

# 儿童桡骨远端骨折不愈合 3 例并文献复习



全文二维码

胡文峰<sup>1,2</sup> 李天友<sup>3</sup> 王延宙<sup>3</sup> 王恒冰<sup>3</sup><sup>1</sup> 山东大学护理与康复学院, 济南 250012; <sup>2</sup> 山东第一医科大学附属省立医院保健外科, 济南 250021; <sup>3</sup> 山东第一医科大学附属省立医院小儿骨科, 济南 250021

通信作者: 李天友, Email: tianyouli1983@126.com

**【摘要】 目的** 探讨儿童桡骨远端骨折不愈合的好发部位及原因。 **方法** 回顾性分析 2013 年 5 月至 2021 年 3 月山东第一医科大学附属省立医院收治的 3 例儿童桡骨远端骨折不愈合患儿临床资料; 通过 PubMed、万方医学网、中国知网检索 2021 年 3 月前的相关文献, 总结分析本院以及纳入文献中病例的性别、年龄、骨折类型、治疗方式等特点。 **结果** 本院 3 例初始均行切开复位克氏针内固定术, 骨折未愈合, 2 例行再手术, 愈合良好; 1 例未再手术。共检索到 5 篇相关文献 8 例患儿, 联合本中心 3 例, 共 11 例纳入研究。其中男 9 例, 女 2 例, 平均年龄 8 岁 11 个月 (6~13 岁); 初次治疗时骨折均完全移位, 且合并尺骨远端骨折; 6 例未注明侧别, 其余 5 例中左侧 4 例, 右侧 1 例; 7 例行切开复位克氏针内固定术, 2 例行切开复位钢板内固定术, 2 例行闭合复位石膏固定术。10 例因骨不愈合再次手术, 均愈合良好, 其中切开复位自体髂骨植骨 6 例, 包括钢板固定 3 例, 外固定架、克氏针、单纯石膏固定各 1 例; 切开复位钢板内固定 3 例; 闭合复位克氏针内固定 1 例。按照 Lieber 标准, 1 例为干骺端骨折, 10 例为骨干与干骺端交界区骨折。 **结论** 儿童桡骨远端骨折不愈合好发于骨干与干骺端交界区, 该交界区骨折需充分认识和谨慎处理, 若行切开手术, 建议解剖复位、稳定固定、密切随访。

**【关键词】** 桡骨骨折; 矫形外科手术; 治疗结果; 儿童**基金项目:** 国家重点研发计划 (2016YFC0901503)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202105060-015

## Nonunion of distal radius fractures in children: a report of three cases with a literature review

Hu Wenfeng<sup>1,2</sup>, Li Tianyou<sup>3</sup>, Wang Yanzhou<sup>3</sup>, Wang Hengbing<sup>3</sup><sup>1</sup> School of Nursing & Rehabilitation, Shandong University, Jinan 250012, China; <sup>2</sup> Department of Healthcare Surgery, Affiliated Shandong Provincial Hospital, Shandong First Medical University, Jinan 250021, China; <sup>3</sup> Department of Pediatric Orthopedics, Affiliated Shandong Provincial Hospital, Shandong First Medical University, Jinan 250021, China

Corresponding author: Li Tianyou, Email: tianyouli1983@126.com

**【Abstract】 Objective** To explore the predilection sites and causes of distal radius nonunion in children. **Methods** From May 2013 to March 2021, clinical data were retrospectively reviewed for three children with nonunion of distal radius fracture. The relevant literatures were retrieved from the databases of PubMed, WanFang and CNKI prior to March 2021. Gender, age, fracture type and treatment option were analyzed.

