

# Analysis of Efficacy of Different Treatments for Metaphyseal Fractures of the Radius and Ulna in Children

Xiong Chen Rubiao Qiu Yanxin Zhao Chaohui Fan Jiabo Chen

Guangxi Maternal and Child Health Hospital, Nanning, Guangxi, 530000, China

## Abstract

**Objective:** To compare the efficacy of antegrade elastic intramedullary nails and Kirschner wires in the fixation of severely displaced metaphyseal fractures of the radius and ulna in children. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 52 cases treated from January 2019 to January 2024 in our department. Group A included 23 cases fixed with antegrade intramedullary nails via the 'safe zone' approach, while Group B included 29 cases fixed with Kirschner wires. Clinical efficacy was analyzed by comparing operation time, postoperative complications, postoperative follow-up results, and wrist joint function scores. **Results:** The operation time in Group A ( $58.91 \pm 2.55$  minutes) was significantly shorter than that in Group B ( $72.93 \pm 4.90$  minutes),  $P = 0.023$ . In Group B, 4 cases had pin tract infections, and 2 cases experienced redisplacement of the fracture. No significant complications were observed in Group A. At the final follow-up, the Mayo wrist function score was  $88.60 \pm 0.73$  in Group A and  $87.20 \pm 0.69$  in Group B,  $P = 0.1834$ . **Conclusion:** For treating severely displaced distal metaphyseal fractures of the radius and ulna in children, Group A demonstrated shorter operation times and fewer postoperative complications compared to Group B, making it a more effective treatment method.

## Keywords

Pediatric fractures; Radius and ulna; Elastic intramedullary nail; Kirschner wire

## 不同方式治疗儿童尺桡骨移行区骨折的疗效分析

陈雄 邱汝彪 招彦辛 范超会 陈嘉波

广西壮族自治区妇幼保健院, 中国·广西南宁 530000

## 摘要

**目的:** 比较逆行弹性髓内钉和克氏针在儿童严重移位的尺桡骨移行区骨折固定中的疗效。**方法:** 回顾性分析自2019年1月至2024年1月我科符合治疗病例52例, A组为从“安全区”置钉入路的逆行髓内钉固定23例, B组为克氏针固定29例。通过手术时间、术后并发症、术后复查情况以及腕关节功能评分对比分析临床疗效。**结果:** A组手术时间( $58.91 \pm 2.55$ 分钟)与B组手术时间( $72.93 \pm 4.90$ 分钟)相比,  $P=0.023$ 。B组29例中有4例出现钉道感染, 骨折再移位2例。A组无明显并发症。末次随访时腕功能Mayo评分A组 $88.60 \pm 0.73$ , B组 $87.20 \pm 0.69$ ,  $P=0.1834$ 。**结论:** 治疗儿童严重移位的尺桡骨远端移行区骨折, A组与B组相比, 手术时间更短、术后并发症更少, 是治疗该类骨折的更有效方法。

## 关键词

儿童骨折; 尺桡骨; 弹性髓内钉; 克氏针

## 1 引言

尺桡骨移行区骨折极为常见, 并且有其特殊性, 密质骨与松质骨交界处, 骨皮质较薄, 为前臂解剖薄弱区<sup>[1]</sup>。Slongo TF<sup>[2]</sup>等根据AO (Association for the Study of Internal Fixation) 儿科长骨骨折综合分类, 阐述尺桡骨远端移行区概念, 提及的正方形边距相当于移行区的边距。尺桡骨远端移行区骨折发生严重移位时, 其稳定性欠佳, 非手术治疗效果差, 目前复位固定仍然是一个挑战<sup>[3]</sup>。

目前治疗尺桡骨远端移行区骨折方案多种多样, 最终

目标是获得可接受的复位、稳定的固定和骨愈合, 早日恢复日常活动及前臂功能, 并最大限度地减少并发症<sup>[4]</sup>。Jiuhui Han等<sup>[5]</sup>提出, 应用逆行弹性髓内钉固定儿童桡骨远端骨折是一种微创、易学、可替代的手术方法。本研究是比较逆行髓内钉固定与克氏针固定在尺桡骨移行区骨折的临床疗效, 现报告如下:

