

## · 经验交流 ·

# 儿童前臂骨折术后尺骨延迟愈合或不愈合原因分析

杜胜虎, 杨杰, 黄祥祥, 冯永增, 郭晓山  
(温州医科大学附属第二医院骨科, 浙江 温州 325027)

**【摘要】 目的:**探讨弹性髓内钉治疗儿童前臂双骨折术后出现尺骨延迟愈合及不愈合的可能原因。**方法:**2005 年 2 月至 2010 年 2 月,对弹性髓内钉治疗闭合性儿童前臂双骨折术后出现骨延迟愈合或不愈合 5 例患者进行回顾性分析,均为男性;年龄 3~14 岁,平均 9.4 岁;骨折均累及尺桡骨干中 1/3,其中 2 例患者既往曾有相同部位骨折史。高能量损伤 3 例,摔伤 2 例。其中 4 例患者予行切开复位,1 例行闭合复位。观察患者术后并发症,并采用 Daruwalla 及 Price 评定标准进行疗效评价。**结果:**5 例患者均获得随访,时间 7~19 个月,平均 11.4 个月。4 例出现尺骨延迟愈合,1 例出现不愈合。其中 3 例单纯取出内固定继续保守治疗,2 例予更换固定方式继续治疗,所有骨折达到骨性愈合,未发生钉道感染或皮肤激惹等并发症。根据 Daruwalla 及 Price 评定标准,优 3 例,良 2 例。**结论:**弹性髓内钉治疗儿童前臂双骨折是一种很好的方法,但是进行该手术时需严格遵循手术操作规范,把握适应证,同时需要根据具体病例情况,有选择地应用,避免术后出现骨折延迟愈合或不愈合。

**【关键词】** 前臂; 骨折; 骨折固定术,髓内; 儿童; 骨折,不愈合

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2014.07.017

**Delayed union or nonunion of the ulna after intramedullary nailing for pediatric forearm fractures** DU Sheng-hu, YANG Jie, HUANG Xiang-xiang, FENG Yong-zeng, and GUO Xiao-shan. Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325027, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To analyze the causes of delayed union or nonunion of the ulna after intramedullary nailing in pediatric forearm fractures. **Methods:** From February 2005 to February 2010, 5 patients with forearm fractures who were treated with titanium elastic nailing (TEN) were identified to fulfill the criteria of having developed a delayed union or nonunion of the ulna. The causes of delayed union or nonunion were investigated according to mechanism of injury, fracture location, treatments methods and postoperative management. All patients were male and the age was 3 to 14 years old with an average of 9.4 years. All fractures were located on the mid-third part of forearm. Two cases had a re-fracture. Among them, 3 cases caused by high-energy injury and 2 cases by falling down. Open reduction were performed in 4 cases while the other one was treated with closed reduction. Four patients were immobilized in an above-elbow cast, postoperatively. **Results:** All patients were followed up from 7 to 19 months with an average of 11.4 months. There were 4 delayed union and 1 nonunion. Three patients healed after the removal of the nail and avoidance of weight-bearing. Two patients healed by replacing another fixation. No patients had soft-tissue irritation or nail-entry-site infections. The clinical effect was evaluated according to Daruwalla and Price scores with 3 excellent and 2 good of the results. **Conclusions:** Using titanium elastic nailing for the treatment of pediatric both-bone forearm fractures is a good method. However, strict indication selection should be followed to avoid delayed union or nonunion.