**Results** Open reduction and Kirschner wire fixation were performed initially. Nonunion occurred after ineffective conservative treatment. Two cases were re-operated and healed while another one case refused any further intervention. By searching the database, 5 relevant items (8 cases) were included. Altogether there were 9 boys and 2 girls with an average age of 107 (72–156) months. All fractures were totally displaced with distal ulna fracture. The involved side was left ( $n=4$ ), right ( $n=2$ ) and unknown ( $n=6$ ). Open reduction plus Kirschner wire fixation ( $n=7$ ), open reduction plus plate fixation ( $n=1$ ) and closed reduction with cast immobilization ( $n=2$ ) were performed. Ten patients were re-operated due to nonunion and healed during follow-ups. Six cases underwent open reduction plus autologous iliac bone graft, including plate fixation ( $n=3$ ), external fixator ( $n=1$ ), Kirschner wire ( $n=1$ ) and casting ( $n=1$ ). Open reduction plus plate fixation ( $n=3$ ) and closed reduction plus Kirschner wire fixation ( $n=1$ ) were performed. According to the Lieber's criteria, there

were epiphyseal fracture ( $n = 1$ ) and diametaphyseal fractures ( $n = 10$ ). **Conclusion** Distal radius nonunion affects mostly diametaphyseal area. To prevent nonunion, more attention should be focused upon this area. For open reduction, anatomical reduction plus stable fixation should be considered along with close follow-ups.

**【Key words】** Radius Fractures; Orthopedic Procedures; Treatment Outcome; Child  
**Fund program:** National Key Research & Development Program of China (2016YFC0901503)  
DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202105060-015

儿童桡骨远端骨折临床常见,占儿童骨折的20%~31%<sup>[1]</sup>。移位严重者常需要闭合复位经皮克氏针内固定,骨不愈合罕见<sup>[2-3]</sup>。骨不愈合的危险因素包括患儿年龄、骨折严重程度、开放骨折、骨折部位、感染、内固定方式及取出时机、外固定时间、是否合并全身性疾病等<sup>[4-7]</sup>。关于骨折部位的研究较少,Di Gennaro 等<sup>[7]</sup>发现桡骨远端 1/3 处容易发生不愈合。

笔者在临床中遇到 3 例桡骨远端骨折不愈合的患儿,其骨折部位不同于干骺端骨折,均更靠近骨干,属于骨干与干骺端交界区 (diametaphyseal, DMP) 骨折<sup>[8]</sup>。经检索分析,多数文献报道 X 线资料完整的儿童桡骨远端骨不愈合也位于 DMP 区<sup>[3-7]</sup>。为研究桡骨远端不愈合的好发部位及原因,提高 DMP 骨折在临床中的认识,现将 3 例患儿的详细病情和文献复习情况报道如下。

资料与方法

一、临床资料

病例 1,男,11 岁,2013 年 5 月摔伤致右尺桡骨远端骨折,在当地医院行切开复位克氏针内固定术,术后短臂石膏托固定。随访过程中骨折移位加重,5 周后拆石膏,7 周后取克氏针,改用夹板固定,9 周后来本院就诊。查体:右前臂远端畸形,背侧见陈旧性手术瘢痕,畸形处略肿胀、压痛,旋后受限。X 线片提示桡骨向背侧成角、骨折线明显,少量骨痂形成;尺骨对位线可,骨折线模糊。予闭合复位长臂管型石膏固定,复查 X 线片桡骨成角畸形明显改善。石膏固定 2 个月后尺骨愈合,桡骨未愈合。伤后 6 个月行骨折端清理、自体髂骨植骨、钢板内固定术。

病例 2,男,13 岁,2020 年 5 月摔伤致左桡骨远端骨折,在本院行切开复位克氏针内固定术和长臂管型石膏固定。术后 6 周去除石膏及克氏针,改用短臂管型石膏固定。2 个月后骨折仍未愈合。伤后 6 个月行骨折端清理、自体髂骨植骨、钢板内固定术。