## 2 资料与方法

### 2.1 资料

收集本院2019年1月至2024年1月期间治疗52例严重移位的尺桡骨远端移行区骨折患者资料, 遵循随机分组原则。A组为从桡骨近端“安全区”置钉入路的逆行髓内钉固定23例, 其中男18例, 女5例; 年龄 $9.17 \pm 0.58$ 岁。右尺桡骨骨折14例(60.87%), 左尺桡骨骨折9例(39.13%)。

【作者简介】陈雄(1990-), 男, 壮族, 中国广西贺州人, 硕士, 主治医师, 从事创伤骨科、儿童骨科研究。

B组为克氏针固定29例，其中男23例，女6例；年龄 $8.93 \pm 0.55$ 岁，两组统计年龄P值大于0.05，差别无统计学意义。右尺桡骨骨折16例（55.17%），左尺桡骨骨折13例（44.83%）。纳入标准：①4~14岁的儿童；②单侧尺桡骨远端移行区闭合性完全骨折；③骨折端的掌侧或背侧成角畸形 $> 15^\circ$ ；④向任何方向的移位超过骨干的1/3；⑤骨折端缩短超过5mm；⑥非手术治疗失败。排除标准：①粉碎的骨折；②合并其他部位的骨折及脱位；③合并有神经血管损伤；④合并慢性消耗性或新陈代谢性疾病患者。

本研究已通过我院伦理委员会审查，所有参与本研究的患儿法定监护人均知情同意。

## 2.2 手术方法

### 2.2.1 骨折手法牵引复位

臂丛联合静脉麻醉后，术中透视尺桡骨骨折断端，完成骨折手法牵引复位。

### 2.2.2 尺骨弹性髓内钉固定

在患肢旁边放一根预测合适的弹性髓内钉，距尺骨鹰嘴近端2cm背面做入钉标记，透视位置满意后，行小切口，开路后将髓内钉置入髓腔，透视见髓内钉穿过骨折线距离骺板约0.5cm处停止，置入尺骨的髓内钉满意后，折断尾钉同时缝合伤口。

### 2.2.3 桡骨远端移行区骨折固定方法：

A组经“安全区”顺行髓内钉固定：复位满意后，手术中前臂处于旋前位，肘关节屈曲位。透视前臂，分别定位桡骨近端关节面、桡骨粗隆及骨折部位，且标记相应体表位置。入口位于桡骨近端后外侧，桡骨粗隆近端，切开皮肤及皮下组织1cm，从后外侧向桡骨骨面钝性分离肌肉组织达骨面，定位透视满意后用开路器钻破骨皮质。弹性髓内钉的尖端略微预弯，并以轻微的推动和旋转运动穿入髓腔，达骨折断端，透视见桡骨骨折断端复位良好，髓内钉直接穿过骨折线，在距离骺板约0.5cm处停止，折弯髓内钉，并剪断。



图1

图1 A组典型病例：14岁男童，玩耍时摔倒，左手撑地，伤后1d内入院。a术前患肢X线正侧位片，b术后患肢X线正侧位片，c术后4个月患肢拆钉后X线正侧位片。

B组交叉克氏针固定：闭合复位满意后，在距离桡骨骨折断端近端约1.5cm处插入一枚合适的克氏针，从桡骨桡侧近端斜向远侧，跨越骨折线，穿到对侧骨皮质<sup>[6]</sup>。透视尺桡骨正侧位，交叉克氏针固定，再次透视骨折断端复位情

况及内固定物位置满意后，将皮肤外克氏针折弯并剪断。



图2

图2 B组典型病例：12岁男童，玩耍时摔倒，右手撑地，伤后1d内入院。a术前患肢X线正侧位片，b术后患肢X线正侧位片，c术后2个月患肢拆钉后X线正侧位片，d术后4个月患肢拆钉后X线正侧位片，因针道感染，克氏针内移，局部增生瘢痕，骨折延迟愈合。

### 2.2.4 石膏固定

缝合伤口，无菌敷料包扎，石膏固定患肢于前臂中立位，结束手术。术后4周门诊复查，拆除患肢石膏，腕部功能训练。B组病例根据骨折愈合情况拔除克氏针。A组病例术后6个月左右取出弹性髓内钉。术后1、3、6个月定期复查两组病例中患肢的正侧位X片，并使用Mayo评分评估末次随访时腕关节功能情况。

