖，固定大、小结节难度较大<sup>[3]</sup>。近年来临床医师越来越倾向于选择髓内钉内固定治疗肱骨近端Neer 2、3部骨折，但关于其与锁定钢板内固定治疗的优势还存在一定的争议。本研究回顾性分析99例患者的临床资料，探讨锁定钢板与髓内钉治疗肱骨近端Neer 2、3部骨折的临床疗效差异，为该类型骨折手术方式的选择提供参考，报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 年龄18~80岁；(2) 影像诊断提示肱骨近端Neer 2、3部骨折<sup>[4]</sup>；(3) 骨折至手术时间<2周的新鲜骨折；(4) 病历资料完整。

排除标准：(1) 合并严重内科疾病；(2) 合并上肢或躯干其他部位骨折；(3) 开放性骨折；(4) 陈旧性骨折或病理性骨折；(5) 合并神经损伤；(6) 患肢既往有创伤史或手术治疗史。

### 1.2 一般资料

2018年2月—2021年2月，共99例患者符合上述标准，纳入本研究。根据术前医患沟通结果，将患者分为两组。57例采用髓内钉内固定治疗（髓内钉组）；42例采用锁定钢板内固定治疗（钢板组）。两组术前一般资料见表1，两组年龄、性别、体质指数（body mass index, BMI）、损伤至手术时间、损伤侧别、Neer分型和损伤原因的差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。本研究获医院伦理委员会批准，所有患者

均知情同意。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	髓内钉组 (n=57)	钢板组 (n=42)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	63.01±4.75	62.30±4.82	0.467
性别(例, 男/女)	24/33	18/24	0.784
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.19±2.24	23.21±2.83	0.969
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$ )	3.91±0.75	3.89±0.80	0.899
侧别(例, 左/右)	30/27	22/20	0.980
Neer分型(例, 2部/3部)	17/40	15/27	0.536
伤因(例, 摔伤/车祸)	40/17	29/13	0.904

### 1.3 手术方法

髓内钉组：全身麻醉，取沙滩椅位。以起于肩峰下向至三角肌前中部作4cm左右的纵向切口，纵向劈开三角肌前、中部，显露肱骨近端。对大、小结节骨块复位，采用克氏针进行临时固定。缝合肌腱止点，以便后续固定。在肱二头肌长头肌腱后0.7cm左右将冈上肌肩袖切开，确认肱骨头最高点，并作为进针点置入导针，透视确认导针位置良好，采用钻头开口，随后参照肱骨中上段髓腔直径置入适宜的Trigen髓内钉，再次透视观察骨折是否复位以及主钉是否在位，在主钉近、远端各置入长度适宜的锁定螺钉。将大小结节牵引的缝线缝合至近端钉孔打结固定。再次透视确认各内置物在位，逐层缝合切口。

钢板组：麻醉和体位同髓内钉组。采用肩前外侧纵切口，劈开三角肌前中部，注意保护腋神经。暴露骨折处，采用牵引、撬拨法进行骨折复位。选择合适的钢板，置于肱骨近端，分别钻孔，拧入螺钉，缝合固定肩袖附着的骨折块。透视确认复位满意后，逐层缝合切口。

### 1.4 评价指标

记录两组患者围术期资料，包括术中出血量、手术时间、住院时间、切口长度、术中透视次数、主动活动时间。采用疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）<sup>[5]</sup>、肩前屈上举活动度（range of motion, ROM）、外展上举ROM、Constant-Murley肩关节功能评分<sup>[6]</sup>和外展肌力评价临床效果。行影像检查，影像评估骨折复位质量，优为解剖复位；良为骨折块移位<3mm，差为骨折块移位≥3mm。影像观察连续骨痂通过骨折线的时间。测量肱骨颈干角（neck shaft angle, NSA）。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 21.0软件进行统计学分析。计量数据

以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验, 组内时间点比较采用单因素方差分析; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney  $U$  检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围术期情况