病例 3,男,7 岁,2020 年 8 月摔伤致左尺桡骨远端骨折,于当地医院行切开复位克氏针内固定

术,术后 6 周拆除石膏及克氏针,之后桡骨延迟愈合,转来本院行再手术治疗。

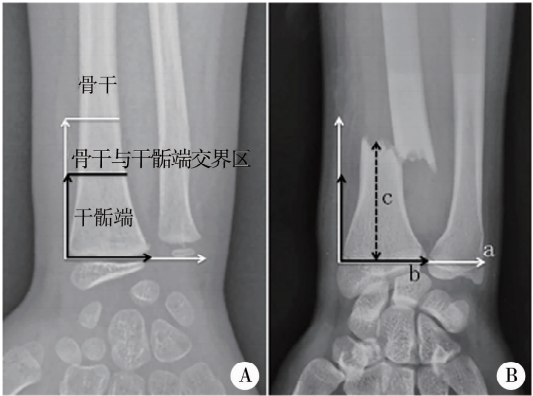
3 例患儿均发育正常,身材适中,无其他系统疾患。本研究通过山东第一医科大学附属省立医院伦理委员会批准 (SWYX:NO. 2022-498),家属均签署知情同意书。

二、文献检索

使用计算机联合手工检索,通过 PubMed、万方、中国知网检索 2021 年 3 月以前公开发表的相关文献;检索关键词:桡骨远端骨折/桡骨远段骨折 (distal radius fracture)、骨不愈合/骨不连 (nonunion)。剔除标准:①成人病例;②影像学资料缺乏或无法测量的病例。共检索到符合条件的相关文献 5 篇,共报道 8 例患儿<sup>[3-7]</sup>。

三、骨折部位的定义方法

根据文献阐述方法,设正位 X 线片上尺桡骨远端骺板宽度之和为 a,桡骨远端骺板宽度为 b,骨折线至桡骨远端骺板的距离为 c,计算 c/a 和 c/b 确定骨折类型:c/b≤1 为干骺端骨折,c/b>1 且 c/a≤1 为 DMP 骨折,c/a≥1 为骨干骨折 (图 1)<sup>[8]</sup>。本文采用 Photoshop CC 2015 (Adobe) 进行测量:将拟分析文献中的 X 线片截图为 jpg 图像,连同自有病例 X 线图像逐一测量;用 Photoshop 软件打开图像,选



注 A: 分别以尺桡骨远端骺板宽度之和 a,桡骨骺板宽度 b 为底边向近端作正方形,可将桡骨远端分为干骺端、骨干与干骺端交界区、骨干三部分;B: 骨折线至桡骨骺板的距离 c<a 且 >b 时为骨干与干骺端交界区骨折

图 1 桡骨远端骨折部位定义方法

Fig. 1 Definition of fracture sites of distal radius

择“标尺工具”,单位选择毫米,测量 a、b、c 的数值。需要说明的是,所测数据并非真实骨骼宽度,不同病例间无法直接比较,只能用于同一图像内计算比值。在侧位 X 线片上,桡骨远端骺板宽度计为 b′,骨折线至桡骨远端骺板的距离计为 c′,同法测量其相对值,c′/b′表示侧位片骨折线的相对位置。

四、统计学处理

采用 SPSS 21.0 计算计量资料的均值、标准差和 95% 可信区间。

结 果

一、本院 3 例患儿预后

3 例患儿均定期随访。病例 1 再手术后桡骨愈合良好,术后 6 个月拆除钢板,2 年后随访前臂功能良好,见图 2。病例 2 目前再手术后 3 个月,随访 X 线片提示桡骨愈合良好。病例 3 仍在保守治疗中,家长尚未决定再手术。

二、文献分析

共检索到 5 篇文献中 8 例桡骨远端骨折不愈合

患儿,结合本中心 3 例,共 11 例纳入本次研究。其中男 9 例、女 2 例,平均年龄 8 岁 11 个月(6 ~ 13 岁),初次治疗时桡骨骨折均完全移位,且合并尺骨远端骨折,6 例原作者未注明侧别,其余 5 例中左侧 4 例、右侧 1 例;7 例行切开复位克氏针内固定,2 例行切开复位钢板内固定,2 例行闭合复位石膏固定术。10 例因骨不愈合再手术,均愈合良好,其中切开复位自体髂骨植骨 6 例,包括钢板固定 3 例,外固定架、克氏针、单纯石膏固定各 1 例;切开复位钢板内固定 3 例;闭合复位克氏针内固定 1 例。11 例患儿的一般资料、治疗过程及骨折不愈合原因见表 1。