## 3 结果

通过联系电话及门诊复查统计随访，数据结果处理采用SPSS 18.0软件进行分析，计算出的P值小于0.05时，差异有统计学意义。

A组男18例，女5例；年龄 $9.17 \pm 0.58$ 岁；右前臂损伤12例（60.87%），左前臂损伤8例（39.13%）；随访时间10.85（6-18）月。B组男23例，女6例；年龄 $8.93 \pm 0.55$ 岁；随访时间12.87（6-24）月。两组年龄、性别、患侧的信息特征比较，差异无统计学意义。

A组手术时间（ $58.91 \pm 2.55$ 分钟）与B组手术时间（ $72.93 \pm 4.90$ 分钟）相比， $P=0.023$ ，差别有统计学意义。

A组未出现术口区域感染现象。B组29例中有4例出现针道感染，其中1例感染较重，导致2例克氏针滑移，1例克氏针尾针陷入皮下，局部予加强换药后感染控制，未引起骨髓炎，局部伤口瘢痕明显，骨折延迟愈合。随访过程中复查患肢的正侧位X线片，了解骨折愈合情况。观察A组弹性髓内钉无松动、断裂表现，骨折处无成角、移位，随访的A组病例均获得骨折愈合。观察B组出现并发症较多，骨骺损伤有2例，骨折再次移位引起骨折延迟愈合2例，所有B组病例均能获得骨折愈合。随访的52例病例中，无前臂神经肌腱受损，无骨筋膜室综合征等严重并发症。

末次随访，患儿腕功能Mayo评分，A组23例平均得分 $88.60 \pm 0.73$ ，B组29例平均得分 $87.20 \pm 0.69$ ，两组比较， $P=0.1834$ ，差异无统计学意义，见表1。

表 1 末次随访时的腕关节活动范围及评分情况表

	屈曲(°)	背伸(°)	桡偏(°)	尺偏(°)	旋前(°)	旋后(°)	腕关节功能 Mayo 评分
患侧(A)	76.61 ± 1.274	68.22 ± 0.996	31.17 ± 0.649	19.04 ± 0.649	88.87 ± 1.026	78.26 ± 0.874	88.60 ± 0.7341
患侧(B)	76.34 ± 1.225	65.90 ± 0.937	30.24 ± 0.550	18.93 ± 0.675	88.72 ± 1.053	77.07 ± 0.647	87.20 ± 0.690
P	0.883	0.094	0.275	0.908	0.923	0.268	0.1834
t	0.148	1.708	1.103	0.116	0.097	1.120	1.350

## 4 讨论

儿童并非成人的缩小版<sup>[7]</sup>, 儿童尺桡骨远端移行区骨折与成人尺桡骨远端移行区骨折在治疗理念、处理方法上截然不同。儿童严重移位的尺桡骨远端骨折, 门诊复位困难、保守治疗后不稳定容易再移位<sup>[6]</sup>。Bowman 等<sup>[8]</sup>认为即使在年轻的患者中, 前臂旋转障碍和尺桡骨的骨间间隙的丢失在骨折愈合后是不可逆的, 即使后期生长和再塑形都不能改善。Kamat 等<sup>[9]</sup>发通过对 1001 例尺桡骨远端骨折患儿手法复位, 随访是出现 107 例(10.6%) 发生骨折再移位(成角大于 15° 和或者水平移位大于 80%), 骨折再移位导致骨折畸形愈合, 这对于患者而言将是灾难性的。Trousdale 等<sup>[10]</sup>回顾 1976 年至 1991 年在梅奥诊所进行的 27 例前臂出现骨折畸形愈合并截骨术的结果, 且结果显示前臂功能只能部分恢复。那么难复型且稳定性差的尺桡骨远端移行区骨折的治疗仍旧是一个亟待解决的挑战。

应用克氏针可经皮内固定桡骨远端移行区骨折, 也是一种可行的治疗方法, 但是经皮使用克氏针, 尾端长期暴露体表会增加感染风险<sup>[11]</sup>, 本研究 B 组患者中出现 4 例感染钉道口周围感染并软组织增生, 其中一例出现克氏针尾端陷入皮下引起局部感染, 影响骨折愈合。克氏针固定还存在克氏针退出、断针等并发症<sup>[12]</sup>。当骨折位于尺桡骨移行区时, 越往桡骨近端骨折面越小, 交叉克氏针固定骨折的稳定性越差<sup>[13]</sup>。