**KEYWORDS** Forearm; Fractures; Fracture fixation, intramedullary; Child; Fractures, ununited

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(7):605-608 www.zggszz.com

尺桡骨双骨折是儿童常见的骨折,仅次于桡骨远端骨折及肱骨髁上骨折<sup>[1]</sup>,几乎占儿童骨折的 13%<sup>[2]</sup>。由于儿童骨膜较厚可限制骨折移位,且具有强大的再塑形能力,大多可采用闭合复位、石膏托或小夹板外固定,并取得满意的疗效<sup>[3-4]</sup>。但是对于手法复位后位置仍不满意或者无法维持的,以及开放

性骨折,仍需手术治疗,而弹性髓内钉因其微创、易于拔除等优点,已经成为治疗儿童前臂双骨折的首选,并获得较好的前臂功能。弹性钉治疗儿童前臂骨折出现并发症较少,且大多为钉尾激惹、钉孔处皮肤感染等,一般内固定拔除或口服抗生素等均可治愈,但也曾出现骨延迟愈合及不愈合等严重并发症。其报道多见于国外,国内未见相关的系统报道。

## 1 临床资料

自 2005 年 2 月至 2010 年 2 月,回顾性分析

通讯作者:冯永增 E-mail:fengyongzeng@sina.com

Corresponding author: FENG Yong-zeng E-mail:fengyongzeng@sina.com

性髓内钉治疗闭合性儿童前臂双骨折术后出现骨延迟愈合或不愈合患者 5 例,均为男性;年龄 3~14 岁,平均 9.4 岁。左侧 2 例,右侧 3 例,均累及尺骨。致伤原因:高能量损伤(车祸伤、重物砸伤等)3 例,摔伤 2 例。骨折均累及尺桡骨干中 1/3,其中 2 例患者既往曾有相同部位骨折史。

### 2 治疗方法

**2.1 手术方法** 在 C 形臂 X 线机透视下定位桡骨远端进钉点于桡背侧距桡板 1~2 cm 处,开口器以 30° 进入皮质并通向髓腔,用持钉器插入预弯的弹性钉,顺髓腔逐步推进,并使预弯的弧度推凸侧位于桡侧。在 C 形臂 X 线透视下定位尺骨近端进钉点,做尺骨鹰嘴桡板远端桡背侧切口,距鹰嘴桡板 1.5 cm 进钉并顺髓腔逐步推进,C 形臂 X 线监视下复位骨折端,通过骨折端后继续推进达尺骨小头。弹性钉尾部剪断留置骨外长度约 0.5 cm,略折弯或不折弯留于皮下。对难闭合复位,可在骨折端做一 2~3 cm 小切口辅助复位。本组所有手术在伤后 3 d 内完成,其中 4 例采用切开复位,1 例行闭合复位,弹性钉直径根据患者年龄分别从 2.0~3.0 mm 不等。

**2.2 术后处理** 本组 5 例患者中 4 例术后予屈肘、前臂中立位长臂石膏托外固定 4~6 周,石膏去除后开始肘关节功能锻炼。1 例患者术后未予石膏托外固定处理。

### 3 结果

**3.1 疗效评价标准** 患者前臂功能评价采用 Daruwalla<sup>[5]</sup> 及 Price 等<sup>[6]</sup> 评定标准:优,前臂旋转受限 <15°,可进行体育活动;良,前臂旋转受限 15°~30°,体育活动时轻度受限;可,前臂旋转受限 30°~90°,日常活动稍受限;差:前臂旋转受限 >90°。

**3.2 治疗结果** 本组 5 例患者均获得随访,时间 7~19 个月,平均 11.4 个月。其中 4 例出现骨折延迟愈合,1 例出现骨折不愈合;3 例予单纯取出内固定,避免患肢负重 1 个月,继续保守治疗后达到骨性愈合;1 例术后 4 个月拔除内固定并牢固石膏固定,术后 6 个月 X 线复查时骨折已愈合;1 例骨折不愈合患者,术后 8 个月加用石膏托外固定 2 个月,定期门诊 X 线片复查,术后 17 个月时骨折骨性愈合。根据上述评定标准进行功能评价,优 3 例,良 2 例。所有患者患侧腕关节及肘关节功能无受限,未发生钉道感染或皮肤激惹等并发症。典型病例见图 1~2。

### 4 讨论

**4.1 儿童前臂骨折术后不愈合研究现状** 儿童骨折具有愈合速度快、再塑形能力强的特点,因此和成人不同,儿童尺桡骨骨折内固定治疗的目标不是追求坚强固定及解剖复位,而是为了获得一个相对稳定的固定,以及临床可以接受的功能复位,手术不应该对骨折端的血液供应造成更大的干扰,而弹性髓