三、骨折部位分析

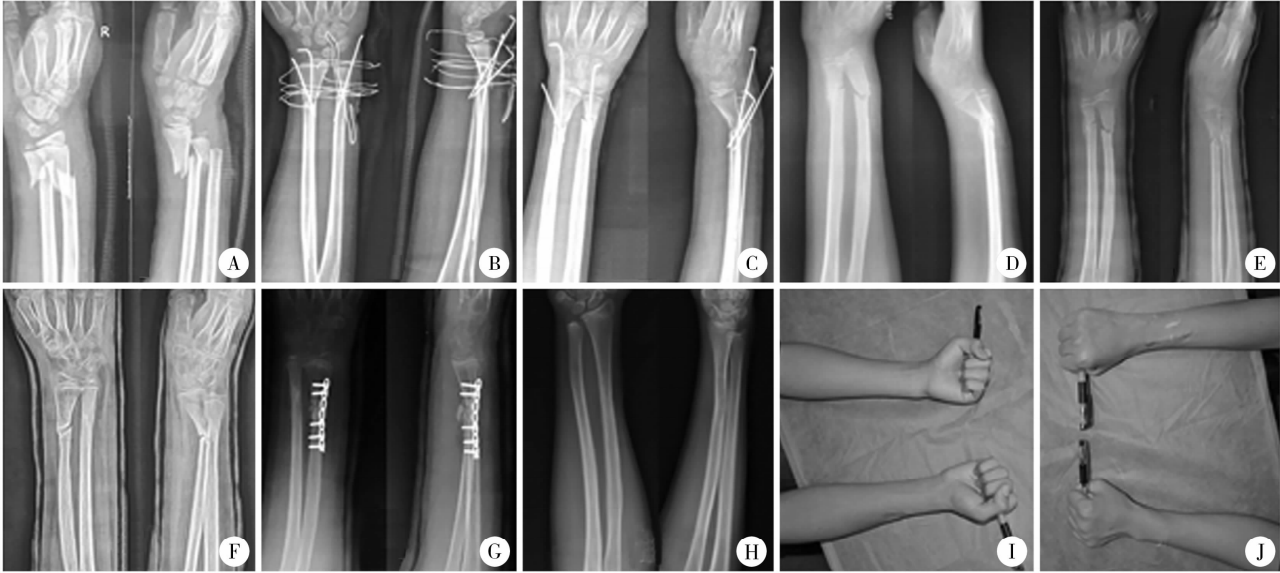
11 例桡骨远端骨折不愈合患儿骨折线相对位置的测量数据见表 2。病例 1 在原始文献中 X 线片欠清晰,仅能计算出 c/b,其值为 0.62,根据前述标准,属于干骺端骨折;另外 10 例的 c/a < 1 且 c/b > 1,属于 DMP 骨折,该 10 例患儿的 c/a 均值为 0.71 ± 0.99 (95% CI: 0.64 ~ 0.78), c/b 均值为 1.23 ± 0.51 (95% CI: 1.11 ~ 1.35), c′/b′ 均值为 1.55 ± 0.24 (95% CI: 1.38 ~ 1.72),见图 3。

