

· 临床论著 ·

# 两种固定方法治疗儿童肱骨近端移位骨折的比较

姜宇, 郭源, 杨征, 吕学敏

(北京积水潭医院 北京大学第四临床医学院, 北京 100035)

**摘要:** [目的] 比较两种固定方法治疗儿童肱骨近端移位骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析本院 2010 年 8 月—2018 年 5 月接受闭合复位内固定治疗严重移位肱骨近端骨折 71 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 将患者分为两组, 34 例采用经皮克氏针固定术治疗(克氏针组), 37 例采用逆行弹性髓内钉固定术治疗(髓内钉组)。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 未发生血管、神经损伤等并发症。克氏针组手术时间、切口长度、透视时间均优于髓内钉组, 差异均具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。所有病例术后均获得骨性愈合, 无畸形愈合及骺早闭发生。术后 3 个月及末次随访时, 两组的肩关节活动范围、DASH 评分和 Constant-Murley 评分差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。影像方面, 两组复位质量及骨折愈合时间的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。与术前相比, 两组术后颈干角均显著增加 ( $P < 0.05$ ), 相应时间点两组间颈干角的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。[结论] 闭合复位克氏针或弹性髓内钉都是治疗儿童肱骨近端严重移位骨折的适当方法, 临床效果相当。

**关键词:** 肱骨近端骨折, 克氏针, 弹性髓内钉, 儿童, 青少年

**中图分类号:** R683.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 04-0299-06

**Comparison of two fixations for displaced proximal humeral fracture in children and adolescents** // JIANG Yu, GUO Yuan, YANG Zheng, LÜ Xue-min. Department of Pediatric Orthopedics, Beijing Jishuitan Hospital, The Forth Medical College, Peking University, Beijing 100035, China

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical results of two fixations for displaced proximal humeral fractures in children and adolescent. [Methods] A retrospective study was conducted on 71 patients who underwent surgical treatment for remarkably displaced proximal humeral fractures in our hospital between August 2010 and May 2018. According to consequences of preoperative patient-surgeon communication, 34 patients received closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation (the K-wire group), while the remaining 37 patients had closed reduction and internal fixation with elastic stable intramedullary nail performed (the ESIN group). The preoperative, follow-up and radiographic documentations were analyzed and compared between the two groups. [Results] All patients in both groups had surgical procedures finished smoothly without serious complications, such as neurovascular injury. The K-wire group was significantly superior to the ESIN group in terms of operation time and incision length ( $P < 0.05$ ). All patients in both groups achieved bony union without malunion and premature epiphyseal closure. At 3 months postoperatively and the latest follow-up, no significant differences were seen between the two groups in terms of forward flexion range of motion (ROM) of the shoulder, Constant-Murley score and Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) ( $P > 0.05$ ). With respect to radiographic evaluation, there were no significant differences in the fracture reduction quality and fracture healing time between the two groups ( $P > 0.05$ ). The humeral neck-shaft angle significantly improved postoperatively compared with that preoperatively in both groups ( $P < 0.05$ ), but no a significant difference was noted between the two groups at any matching time point ( $P > 0.05$ ). [Conclusions] Both K-wire and ESIN are effective for treating considerably displaced proximal humeral fractures in children and adolescents, with comparable clinical outcomes.

**Key words:** proximal humeral fractures, Kirschner wire, elastic stable intramedullary nailing, children, adolescents

儿童肱骨近端骨折相对少见, 约占儿童骨折的 0.5%<sup>[1]</sup>, 高峰发病年龄为 10~14 岁<sup>[2]</sup>。Neer 和 Horowitz 根据移位程度将其分型为 1 型: 移位 <5 mm; 2 型: 移位小于肱骨近端 1/3 横径; 3 型: 移位