**图 1** 患者,男,6 岁,车祸伤致右前臂双骨折 **1a.** 术前正侧位 X 线片示右侧尺桡骨双骨折 **1b.** 术后 2 d 正侧位 X 线片示骨折端对位对线可 **1c.** 术后 3 个月正侧位 X 线片示桡骨愈合良好,尺骨仍可见明显骨折线 **1d.** 术后 6 个月 X 线片示尺桡骨均骨性愈合  
**Fig.1** A 6-year-old boy with a both-bone displaced midshaft fracture of forearm caused by traffic accident **1a.** Preoperative AP and lateral X-ray films showed both-bone fractures of forearm **1b.** AP and lateral X-ray films at 2 days after intramedullary nailing fixation showed a good reduction **1c.** AP and lateral X-ray films at 3 months after intramedullary nailing fixation showed union of the radius, the ulnar fracture line was still clearly visible **1d.** AP and lateral X-rays at 6 months after intramedullary nailing fixation showed union of the ulna and radius



**图 2** 患者,男,3岁,摔倒致右尺桡骨干双骨折 **2a.** 术前正侧位 X 线片示骨折位于尺桡骨干中 1/3 **2b.** 术后 2 d 正侧位 X 线片示骨折端对位对线可 **2c.** 术后 3 个月正侧位 X 线片示桡骨愈合良好,尺骨骨折线仍清晰,少量明显骨痂形成 **2d.** 术后 6 个月正侧位 X 线片尺骨可见“肥大型骨折不愈合” **2e.** 术后 17 个月 X 线片示尺骨骨性愈合

**Fig.2** A 3-year-old boy with a both-bone forearm fractures following a low-energy fall **2a.** Preoperative AP and lateral X-ray films showed fracture was at mid-diaphyseal level **2b.** AP and lateral X-ray films at 2 days after intramedullary nailing fixation showed a good reduction **2c.** AP and lateral X-ray films at 3 months after intramedullary nailing fixation showed union of the radius and a little callus formation at the ulnar fracture site **2d.** AP and lateral X-ray films at 6 months after intramedullary nailing fixation showed fat-nonunion the ulna **2e.** AP and lateral X-ray films at 17 months after intramedullary nailing fixation showed union of the ulna

内钉正好满足这些条件。但是随着弹性钉的广泛使用,骨折延迟愈合及不愈合等并发症出现的概率也明显增高。既往国外学者报道发生率 0.3%~3%<sup>[7-9]</sup>,但最新文献报道其发生率可高达 7%,且较多累及尺骨<sup>[10]</sup>。国内文献偶有提及<sup>[11]</sup>,但尚未见关于采用弹性髓内钉治疗前臂双骨折后出现骨折延迟愈合及不愈合病例的系统报道。

**4.2 骨折特点对骨折愈合影响** 前臂双骨折多为摔倒时手掌撑地间接暴力引起,但部分也可因直接暴力所致。本组中有 3 例患者是因为车祸伤或重物砸伤等高能量损伤引起,由于过大的暴力直接损伤前臂,可造成皮肤、筋膜、肌肉及骨膜等软组织广泛挫裂伤,导致尺桡骨血供严重障碍。另外,相对于桡骨有较多肌肉包绕,尺骨位置较浅表,在暴力下更容易出现粉碎性骨折及完全分离移位。最终在临床上表现为桡骨愈合良好,而尺骨则发生骨折不愈合或延迟愈合。

Schmittenebecher 等<sup>[8]</sup>报道了 7 例尺骨骨折延迟愈合。Ogonda 等<sup>[7]</sup>报道了 2 例尺骨延迟愈合及 1 例不愈合,均位于中 1/3 部位。本组报道的所有病例,均累及尺骨中 1/3 部分,可能与尺骨的解剖关系有关。Wright 等<sup>[12]</sup>称此区为“分水岭区”,因为在这一部位,尺骨的血供主要来自前臂骨间膜血管的分支,而开放骨折或切开操作均可能将其损伤,从而引起骨折的延迟愈合或不愈合。另外,前臂在旋转过程中所