表 1 11 例桡骨远端骨折不愈合患儿的一般资料

Table 1 Clinical data of 11 cases of nonunion of distal radius in children

序号	第一作者	发表年份	患者性别	患者受伤年龄(岁)	侧别	初次治疗方式	术后处理	骨折不愈合原因	初次治疗至二次治疗的时间(月)	二次治疗方式
病例 1	Kwa <sup>[3]</sup>	1997	女	10	左	闭合复位石膏固定	8 周后拆石膏	初始移位严重,石膏松动	4	切开复位髂骨植骨石膏固定
病例 2	Song <sup>[4]</sup>	2003	男	10	-	切开复位单枚克氏针内固定	5 周后拆石膏,6 周后取克氏针	切开复位,内固定不牢	16	切开复位钢板内固定
病例 3	De Raet <sup>[5]</sup>	2008	男	8	左	切开复位钢板内固定	9 个月 after 取钢板	复位欠佳,内固定不牢	12	切开复位钢板内固定
病例 4	Song <sup>[6]</sup>	2016	男	8	-	闭合复位石膏固定	4 周后拆石膏	固定时间短	7	切开复位钢板内固定
病例 5	Song <sup>[6]</sup>	2016	男	10	-	切开复位克氏针内固定	5 周后拆石膏	切开复位,内固定不牢	3	闭合复位克氏针内固定
病例 6	Song <sup>[6]</sup>	2016	男	7	-	切开复位克氏针内固定	-	切开复位,内固定不牢	8	切开复位髂骨植骨钢板内固定
病例 7	Di Gennaro <sup>[7]</sup>	2017	男	6	-	切开复位克氏针内固定	-	-	9	切开复位髂骨植骨外固定架固定
病例 8	Di Gennaro <sup>[7]</sup>	2017	女	8	-	切开复位钢板内固定	-	-	9	切开复位髂骨植骨克氏针内固定,尺骨短缩
病例 9	本院	2022	男	11	右	切开复位克氏针内固定	5 周后拆石膏,7 周后取克氏针	复位欠佳,石膏松动	6	切开复位髂骨植骨钢板内固定
病例 10	本院	2022	男	13	左	切开复位克氏针内固定	6 周后拆石膏、取克氏针	内固定不牢,石膏松动	6	切开复位髂骨植骨钢板内固定
病例 11	本院	2022	男	7	左	切开复位克氏针内固定	6 周后拆石膏、取克氏针	复位欠佳,内固定不牢	-	-

注 - 指原文未包括、未明确相关信息或尚未进行二次治疗



注 A: 桡骨为 DMP 骨折; B: 当地医院行切开复位克氏针固定; C: 术后 7 周尺桡骨愈合欠佳, 桡骨向背侧成角; D: 术后 9 周拔除克氏针, 改用夹板固定; E: 试行闭合复位石膏固定, 桡骨成角明显改善; F: 伤后 6 个月尺骨愈合, 桡骨不愈合; G: 给予不愈合骨清理、自体髂骨植骨钢板内固定术; H: 再手术后愈合良好; I~J: 2 年后随访前臂旋转功能良好

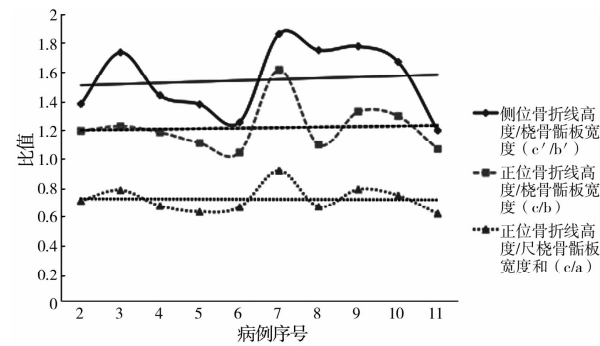
图 2 1 例 11 岁男性右尺桡骨远端双骨折患儿 X 线检查资料

Fig. 2 An 11-year old boy with displaced DMP fracture of radius plus ulna fracture

表 2 11 例桡骨远端骨折不愈合患儿骨折线相对位置数据

Table 2 Measurement of fracture sites of 11 children with distal radius nonunion

序号	a	b	c	c/a	c/b	b'	c'	c'/b'
病例 1	—	115	71	—	0.62	—	—	—
病例 2	162	96	115	0.71	1.20	89	123	1.38
病例 3	157	100	123	0.78	1.23	92	160	1.74
病例 4	108	61	73	0.67	1.19	52	75	1.44
病例 5	127	72	80	0.63	1.11	50	69	1.38
病例 6	142	90	94	0.64	1.04	70	88	1.26
病例 7	284	161	261	0.92	1.62	135	252	1.87
病例 8	299	181	199	0.67	1.10	106	186	1.75
病例 9	247	146	195	0.79	1.33	119	212	1.78
病例 10	331	190	247	0.75	1.30	145	243	1.68
病例 11	198	114	122	0.58	1.22	130	156	1.20