目前临床上应用逆行弹性髓内钉治疗儿童尺桡骨骨折较常见。弹性髓内钉固定是治疗儿童长骨骨折的常用手段, 髓内钉治疗时手术切口小, 髓内固定凸显其稳定性高, 患儿及家属的体验感好<sup>[14]</sup>。Calder PR<sup>[15]</sup>对比治疗前臂骨折中 60 例患儿, 随机分组两组, 分别使用克氏针固定与逆行弹性髓内钉内固定, 克氏针固定组出现并发症概率为 16%, 另一组并发症概率为 9%, 两组骨折均愈合。逆行弹性髓内钉固定比克氏针固定手术时间短和术中拍片少, 进而减少术中辐射暴露<sup>[16]</sup>。所以对于不稳定的儿童前臂骨折, 我们首先考虑是弹性髓内钉固定治疗。

弹性髓内钉固定后出现切口感染、固定装置移位、再骨折、畸形愈合和延迟骨愈合概率小, 有损伤桡神经风险<sup>[17]</sup>, 在桡骨近端后外侧手术入路时, 因为骨间后神经的局部解剖关系, 所以容易发生神经的医源性损伤, 桡神经在桡骨头前方穿过肘关节, 当浅支沿着肱桡肌并在其下方运行时, 穿过旋后肌管并绕着桡骨近端旋转, 到达前臂伸肌, 继而延伸到其运动支。据查阅文献, 解剖的安全距离为桡骨头

关节远侧 4cm<sup>[18]</sup>, 或肱二头肌粗隆远端近侧 4cm, 当使用后外侧入路时, 近端安全范围增加<sup>[19]</sup>。重要的是要在前臂完全旋前的情况下清楚地确定尺侧腕伸肌和肘关节之间的间隔。Diliberti 等人证明, 旋前增加了髓内钉到桡骨头关节线的距离<sup>[20]</sup>。

因此, 我们提出桡骨顺行髓内钉置钉入路“安全区”的概念。从解剖入路的解剖位置可见: 桡骨近端有一无神经经过区域, 当屈肘 90°、前臂极度旋前位时, 进针点在前臂后外侧, 桡骨近端关节面与桡骨粗隆之间, 该处为伸肌腱与尺侧伸腕肌的肌间隙, 此处仅存在极薄的旋后肌, 这是手术入路“安全区”。我们通过透视精准定位, 操作时始终保持前臂极度旋前, 使用弯钳仔细地分离周围组织, 暴露“安全区”的骨面, 从而更好地避免骨间后神经损伤, 在本研究病例随访时, 未见神经损伤, 术后腕关节屈伸、桡尺偏、旋转功能正常。

综上所述, 治疗儿童尺桡骨远端移行区骨折时, 从“安全区”置钉入路的顺行弹性髓内钉固定与骨折端克氏针固定比较, 手术时间更短、术后并发症更少, 是治疗该类骨折的更有效方法。

## 参考文献

- [1] Cui Xin,Liang Long,Wei Xu et al.The efficacy,safety,and cost benefits of splints for fractures of the distal radius in children:A systematic review and meta-analysis protocol.[J].Medicine(Baltimore),2019,98:e16562.
- [2] Slongo TF,Audigé L;AO Pediatric Classification Group. Fracture and dislocation classification compendium for children:the AO pediatric comprehensive classification of long bone fractures(PCCF).J Orthop Trauma.2007 Nov-Dec;21(10 Suppl):S135-60.doi:10.1097/00005131-200711101-00020. PMID:18277238.
- [3] Gurpal S.Pannu and Marty Herman.Distal Radius-Ulna Fractures in Children[J].Orthopedic Clinics of North America,2015,46(2):235-248.
- [4] Al-Sadek Tabet A,Niklev Desislav,Al-Sadek Ahmed,Diaphyseal Fractures of the Forearm in Adults,Plating Or Intramedullary Nailing Is a Better Option for the Treatment?[J].Open Access Maced J Med Sci,2016,4:670-673.
- [5] Du M,Han J.Antegrade elastic stable intramedullary nail fixation for paediatric distal radius diaphyseal metaphyseal junction fractures:A new operative approach.Injury.2019 Feb;50(2):598-