两组患者均顺利完成手术, 无医源性血管、神经损伤等并发症。围手术期资料见表 2, 髓内钉组术中出血量、手术时间、住院时间、切口长度显著优于钢板组 ( $P < 0.05$ ), 两组间术中透视次数、主动活动时间、术前、术后 7、14 d VAS 评分以及切口愈合等级的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。早期并发症方面: 髓内钉组发生 1 例切口浅表感染, 1 例肩峰撞击痛; 钢板组发生 1 例切口浅表感染, 2 例螺钉切出, 其中 1 例切出程度较轻, 未进行特殊处理, 另 1 例进行螺钉更换手术。所有早期并发症均未引发严重不良后果。髓内钉组并发症发生率为 3.51% (2/57), 钢板组并发症发生率为 7.14% (3/42), 差异无统计学意义 ( $P = 0.414$ )。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	髓内钉组 (n=57)	钢板组 (n=42)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	76.43±7.36	85.36±8.35	<0.001
切口长度 (mm, $\bar{x} \pm s$ )	7.05±1.44	10.04±2.04	<0.001
术中出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	86.44±12.35	113.32±24.69	<0.001
透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	11.73±2.16	12.12±2.28	0.388
主动活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	28.03±7.45	28.12±7.83	0.954
切口愈合等级 (例, 甲/乙)	50/7	40/2	0.317
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	7.15±1.64	8.04±1.68	0.010
早期 VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	6.28±1.04	6.30±1.02	0.924
术后 7 d	1.91±0.27	1.90±0.29	0.860
术后 14 d	1.71±0.24	1.77±0.26	0.238
P 值	<0.001	<0.001	

### 2.2 随访结果

两组患者均获随访, 随访时间 14~31 个月, 平均 (20.88±4.86) 个月。两组随访期间无再次损伤, 均无翻修手术。髓内钉组临床骨折愈合时间显著早于钢板组 ( $P < 0.05$ )。与术前相比, 两组术后 3 个月和末次随访时前屈上举 ROM、外展上举 ROM、Con-

stant-Murley 评分、外展肌力均显著增加 ( $P < 0.05$ ), 而 VAS 评分显著降低 ( $P < 0.05$ )。相应时间点, 两组间上述各指标的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 3 两组患者随访结果与比较

指标	髓内钉组 (n=57)	钢板组 (n=42)	P 值
临床骨折愈合时间 (周, $\bar{x} \pm s$ )	9.24±1.80	10.04±1.96	0.038
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	6.28±1.04	6.30±1.02	0.924
术后 3 个月	1.61±0.26	1.67±0.24	0.244
末次随访	1.44±0.18	1.50±0.20	0.121
P 值	<0.001	<0.001	
Constant-Murley 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	38.75±4.17	38.79±4.02	0.962
术后 3 个月	91.03±6.92	90.71±6.93	0.821
末次随访	93.05±7.16	92.18±7.02	0.551
P 值	<0.001	<0.001	
前屈上举 ROM (°, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	48.19±7.22	48.43±7.39	0.872
术后 3 个月	154.33±10.56	152.89±9.56	0.487
末次随访	159.82±10.45	156.92±9.03	0.152
P 值	<0.001	<0.001	
外展上举 ROM (°, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	53.87±5.36	54.01±5.35	0.984
术后 3 个月	168.90±8.83	167.12±8.24	0.294
末次随访	171.82±6.82	170.91±8.56	0.558
P 值	<0.001	<0.001	
外展肌力 (例, II/III/IV/V)			
术前	32/20/5/0	30/10/2/0	0.643
术后 3 个月	0/0/12/45	0/0/10/32	0.783
末次随访	0/0/6/52	0/0/4/38	0.803
P 值	<0.001	<0.001	

### 2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表 4, 两组骨折复位质量的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。髓内钉组骨折影像愈合时间显著早于钢板组 ( $P < 0.05$ )。与术前相比, 术后即刻两组 NSA 均显著增加 ( $P < 0.05$ ); 与术后即刻相比, 末次随访时两组的 NSA 均有减少, 但差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。相应时间点, 两组间 NSA 的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。至末次随访时, 两组患者均无骨不连接或延迟愈合等不良影像改变。两组典型病例见图 1、2。