介于 1/3~2/3 肱骨近端横径; 4 型: 移位大于肱骨近端 2/3 横径。

大龄儿童肱骨近端的塑形潜力有限, 因此建议对大龄儿童 Neer-Horowitz 3、4 型移位严重的肱骨近端

骨折采用手术治疗<sup>[3]</sup>。常用手术方法包括经皮克氏针固定及逆行弹性髓内钉固定。本文目的是对比两种固定方法治疗青少年肱骨近端严重移位骨折的临床疗效,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)经影像证实的肱骨近端 Neer-Horowitz 3、4型骨折;(2)新鲜闭合骨折;(3)患儿年龄>10岁;(4)接受闭合复位克氏针或逆行髓内钉治疗者。

排除标准:(1)开放骨折、陈旧骨折、病理骨折或其他合并伤;(2)患有影响骨愈合的其他潜在疾病者;(3)骨折前存在患侧肩关节畸形或功能障碍者。

### 1.2 一般资料

2010年8月—2018年5月,71例儿童严重移位的肱骨近端骨折患者符合上述标准,纳入本研究。根据医患沟通结果,将患者分为两组:34例采用克氏针固定术治疗(克氏针组),37例采用弹性髓内钉固定术治疗(髓内钉组)。两组术前一般资料见表1,两组性别、年龄、骨折分型及受伤至手术时间的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究经北京积水潭医院伦理委员会批准,患者均知情同意。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	克氏针组 (n=34)	髓内钉组 (n=37)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	12.90±0.91	12.58±1.08	0.572
性别(例,男/女)	18/16	20/17	0.925
受伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$ )	1.92±1.83	1.65±1.78	0.667
Neer-Horowitz分型(例,III/IV)	20/14	23/14	0.774

### 1.3 手术方法

手术在全麻或臂丛麻醉下进行。取平卧位,患侧适度垫高。

克氏针组:透视指引下通过牵引手法复位骨折端,必要时可经皮撬拨复位骨折端。复位满意后,经皮自外下至内上置入2~4枚直径2.0mm克氏针交叉固定骨折端。在皮肤外折弯并剪断针尾。

髓内钉组:在肱骨远端内外侧取约2cm的皮肤切口。透视定位下尖锥分别在外髁骺板近端1.5~2cm及内上髁近端2~3cm处骨皮质上钻孔开口,注意保护尺神经。根据骨髓直径选择髓内钉的直径,每枚的直径约为髓腔直径的1/3。预弯相应髓内钉后从开口

处逆行置入,针尾接近骨折断端时透视指引下手法牵引复位,对位满意后继续推进髓内钉通过骨折端至接近骺板水平,自入针点剪断尾端,冲洗缝合切口。

术后患肢辅助上臂O形石膏固定4~6周。克氏针组术后4周左右根据骨折愈合情况拔除克氏针,必要时拔针后患肢继续支具保护2~4周,术后4~8周根据骨折愈合情况进行主被动患侧肩关节功能锻炼。弹性髓内钉组术后4~8周根据骨折愈合情况拆除石膏,进行患侧肩关节功能锻炼,术后4~6个月根据骨折愈合情况,再次手术取出弹性髓内钉。术后定期复查评估骨折愈合情况及关节功能。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料,包括手术时间、切口长度和住院时间以及早期并发症发生情况。采用肩关节上举活动度(range of motion, ROM)、Constant-Murley肩关节功能评分以及臂肩手功能障碍问卷评分(disabilities of the arm, shoulder, and hand questionnaire, DASH)评估临床效果。行影像学检查,评价骨折复位质量,分为解剖复位和功能复位;按时间段评价骨折愈合,分为≤8周和>8周;于术前、术后即刻和末次随访时测量肱骨颈干角;观察记录其他影像征象,如骨骺早闭等。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)软件行数据分析。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配对T检验或单因素方差分析;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 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术,未发生血管、神经损伤等严重术中并发症。克氏针组术后发生2例表浅针道感染,经清创换药后顺利愈合。两组患者围手术期资料见表2,克氏针组手术时间、切口长度、透视时间均优于弹性髓内钉组,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。克氏针组住院时间少于弹性髓内钉组,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )

### 2.2 随访结果

两组患者均获得随访,其中克氏针组随访时间1.50~6.50年,平均(3.68±2.13)年,弹性髓内钉组1.50~5.50年,平均(3.42±1.68)年,两组随访时间

差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随访过程中, 两组患儿均无再次损伤, 均无翻修手术。

两组患者随访结果见表3。两组间主动活动时间及完全负重活动时间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。与术后3个月相比, 末次随访时两组患者肩举ROM和Constant-Murley评分有所增加, 而DASH评分所有下降, 但两时间点间的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术后3个月及末次随访时, 两组间肩举ROM、Constant-Murley肩关节功能评分和DASH上肢功能评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

### 2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表4。术后即刻影像检查显示, 两组间骨折复位质量差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组共71例患者均顺利骨性愈合, 无延

迟愈合、不愈合, 无畸形愈合、两组骨折愈合时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。与术前相比, 术后两组患者肱骨颈干角均显著增加 ( $P<0.05$ ); 与术后即刻相比, 末次随访时两组患者的肱骨颈干角均无显著变化 ( $P>0.05$ )。

末次随访时, 两组患者肱骨对线良好, 均无骺早闭者。

表2 两组患者围手术期资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	克氏针组 (n=34)	髓内针组 (n=37)	P值
手术时间 (min)	40.12±26.51	65.36±21.82	0.042
切口长度 (cm)	0.00	3.52±0.58	<0.001
透视时间 (s)	20.35±9.86	28.72±10.37	0.036
住院时间 (d)	3.11±1.42	4.86±2.38	0.445

表3 两组患者随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	时间点	克氏针组 (n=34)	髓内针组 (n=37)	P值
主动活动时间 (周)	-	4.12±2.06	4.02±1.86	0.712
完全负重活动时间 (周)	-	8.23±3.16	9.08±2.73	0.492
肩举ROM (°)	术后3个月	172.33±8.13	172.78±5.77	0.609
	末次随访	175.28±6.88	178.13±4.32	0.518
	P值	0.230	0.081	
Constant-Murley 评分 (分)	术后3个月	90.36±8.19	92.33±5.96	0.318
	末次随访	93.73±5.66	95.67±6.23	0.461
	P值	0.117	0.208	
DASH 评分 (分)	术后3个月	1.98±4.11	1.93±4.20	0.442
	末次随访	1.63±3.41	1.78±4.01	0.366
	P值	0.063	0.071	

表4 两组患者影像评估结果与比较

指标	克氏针组 (n=34)	髓内针组 (n=37)	P值
骨折复位质量 [例 (%)]			0.527
解剖复位	14 (41.18)	18 (48.64)	
功能复位	20 (58.82)	19 (51.36)	
骨折愈合时间 [例 (%)]			0.938
≤8周	26 (76.47)	28 (75.68)	
>8周	8 (23.53)	9 (24.32)	
肱骨颈干角 (°, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	121.42±6.20	116.23±4.48	0.213
术后即刻	140.36±4.75	137.41±3.63	0.439
末次随访	139.89±3.67	138.37±4.27	0.877
P值	0.023	0.031	

## 3 讨论

肱骨近端骨骺的生长潜力占整个肱骨生长潜力的80%, 具有很好的重塑潜力, 但研究表明, 肱骨近端重塑能力具有年龄依赖性, 年龄越大可塑能力越低<sup>[3-6]</sup>。10岁内肱骨近端的重塑潜力很高, 大部分移位骨折可以非手术治疗。除神经、血管损伤或开放骨折外, 大多数儿童和青少年的1、2型肱骨近端骨折均可接受非手术治疗<sup>[7-9]</sup>, 但对于3、4型骨折的治疗仍存在争议。治疗这类骨折必须考虑两个因素: 患者的年龄以及移位的程度。对于需要手术的移位或成角度的程度, 目前还没有统一的认识。Pahlavan<sup>[10]</sup>认为非手术治疗是较小的儿童(10岁以下)的最佳选择; 骨折移位明显的13岁以上患者应行手术治