- 601.doi:10.1016/j.injury.2019.01.001.Epub 2019 Jan 6.PMID:30635128.
- [6] 谭为,纪悦伦,姚京辉,吴伟平,李毅斌,毛士超.一种治疗儿童严重移位的尺桡骨远端移行区骨折的方法[J].中华手外科杂志,2020,36(04):253-257.
- [7] 鄢屹林,黄鹏,裴新红.体质量指数预测儿童骨折相关风险的研究进展[J].中华实用儿科临床杂志,2022,37(07):558-560.
- [8] Bowman EN,Mehlman CT,Lindsell CJ,Tamai J.Nonoperative treatment of both-bone forearm shaft fractures in children:predictors of early radiographic failure.J Pediatr Orthop.2011 Jan-Feb;31(1):23-32.doi:10.1097/BPO.0b013e318203205b.PMID:21150728;PMCID:PMC3073825.
- [9] Kamat AS,Pierse N,Devane P,Mutimer J,Horne G.Redefining the cast index:the optimum technique to reduce redisplacement in pediatric distal forearm fractures.J Pediatr Orthop.2012 Dec;32(8):787-91.doi:10.1097/BPO.0b013e318272474d.PMID:23147621.
- [10] Trousdale RT,Linscheid RL.Operative treatment of malunited fractures of the forearm.J Bone Joint Surg Am.1995 Jun;77(6):894-902.doi:10.2106/00004623-199506000-00010.PMID:7782362.
- [11] Van der Reis WL,Otsuka NY,Moroz P,Mah J.Intramedullary nailing versus plate fixation for unstable forearm fractures in children.J Pediatr Orthop.1998 Jan-Feb;18(1):9-13.PMID:9449094.
- [12] 刘尧喜,刘昆,徐宏文等.克氏针髓内固定治疗1岁以内先天性胫骨假关节多中心研究[J].中华小儿外科杂志,2024,45(11):1038-1042.
- [13] Parikh SN,Jain VV,Youngquist J.Intrafocal pinning for distal radius metaphyseal fractures in children.Orthopedics.2013 Jun;36(6):783-8.doi:10.3928/01477447-20130523-25.PMID:23746016.
- [14] 吴海艺,梁龙芳,裴新红.弹性髓内钉单骨固定治疗儿童前臂双骨折疗效的Meta分析[J].临床小儿外科杂志,2019,18(11):941-947.
- [15] Calder PR,Achan P,Barry M.Diaphyseal forearm fractures in children treated with intramedullary fixation:outcome of K-wire versus elastic stable ntramedullary nail.Injury.2003May;34(4):278-82.doi:10.1016/s0020-1383(02)00310-8.PMID:12667780.
- [16] Cai H,Wang Z,Cai H.Fixation of distal radial epiphyseal fracture:Comparison of K-wire and prebent intramedullary nail.J Int Med Res.2016 Feb;44(1):122-30.doi:10.1177/0300060514566650.PMID:26912586;PMCID:PMC5536569.
- [17] Pugh DM,Galpin RD,Carey TP.Intramedullary Steinmann pin fixation of forearm fractures in children.Long-term results.Clin Orthop Relat Res.2000 Jul;(376):39-48.doi:10.1097/00003086-200007000-00007.PMID:10906856.
- [18] Lawton JN,Cameron-Donaldson M,Blazar PE,Moore JR.Anatomic considerations regarding the posterior interosseous nerve at the elbow.J Shoulder Elbow Surg.2007 Jul-Aug;16(4):502-7.doi:10.1016/j.jse.2006.09.004.Epub 2007 Feb 22.PMID:17321155.
- [19] Kamineni S,Norgren CR,Davidson EM,Kamineni EP,Deane AS.Posterior interosseous nerve localization within the proximal forearm-a patient normalized parameter.World J Orthop 2017;18;8(April(4)):310-6.
- [20] Diliberti T,Botte MJ,Abrams RA.Anatomical considerations regarding the posterior interosseous nerve during posterolateral approaches to the proximal part of the radius.J Bone Joint Surg Am 2000;82:809-13.