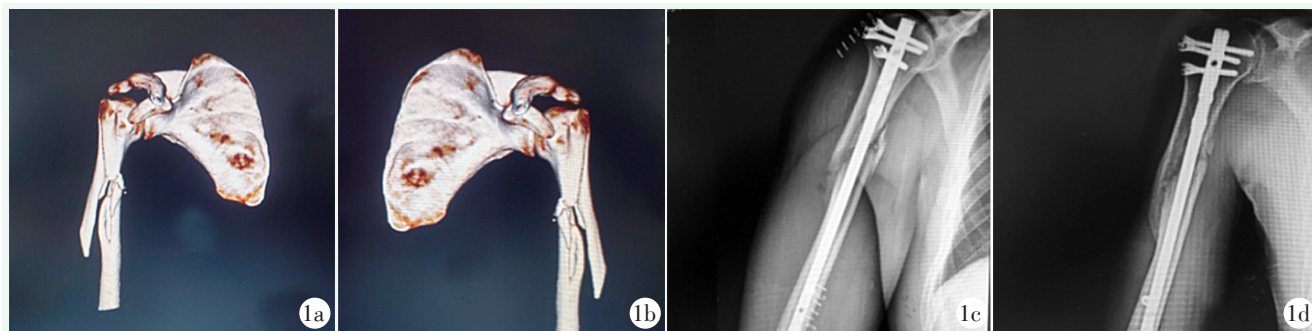


图 1 患者,男,49 岁,肱骨近端 Neer 3 部骨折,行髓内钉内固定术治疗 1a, 1b: 术前 CT 三维重建显示肱骨干骨折,累及近端为 Neer 2 部骨折 1c: 术后即刻 X 线片示骨折复位满意,内固定位置良好 1d: 术后 3 个月 X 线片示骨折复位,髓内钉内固定在位,已有连续骨痂形成

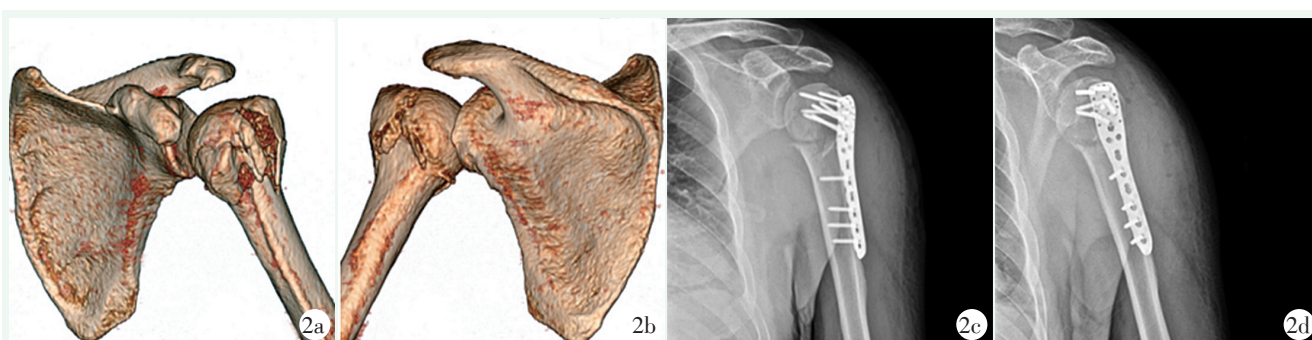


图 2 患者,男,45 岁,肱骨近端 Neer 3 部骨折,行锁定钢板内固定术治疗 2a, 2b: 术前 CT 三维重建示肱骨近端 Neer 3 部骨折 2c, 2d: 术后 3 个月 X 线片示骨折复位满意,内固定稳固,可见少量骨痂

表 4 两组影像评估结果与比较

指标	髓内钉组 (n=57)	钢板组 (n=42)	P 值
骨折复位 (例, 优/良/差)	43/14/0	28/14/0	0.338
影像骨折愈合 [例 (%)]			<b>0.044</b>
<8 周	50 (87.72)	24 (57.14)	
8~12 周	7 (12.28)	16 (38.10)	
≥12 周	0	2 (4.76)	
NSA (°, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	121.04±9.26	120.38±9.46	0.729
术后即刻	141.61±5.57	142.02±5.24	0.711
末次随访	141.36±5.14	141.90±4.90	0.600
P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	

### 3 讨论

解剖学上肱骨近端骨折部位多处是在松质骨、皮质骨的交界位置,常规螺钉在骨质中把持力较低,术后内置物松动,可能出现骨折移位、不愈合等情况<sup>[7-9]</sup>。国外早期采用普通加压钢板治疗该类骨折,失效率较高,主要原因在于,普通加压钢板术中剥离