产生的扭转应力,随着尺桡骨前移运动幅度增加而不断增大,使两折端的剪力加大,这也可能是这一区域更易发生不愈合或延迟愈合。

另外,本组 2 例患者既往曾有相同部位骨折史,予保守治疗后骨折愈合。后因再次外伤致相同部位的骨折,手法复位失败后入院手术治疗,结果 2 例患者术后均出现尺骨延迟愈合。国外学者<sup>[8]</sup>也发现了这个现象,他们认为初次骨折后已经在一定程度上破坏了局部的血供,这也为再次骨折后埋下了不愈合或延迟愈合的隐患。

**4.3 手术方式及术后处理对骨折愈合影响** 通常对于儿童前臂双骨折,笔者一般选择桡骨逆行、尺骨顺行的进钉方式。桡骨髓内钉是从远端逆行插入的,由于近端髓腔大于远端髓腔,这种逆行插入的引导力可在一定程度上对骨折端产生加压作用,促进了桡骨骨折的愈合。与之相反,当预弯的弹性钉从尺骨鹰嘴顺行往远端插入时,由于近端髓腔较大于远端髓腔,当钉尖到达骨折远端时,因为弯曲的钉尖顶端相对较硬,在插入过程中可遇到较大的阻力,使骨折部位产生分离,从而增加尺骨延迟愈合及不愈合的风险。另外,在髓内钉大小的选择上,文献中认为髓内钉的粗细选择应该以髓腔最狭窄部位直径的 40% 为依据<sup>[13]</sup>。也有学者<sup>[14]</sup>认为最佳的直径应达到髓腔最狭窄部的 60%。固然髓内钉越粗,固定骨折端的力量越大,但是相对也会增加进钉的难度。本组中 3 例

患者选择的髓内钉直径均大于文献中所建议的比值,过粗的髓内钉在通过狭窄的尺骨远端髓腔时,会遇到更大的阻力,这也可能加重骨折端分离,从而成为骨折延迟愈合或不愈合的潜在危险因素。因此在治疗儿童前臂骨折的过程中,当插入尺骨髓内钉时,笔者应选择直径较细的髓内钉,并且髓内钉预弯不应超过 10°,当髓内钉越过骨折线插入骨折远端,最好用复位钳夹住远近骨折端,以免引起骨折端分离。亦有学者建议尺骨也可采用逆行髓内钉插入,从而对骨折端产生加压作用<sup>[7]</sup>。

Lobo-Escolar 等<sup>[9]</sup>进行的一项关于骨折延迟愈合的相关因素研究中证实,切开复位是引起骨折不愈合的最关键的因素。部分或完全切开复位,会损伤骨折部位骨膜血供,并导致骨折断端血肿丧失,影响骨折血肿机化及纤维骨痂形成,也是最终造成骨折延迟愈合及不愈合的一个重要原因。本组有 4 例采用部分切开复位,对最终骨折正常愈合产生了较大的影响。

弹性髓内钉技术是通过平衡两个相对柔韧植入物的力达到纠正骨折移位的效果。其中钉与骨皮质 3 点接触是骨折稳定的基础,弹性髓内钉预弯以达到 3 点固定,而且预弯的弹性髓内钉植入髓腔,使得骨间膜紧张,有助于骨折端的稳定。弹性髓内钉允许断端有微动,以此来刺激骨痂形成,但是过早的微动不利于初始骨痂形成。因此笔者建议待复查见有骨痂形成时再去除石膏,一般时间为 2~4 周,且应注意患肢肿胀消退后石膏的松紧度。本组中 2 例患者术后未予确切石膏外固定,最终导致骨折端不稳定而影响骨折正常愈合。