注 a: 尺桡骨远端骺板宽度之和; b: 桡骨远端骺板宽度; c: 骨折线至桡骨远端骺板的距离; b': 侧位片桡骨远端骺板宽度; c': 侧位片骨折线至桡骨远端骺板的距离; a、b、c、b'、c' 的值均为相对值

图 3 10 例桡骨远端 DMP 骨折不愈合的相对位置折线图

Fig. 3 Chart of sites of 10 diaphyseal nonunion of distal radius

讨论

根据国际内固定研究学会 (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, AO) 关于儿童骨折的分型标准, 以尺桡骨远端骺板宽度之和为底边向近端作正方形, 位于该正方形内的骨折即为干骺端骨折, 该标准未定义 DMP 骨折<sup>[9]</sup>。Lieber 等<sup>[8]</sup> 于 2010 年提出 DMP 的概念, 现已得到部分学者认可<sup>[10]</sup>。2016 年, 徐蕴岚等<sup>[11]</sup> 在 AO 定义基础上, 提出骨干和干骺端交界点近、远端各 1 cm 以内为骨干与干骺端交界区, 简称“干骺交界区”。本研究采用 Lieber 定义法。

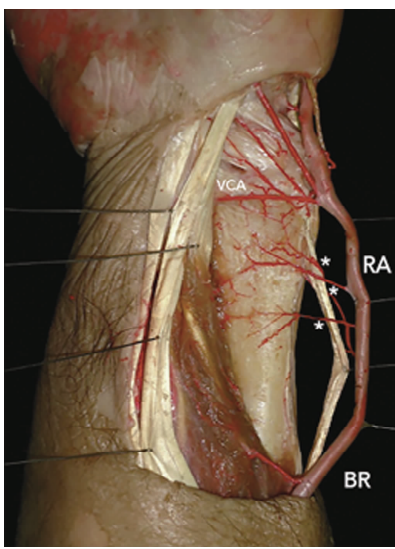
DMP 骨折临床关注度不高, 常被当作干骺端骨



折,尚无统一治疗方案<sup>[10]</sup>。整体上,移位不明显时可直接石膏固定,对不稳定者多采用闭合复位交叉克氏针固定,但易发生骨折不愈合。近年来,有学者采用弹性钉或克氏针髓内固定,也有学者推荐钢板或外固定架固定,目的是增强稳定性、避免并发症<sup>[10-15]</sup>。

骨折愈合受多种因素影响。Di Gennaro 等<sup>[7]</sup>提出骨折不愈合的危险因素包括高能量损伤、开放性骨折、骨缺失、神经纤维瘤病等疾患,年龄 > 10 岁,骨折部位(桡骨远端 1/3 处),切开复位,内固定不牢(经皮穿针),外固定时间不足(<8 周),内固定取出过早(<3 个月)等。文献复习的 8 例桡骨远端骨折不愈合,原作者认为不愈合原因包括切开复位、石膏松动、内固定不牢等。本院 3 例也有相似情况。深入分析发现,11 例患儿中有 10 例属于 DMP 骨折,因而推测,骨折不愈合可能与经治医师治疗 DMP 骨折时采取与干骺端骨折相似的方法和流程,认为功能复位和非稳定固定也能获得良好疗效有关。

DMP 骨折不同于干骺端骨折,有其独特的解剖学特点:①DMP 为桡骨远端弯曲的起始部位,近、远端髓腔直径差异大,若行交叉克氏针固定,克氏针在骨质内潜行距离短,骨折稳定性差<sup>[12]</sup>;②若复位质量不高,在拇短伸肌、拇长展肌、肱桡肌的联合作用下,骨折端移位容易加重;③相比干骺端,DMP 区域血运不够丰富(图 4)<sup>[16]</sup>。因此,DMP 骨折在治疗上要求更高,需解剖复位和稳定固定。