广泛,影响骨折端血运,其次,老年患者中螺钉的骨质把持力较差<sup>[10-13]</sup>。近年来锁定钢板的成熟运用避免了普通加压钢板的缺点,但也具有创伤较大、并发症多等不足。报道称,髓内钉内固定在肱骨近端骨折手术操作中步骤更简单,相较于锁定钢板治疗出血量更低,手术时间更短,具有一定的微创优势<sup>[14-17]</sup>。

锁定钢板具有特殊的带锁螺钉设计,使得钢板与螺钉成为一个整体,对骨折块进行整体加压,能够给予较强的骨质把持力,能降低术后退钉风险。相对于传统加压钢板软组织剥离少,降低对骨折断端血运的影响,促进骨折愈合,避免缺血性坏死;锁定钢板固定强度较高,无需外固定保护,能够满足早期功能锻炼<sup>[18]</sup>。罗仲伟等<sup>[19]</sup>对 40 例肱骨近端 Neer 2、3 部骨折患者采用锁定钢板内固定治疗,结果显示近期效果可靠,对于合并骨质疏松的患者也具有较佳的治疗效果。本研究髓内钉组采用 TRIGEN 交锁髓内钉,设计为直钉,开口为肱骨头最高点,其开口仅需进行冈上肌肌腹分离,减少了对肩袖的影响。另外,肱骨近端以松质骨为主,仅由关节软骨下骨提供给主钉近端把持力,交锁髓内钉主钉锚定点处在软骨下骨,能够提供较大的保持力,因此内固定具有稳定性<sup>[20]</sup>。

高峰等<sup>[21]</sup>报道称, 锁定钢板治疗不稳定肱骨近端骨折与髓内钉相比术中出血量更低, 手术用时更短, 本研究结果显示, 髓内钉组术中出血量、手术时间、住院时间、切口长度显著低于钢板组 ( $P < 0.05$ ), 与既往报道结果一致, 说明髓内钉治疗有一定的微创优势, 能加快术后康复。主要原因在于, 髓内钉治疗仅需要 4 cm 左右的纵向切口, 自三角肌前、中部离后向两侧牵开进行术野显露; 而锁定钢板治疗从肩峰前外侧进入, 沿三角肌分离, 采用纵形切开肩袖的方式将肱骨头及肱二头肌长头腱暴露, 具有更大的手术创伤<sup>[22, 23]</sup>。另外影像评估发现, 髓内钉组临床骨折愈合时间显著早于钢板组, 主要考虑髓内钉治疗术中软组织剥离程度较低, 最大程度减轻了对骨折端血运的影响, 术后骨折愈合更快, 更早负重。两组并发症发生率差异无统计学意义, 其中钢板组发生 2 例螺钉切出, 考虑与内侧不稳定造成肱骨头内翻塌陷有关; 髓内钉组发生 1 例肩峰撞击综合征, 主要原因为螺钉尾端埋在肱骨头关节面软骨下过浅, 因此术中应注意螺钉尾端埋在软骨下应达到 3~4 mm<sup>[24, 25]</sup>。

值得注意的是, 肱骨近端 Neer 4 部骨折以及大结节骨块完整被破坏时, 髓内钉治疗效果局限, 建议进行锁定钢板内治疗。综上所述, 肱骨近端 Neer 2、3 部骨折采用锁定钢板与髓内钉治疗骨折愈合、肩关节功能改善效果相当, 但髓内钉治疗创伤更小, 术后负重、骨折愈合更快。