总之,尺骨骨折延迟愈合或不愈合是一种比较少见但后果较严重的并发症,其原因除与其自身的解剖学特征有关外,还可能与损伤程度、骨折部位、髓内钉的运用、术后处理等多方面因素有关。随着儿童前臂骨折的日益增多,更应该根据患者的具体情况,有选择地应用,严格掌握弹性钉手术适应证,按照其操作规范进行手术,从而尽量避免发生此种并发症。目前国内已有学者建议予桡骨单根髓内钉固定治疗儿童前臂双骨折<sup>[15]</sup>,并取得较好疗效,未出现类似并发症,这也不失为降低术后尺骨骨折延迟愈合或不愈合风险的好方法。

参考文献

[1] Myers GJ, Gibbons PJ, Glithero PR. Nancy nailing of diaphyseal forearm fractures. Single bone fixation for fractures of both bones

[J]. J Bone Joint Surg Br, 2004, 86(4): 581-584.

[2] Benson MK, Fixsen JA, Macnicol MF, et al. Children's orthopaedics & fractures[M]. 2nd Edition. Churchill Livingstone, 2002: 609-632.

[3] 邹冬保. 手法整复尺桡骨骨干双骨折的治疗体会[J]. 中国骨伤, 2007, 20(7): 498-499.

Zou DB. Experience on manipulative reduction ulnar and radial shaft fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2007, 20(7): 498-499. Chinese.

[4] 王朝, 潘会琴, 梁兴森, 等. 小夹板改良外固定治疗小儿前臂双骨折的临床观察[J]. 中国骨伤, 2010, 23(8): 624-625.

Wen C, Pan HQ, Liang XS, et al. Clinical observation on the modified external fixation with splints for double fractures of forearm in children[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(8): 624-625. Chinese with abstract in English.

[5] Daruwalla J. A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children[J]. Clin Orthop Relat Res, 1979, (139): 114-120

[6] Price CT, Scott DS, Kurzner ME, et al. Malunited forearm fractures in children[J]. J Pediatr Orthop, 1990, 10(6): 705-712.

[7] Ogonda L, Wong-Chung J, Wray R, et al. Delayed union and non-union of the ulna following intramedullary nailing in children[J]. J Pediatr Orthop B, 2004, 13(5): 330-333.

[8] Schmittenebecher PP, Fitze G, Gödeke J, et al. Delayed healing of forearm shaft fractures in children after intramedullary nailing[J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(3): 303-306.

[9] Lobo-Escolar A, Roche A, Bregante J, et al. Delayed union in pediatric forearm fractures[J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(1): 54-57.

[10] Ho CA, Jarvis DL, Phelps JR, et al. Delayed union in internal fixation of pediatric both-bone forearm fractures[J]. J Pediatr Orthop B, 2013, 22(4): 383-387.

[11] 徐璐杰, 朱建. 儿童长骨骨折弹性髓内钉治疗后骨延迟愈合及不愈合[J]. 中华小儿外科杂志, 2012, 33(1): 38-41.

Xu LJ, Zhu J. Delayed union and nonunion of long bone shaft fractures in children after elastic stable intramedullary nailing [J]. Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2012, 33(1): 38-41. Chinese.

[12] Wright TW, Glowczewskie F. Vascular anatomy of the ulna[J]. J Hand Surg Am, 1998, 23(5): 800-804.

[13] Hunter JB. The principles of elastic stable intramedullary nailing in children[J]. Injury, 2005, 36(suppl 1): A20-24.

[14] Slongo TF. Complications and failures of the ESIN technique[J]. Injury, 2005, 36 (Suppl 1): A78-85.

[15] 冯永增, 郭晓山, 张敬东, 等. 单根与双根弹性髓内钉治疗学龄期儿童尺桡骨双骨折的对比研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2010, 31(7): 514-518.

Feng YZ, Guo XS, Zhang JD, et al. Comparison of single to double elastic stable intramedullary nailing for treating both-bone forearm fractures in school-age children[J]. Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2010, 31(7): 514-518. Chinese.

(收稿日期: 2013-10-22 本文编辑: 李宜)