疗；对于10~13岁的患者应根据具体情况个性化治疗。Lefèvre<sup>[11]</sup>将需要复位的患者分为三个亚组：年龄<10岁且移位>100%和/或成角>70°的患者；10~13

岁的移位>50%和/或成角>40°；和年龄>13岁（骺板未闭）且移位>30%和/或成角>20°的患者。两组典型病例见图1、2。



图1 患者，男，12岁，右侧肱骨近端骨折，行闭合复位经皮克氏针固定 1a, 1b: 术前正侧位X线片示骨折严重移位，为Neer-Horowitz 4型 1c, 1d: 术后正侧位X线片示骨折对位对线满意 1e, 1f: 术后5年正侧位X线片示骨折愈合，颈干角恢复并保持满意

手术治疗的固定技术包括经皮克氏针及逆行弹性髓内钉<sup>[12-17]</sup>。Pavone等<sup>[3]</sup>报道了26例Neer-Horowitz 3、4型肱骨近端骨折（3型10例，4型16例）患者接受克氏针固定，其中20例闭合复位，6例切开复位，平均随访时间为34个月，整体效果满意。作者建议采用经皮克氏针治疗大龄儿童的肱骨近端骨折，若术中复位困难应切开复位再辅以克氏针交叉固定。Rajan等<sup>[18]</sup>报道14例弹性髓内钉治疗肱骨近端骨折的病例，平均随访30个月，Neer评分平均为96.79分，DASH评分平均为2.26分。其中1例患者出现短暂的桡神经刺激，3例出现软组织刺激。随访中没有残留的畸形发生，他认为弹性髓内钉治疗是一种安全有效的方法。

经皮克氏针固定操作方便，经皮置入，通过交叉固定骨折端获得即时稳定性，但术后外露的克氏针可能会刺激肌肉和软组织，并具有较高的感染以及移位风险<sup>[19]</sup>。甚至有报道克氏针从肱骨近端移至主动脉，并致穿孔<sup>[20, 21]</sup>。Hutchinson等<sup>[22]</sup>报道经皮克氏针治疗的27例患者中有11例（41%）发生并发症，包括克氏针移位和感染。本研究克氏针组仅有2例针道感染（6%），作者认为术后有效石膏制动及尽早拔除克氏针有助于减少克氏针移位及针道感染的风险。逆行弹性髓内钉技术通过微创技术远骨折端逆行置入，通过三点受力轴向支撑稳定骨折端，对于骨折线太接近骺板的骨折，其近骨折端把持力有限，抗旋转稳定性稍差。此技术还需要一定的皮肤切口用来置入

及取出髓内钉。



图2 患者,女,11岁,右肱骨近端骨折,行逆行弹性髓内钉固定 2a, 2b: 术前正侧位 X 线片示骨折明显移位, Neer-Horowitz 3 型 2c, 2d: 术后正侧位 X 线片示骨折复位满意, 内固定位置良好 2e, 2f: 术后 3 年 X 线片示骨折愈合良好, 颈干角满意

本研究表明, 经皮克氏针固定及逆行弹性髓内钉两种技术均能有效固定肱骨近端骨折, 术后颈干角均明显改善, 并在随访中得以维持。随访时, 两组的功能评分全部达优且无明显差异。

综上所述, 作者认为闭合复位经皮克氏针固定或逆行弹性髓内钉固定治疗儿童严重移位肱骨近端骨折均可取得满意疗效。相比而言, 克氏针固定操作方便, 具有无切口、手术时间及透视时间短的优点, 但术后皮肤感染等并发症相对高; 弹性髓内钉皮肤感染并发症低, 但需要二次住院手术取出内固定。