注 BR:肱桡肌腱; VCA:掌侧腕动脉;  
\*:表示骨髓动脉

图 4 桡骨远端血供图<sup>[16]</sup>

Fig.4 Blood supply of lateral aspect of distal radius

曾皓等<sup>[17]</sup>综述了儿童骨不愈合的治疗进展,主要方法是手术,另有物理治疗、注射治疗及中医药治疗等。本组 10 例再手术方式并不完全相同,但均愈合良好,可见治疗需遵循个体化原则;1 例原作者仅采用闭合复位克氏针固定也获得良好愈合,可能与治疗距离骨折时间短有关。临床中,我们严格遵守骨不愈合的诊断标准,即伤后 6 个月没有愈合且 3 个月无进一步愈合征象,治疗上更愿意选择自体髂骨植骨钢板内固定术。

本文采用骨折线的相对位置确定骨折部位,X 线正位片上骨折远端长度 c 为实际长度的垂直投影,有些骨折在矢状面上成角移位严重,c 值会比实际长度短,断板宽度 b 则不受影响,因此,c/b 的测量值比实际值小,差距大时可在侧位片测量 c'/b'作为补充。

本研究的不足:①病例数少,由于儿童桡骨远端骨折不愈合非常罕见,难以进行大样本研究。②少数相关文献没有提供 X 线图像或文中图像无法用于测量,所以未能纳入研究,这可能会对结果造成偏倚<sup>[12,18]</sup>。

综上,儿童桡骨远端骨折不愈合多发生在 DMP 区,鉴于其解剖学特点,DMP 骨折需谨慎处理。对不稳定骨折,若行闭合复位克氏针内固定,最好能有至少 1 枚克氏针髓内固定;若行切开复位,建议解剖复位,稳定固定,减少再移位和骨不愈合的风险。另外关于 DMP 骨折的规范化治疗及并发症的发生率尚需进一步研究。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 胡文峰负责研究的设计、实施和起草文案,王延宙和王恒冰进行病例数据收集及分析,李天友负责研究设计和酝酿,并对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Dua K, Stein MK, O'Hara NN, et al. Variation among pediatric orthopaedic surgeons when diagnosing and treating pediatric and adolescent distal radius fractures[J]. J Pediatr Orthop, 2019, 39 (6): 306-313. DOI: 10. 1097/BPO. 0000000000000954.
- [2] Sengab A, Krijnen P, Schipper IB. Displaced distal radius fractures in children, cast alone vs additional K-wire fixation; a meta-analysis[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2019, 45 (6): 1003-1011. DOI: 10. 1007/s00068-018-1011-y.
- [3] Kwa S, Tonkin MA. Nonunion of a distal radial fracture in a healthy child[J]. J Hand Surg Br, 1997, 22 (2): 175-177. DOI: 10. 1016/s0266-7681(97)80056-3.
- [4] Song KS, Kim HKW. Nonunion as a complication of an open reduction of a distal radial fracture in a healthy child; a case report [J]. J Orthop Trauma, 2003, 17 (3): 231-233. DOI: 10. 1097/00005131-200303000-00015.