#### 参考文献

- [1] 杨旭庆, 王庆贤. 肱骨近端骨折的解剖学研究进展及治疗现状 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35 (11): 1228-1230.
- [2] 梁永辉, 李永军, 顾锋, 等. 锁定钢板结合微创钢板接骨技术和髓内钉固定治疗老年肱骨近端骨折的疗效比较 [J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2020, 19 (7): 499-503.
- [3] 王刚, 金冶华, 付东宁, 等. Philos 钢板与髓内钉内固定治疗老年骨质疏松性 Neer III 型肱骨近端骨折的疗效比较 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2021, 18 (2): 41-45.
- [4] Greenberg A, Rosinsky PJ, Gafni N, et al. Proximal humeral nail for treatment of 3- and 4-part proximal humerus fractures in the elderly population: effective and safe in experienced hands [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2021, 31 (4): 769-777.
- [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] Sung YT, Wu JS. The visual analogue scale for rating ranking and paired-comparison (VAS-RRP): a new technique for psychological measurement [J]. Behav Res Methods. 2018, 50 (4): 1694-1715.
- [7] 于波, 李冬. 结节间沟外侧钢板结合 PHILOS 接骨板治疗肱骨近端骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (10): 958-960.
- [8] Petkovic D, Kovacevic D, Levine WN, et al. Management of the failed arthroplasty for proximal humerus fracture [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2019, 27 (2): 39-49.
- [9] Johnson NA, Pandey R. Proximal humerus fracture-dislocation managed by mini-open reduction and percutaneous screw fixation [J]. Shoulder Elbow, 2019, 11 (5): 353-358.
- [10] Carlock KD, Konda SR, Bianco IR, et al. Repair of proximal humerus fracture nonunions using a standardized treatment algorithm: a case series [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2021, 31 (6): 1151-1159.
- [11] 赵必允, 宣科, 任国林. 有限切开锁定钢板内固定治疗肱骨近端骨折 [J]. 临床骨科杂志, 2021, 24 (1): 79-80.
- [12] 黄志明, 李高舜, 章建卫. 双钢板固定联合植骨治疗肱骨近端 3、4 部分骨折 [J]. 临床骨科杂志, 2020, 23 (3): 422.
- [13] Ayman MA, Sallam IF, Medhat M, et al. Treatment of proximal humerus fractures in children with a modified palm tree technique [J]. J Pediatr Orthop B, 2018, 27 (2): 99-102.
- [14] 汪志中, 刘冠军, 王斌. 钢板与髓内钉治疗肱骨近端骨折的研究进展 [J]. 广州医科大学学报, 2021, 49 (5): 168-172.
- [15] 周霖, 刘德森, 辜刘伟, 等. 弹性髓内钉内固定治疗儿童肱骨近端骨折的疗效观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35 (7): 694-696.
- [16] 丁晨, 王光超. Philos 钢板与 TRIGEN 交锁髓内钉内固定治疗 Neer 2、3 部分肱骨近端骨折的疗效分析 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36 (11): 1152-1155.
- [17] 曾勇, 韩庆斌, 辛艺, 等. 锁定加压钢板与带锁髓内钉固定在老年肱骨近端骨质疏松性骨折中的临床对比研究 [J]. 创伤外科杂志, 2020, 22 (1): 46-49.
- [18] Gadegone W, Shivashankar B, Gadegone P, et al. Results of the keyhole interlocked nailing for humeral diaphyseal fractures in adults [J]. Int Orthop, 2021, 45 (12): 3155-3161.
- [19] 罗仲伟, 程飞, 何超, 等. 髓内钉与钢板固定肱骨近端 Neer 3、4 部分骨折比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (8): 689-694.
- [20] 王明辉, 王秀会, 蔡攀, 等. 锁定钢板与髓内钉治疗复杂肱骨近端骨折临床疗效分析 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2020, 17 (5): 41-45.
- [21] 高峰, 王秀会, 夏胜利, 等. 锁定钢板与髓内钉治疗肱骨近端骨折的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (12): 1068-1073.
- [22] Kim AE, Chi H, Swarup I. Proximal humerus fractures in the pediatric population [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2021, 14 (6): 413-420.
- [23] 卢全忠, 张扩, 蔡程名, 等. 髓内钉与钢板治疗肱骨投掷骨折的对比 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (20): 1849-1852.
- [24] 陈晓芳, 徐琳, 刘平, 等. PHILOS 锁定钢板与髓内钉治疗 297 例肱骨近端骨折患者的疗效对比研究 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2022, 19 (1): 31-35.
- [25] 徐鹏, 苏萍, 李雪栋, 等. 锁定接骨板治疗累及肱骨距的肱骨近端骨折: 有效支撑、并发症和功能恢复 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24 (12): 1949-1956.

(收稿: 2022-06-01 修回: 2022-08-03)  
(同行评议专家: 王志勇 胡 龙)  
(本文编辑: 闫承杰)