#### 参考文献

[1] Shrader MW. Proximal humerus and humeral shaft fractures in children [J]. Hand Clin, 2007, 23 (4): 431-435.  
[2] Kim SH, Szabo RM, Marder RA. Epidemiology of humerus frac-

tures in the United States: nationwide emergency department sample [J]. Arthritis Care Res, 2012, 64 (3): 407-414.  
[3] Pavone V, de Cristo C, Cannavò L, et al. Midterm results of surgical treatment of displaced proximal humeral fractures in children [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2016, 26 (5): 461-467.  
[4] Binder H, Schurz M, Aldrian S, et al. Physeal injuries of the proximal humerus: long-term results in seventy two patients [J]. Int Orthop, 2011, 35 (10): 1497-1502.  
[5] Baxter MP, Wiley JJ. Fractures of the proximal humeral epiphysis. Their influence on humeral growth [J]. J Bone Joint Surg Br 1986; 68 (4): 570-573.  
[6] Shore BJ, Hedequist DJ, Miller PE, et al. Surgical management for displaced pediatric proximal humeral fractures: a cost analysis [J]. J Child Orthop, 2015, 9 (1): 55-64.  
[7] Dobbs MB, Luhmann SL, Gordon JE, et al. Severely displaced proximal humeral epiphyseal fractures [J]. J Pediatr Orthop, 2003, 23 (2): 208-215.

- [8] 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.
- [9] Wei SW, Shi ZY, Zhao YM, et al. Comparison of conservative treatment outcomes for proximal humeral epiphyseal fractures in patients of different ages [J]. *Orthopade*, 2019, 48 (2) : 119-124.
- [10] Pahlavan S, Baldwin KD, Pandya NK, et al. Proximal humerus fractures in the pediatric population: a systematic review [J]. *J Child Orthop*, 2011, 5 (3) : 187-194.
- [11] Lefèvre Y, Journeau P, Angelliaume A. Proximal humerus fractures in children and adolescents [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100 (Suppl1) : 149-156.
- [12] Khan A, Athlani L, Rousset M, et al. Functional results of displaced proximal humerus fractures in children treated by elastic stable intramedullary nail [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24 (2) : 165-172.
- [13] Popkin CA, Levine WN, Ahmad CS. Evaluation and management of pediatric proximal humerus fractures [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23 (2) : 77-86.
- [14] 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.
- [15] Swarup I, Michael SH, Joshua TB, et al. Percutaneous pinning of pediatric proximal humeral fractures [J]. *JBJS Essent Surg Tech*, 2019, 9 (4) : 33.
- [16] 赵成鹏. 不同手术方式治疗儿童肱骨近端骨折的临床观察 [J]. *中华医学杂志*, 2015, 95 (27) : 2205-2207.
- [17] Kraus T, Hoermann S, Ploder G, et al. Elastic stable intramedullary nailing versus Kirschner wire pinning: outcome of severely displaced proximal humeral fractures in juvenile patients [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2014, 23 (10) : 1462-1467.
- [18] Rajan RA, Hawkins KJ, Metcalfe J, et al. Elastic stable intramedullary nailing for displaced proximal humeral fractures in older children [J]. *J Child Orthop*, 2008, 2 (1) : 15-19.
- [19] Mehin R, Mehin A, Wickham D, et al. Pinning technique for shoulder fractures in adolescents: computer modelling of percutaneous pinning of proximal humeral fractures [J]. *Can J Surg*, 2009, 52 (6) : 222-228.
- [20] Julia D, Baldo X, Gomez N, et al. Transthoracic migration of a Kirschner wire from the humerus to the abdomen [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2012, 41 (5) : 1197-1198.
- [21] Medved I, Simic O, Bralic M, et al. Chronic heart perforation with 13.5 cm long Kirschner wire without pericardial tamponade: an unusual sequelae after shoulder fracture [J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 81 (5) : 1895-1897.
- [22] Hutchinson PH, Bae DS, Waters PM. Intramedullary nailing versus percutaneous pin fixation of pediatric proximal humerus fractures: a comparison of complications and early radiographic results [J]. *J Pediatr Orthop*, 2011, 31 (6) : 617-622.

(收稿:2021-03-06 修回:2021-10-04)

(本文编辑:郭秀婷)