- [5] De Raet J, Kemnitz S, Verhaven E. Nonunion of a pediatric distal radial metaphyseal fracture following open reduction and internal fixation; a case report and review of the literature[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2008, 34(2): 173-176. DOI: 10. 1007/s00068-007-6168-8.
- [6] Song KS, Lee SW, Bae KC, et al. Primary nonunion of the distal radius fractures in healthy children[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2016, 25(2): 165-169. DOI: 10. 1097/BPB. 0000000000000257.
- [7] Di Gennaro GL, Stilli S, Trisolino G. Post-traumatic forearm nonunion in healthy skeletally immature children; a report on 15 cases[J]. *Injury*, 2017, 48(3): 724-730. DOI: 10. 1016/j. injury. 2017. 01. 023.
- [8] Lieber J, Schmid E, Schmittenebecher PP. Unstable diametaphyseal forearm fractures: transepiphyseal intramedullary Kirschner-wire fixation as a treatment option in children[J]. *Eur J Pediatr Surg*, 2010, 20(6): 395-398. DOI: 10. 1055/s-0030-1262843.
- [9] 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]. *J Orthop Trauma*, 2007, 21(10 Suppl): S135-S160. DOI: 10. 1097/00005131-200711101-00020.
- [10] Kubiak R, Aksakal D, Weiss C, et al. Is there a standard treatment for displaced pediatric diametaphyseal forearm fractures?: a STROBE-compliant retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(28): e16353. DOI: 10. 1097/MD. 00000000000016353.
- [11] 徐蕴岚, 沈恺颖, 王志刚. 弹性髓内钉在儿童长骨干骺交界区骨折中的治疗体会[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(16): 1455-1461. DOI: 10. 3977/j. issn. 1005-8478. 2016. 16. 04.  
Xu YL, Shen KY, Wang ZG. Elastic stable intramedullary nailing for fracture at borderline between diaphysis and metaphysis of long bone in children[J]. *Orthop J China*, 2016, 24(16): 1455-1461. DOI: 10. 3977/j. issn. 1005-8478. 2016. 16. 04.
- [12] 史立伟, 张立军, 赵群, 等. 桡骨干骺端骨折交叉克氏针固定后骨不连影响因素分析[J]. *中国骨与关节杂志*, 2017, 6(7): 506-511. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-252X. 2017. 07. 006.  
Shi LW, Zhang LJ, Zhao Q, et al. An analysis of effective factors of nonunion after distal radius metaphyseal fracture with cross Kirschner wire fixation[J]. *Chin J Bone Joint*, 2017, 6(7): 506-511. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-252X. 2017. 07. 006.
- [13] van Egmond JC, Selles CA, Cleffken BI, et al. Plate fixation for unstable displaced distal radius fractures in children[J]. *J Wrist Surg*, 2019, 8(5): 384-387. DOI: 10. 1055/s-0039-1688701.
- [14] 朱丹江, 王强, 宋宝健, 等. 单臂外固定架治疗儿童桡骨远端干骺交界区骨折[J]. *中国骨与关节杂志*, 2021, 10(3): 192-197. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-252X. 2021. 03. 006.  
Zhu DJ, Wang Q, Song BJ, et al. Single-arm external fixator in the treatment of distal radial fractures involving metaphyseal diaphyseal junction in children[J]. *Chin J Bone Joint*, 2021, 10(3): 192-197. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-252X. 2021. 03. 006.
- [15] Li J, Rai S, Tang X, et al. Fixation of delayed distal radial fracture involving metaphyseal diaphyseal junction in adolescents: a comparative study of crossed Kirschner-wiring and non-bridging external fixator[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 365. DOI: 10. 1186/s12891-020-03404-0.
- [16] Zaidenberg EE, Martinez E, Zaidenberg CR. Vascularized distal radius bone graft for treatment of ulnar nonunion[J]. *J Hand Surg Am*, 2018, 43(7): 685. e1-685. e5. DOI: 10. 1016/j. jhsa. 2018. 03. 005.
- [17] 曾皓, 李明. 儿童骨不连的治疗进展[J]. *临床小儿外科杂志*, 2016, 15(6): 614-617, 634. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2016. 06. 024.  
Zeng H, Li M. Updates in treatment of nonunion in children[J]. *J Clin Ped Sur*, 2016, 15(6): 614-617, 634. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2016. 06. 024.
- [18] 梁业, 梁善荣, 袁华军, 等. 儿童桡骨远段骨不连并重度腕部畸形的手术治疗[J]. *中华手外科杂志*, 2009, 25(2): 98-100. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1005-054X. 2009. 02. 018.  
Liang Y, Liang SR, Yuan HJ, et al. Surgical treatment of distal radius nonunion accompanied with severe wrist deformity in children[J]. *Chin J Hand Surg*, 2009, 25(2): 98-100. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1005-054X. 2009. 02. 018.

(收稿日期: 2021-05-31)

**本文引用格式:** 胡文峰, 李天友, 王延宙, 等. 儿童桡骨远端骨折不愈合 3 例并文献复习[J]. *临床小儿外科杂志*, 2022, 21(12): 1179-1184. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202105060-015.

**Citing this article as:** Hu WF, Li TY, Wang YZ, et al. Nonunion of distal radius fractures in children: a report of three cases with a literature review[J]. *J Clin Ped Sur*, 2022, 21(12): 1179-1184. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202105060-015.