

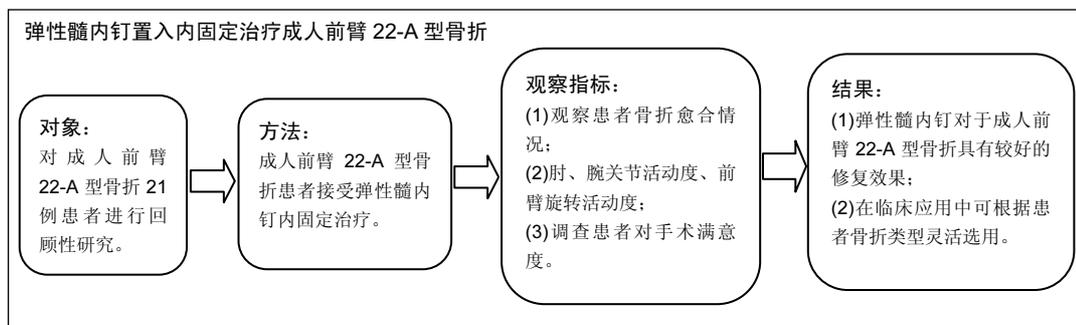
# 弹性髓内钉治疗成人前臂22-A型骨折

陈浩<sup>1</sup>, 李敏英<sup>2</sup>, 潘俊曦<sup>1</sup>, 李绍烁<sup>1</sup>, 万鹭超<sup>1</sup>, 孙汉桥<sup>1</sup>, 赵京涛<sup>2</sup> (广州中医药大学, <sup>1</sup>第一临床医学院研究生, <sup>2</sup>第一附属医院, 广东省广州市 510006)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0162

ORCID: 0000-0002-8761-8748(陈浩)

文章快速阅读:



陈浩, 男, 1991 年生, 湖北省恩施市人, 土家族, 在读硕士, 医师, 主要从事中西医结合治疗骨与关节损伤方面的研究。

通讯作者: 赵京涛, 副教授, 广州中医药大学第一附属医院, 广东省广州市 510006

中图分类号:R318

文献标识码:A

稿件接受: 2017-11-12



## 文题释义:

**弹性髓内钉:** 是基于长骨干骨折治疗过程中使用髓内钉经过演化、改进而来, 为钛合金带有特殊弯头的金属圆条, 具有一定弹性。弹性钉起源于法国, 现在弹性髓内钉技术对于儿童骨干骨折的治疗在全世界不断普及。

**22-A 型骨折:** 骨折的分类有很多种, 到目前为止 Muller AO 骨折分类法是流传最广的骨折分类法, 其根据骨折的部位、骨折的类型, 以及骨折的形态学特点来对全身各部位骨折进行分类。22-A 型骨折, 其中第 1 个 2 代表桡骨/尺骨, 第 2 个 2 代表骨干, A 代表简单骨折。

## 摘要

**背景:** 弹性髓内钉在儿童骨干骨折治疗中不断普及, 少有弹性髓内钉治疗成人骨折的研究。

**目的:** 探讨弹性髓内钉对成人前臂 22-A 型骨折的修复效果。

**方法:** 选择 2015 年 1 月至 2016 年 4 月广州中医药大学第一附属医院收治的成人前臂 22-A 型骨折患者, 接受手法复位弹性髓内钉固定治疗共 21 例, 35 处骨折, 随访时间 12-18 个月。术后定期拍摄 X 射线片并指导患者早期进行前臂功能康复训练。采用 Anderson 法评估前臂骨折后患者肢体功能, 记录骨折愈合情况、肘、腕关节活动度、前臂旋转活动度, 调查患者对于手术满意度, 分为满意, 一般满意, 不满意 3 个等级, 并记录原因。

**结果与结论:** ①21 例患者中 Anderson 功能评分优 16 例, 占 76%; 满意 3 例, 占 14%; 2 例不满意, 占 10%; ②腕关节活动度由术前平均(172±4)°提高至末次随访(181±3)°, 肘关节活动度由术前平均(102±18)°提高至(124±13)°, 前臂旋转活动度由术前平均(84±11)°提高至(155±13)°, 差异均有显著性意义(P < 0.05); ③在 21 例随访患者中 13 例对手术效果满意, 5 例一般满意, 2 例患者因出现肢体功能受限、1 例因为钉尾刺激对手术效果不满意, 不满意率为 14%; ④结果提示, 弹性髓内钉修复成人前臂 22-A 型骨折效果肯定, 临床应用可根据患者骨折类型灵活选用。

## 关键词:

骨科植入物; 22-A 型骨折; 成人骨折; 弹性髓内钉

## 主题词:

尺骨骨折; 桡骨骨折; 骨钉; 内固定器; 组织工程

## Elastic intramedullary nail for treating 22-A fracture in the forearm of adults

Chen Hao<sup>1</sup>, Li Min-ying<sup>2</sup>, Pan Jun-xi<sup>1</sup>, Li Shao-shuo<sup>1</sup>, Wan Lu-chao<sup>1</sup>, Sun Han-qiao<sup>1</sup>, Zhao Jing-tao<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Postgraduate of First School of Clinical Medicine, <sup>2</sup>First Affiliated Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, Guangdong Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** Elastic intramedullary nail is commonly used in the treatment of fractures of children, but few studies concern the elastic intramedullary nail for treating fractures in adults.

**OBJECTIVE:** To investigate the repair effect of elastic intramedullary nail in the treatment of 22-A fracture in forearm of adults.

**METHODS:** From January 2015 to April 2016, a total of 21 adult patients with the 22-A fracture (35 fractures) were treated with manipulative reduction and elastic intramedullary nail fixation in the First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine. The follow-up time was 12-18 months. Radiographs were taken and

Chen Hao, Master candidate, Physician, Postgraduate of First School of Clinical Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, Guangdong Province, China

Corresponding author: Zhao Jing-tao, Associate professor, First Affiliated Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, Guangdong Province, China

the guidance of the limb function training was given at regular intervals. The Anderson scoring system was used to evaluate the patients' forearm limb function. Fracture healing, elbow, wrist joint activity and forearm rotation were recorded. The satisfactory questionnaires were recorded. The patients were divided into three grades as satisfaction, general satisfaction and dissatisfaction; simultaneously, reasons were recorded.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) The Anderson scoring was satisfactory in 16 cases accounted for 76%, general satisfaction in 3 cases accounted for 14%, dissatisfaction in 2 cases accounted for 10%. (2) Wrist joint activity increased from  $(172\pm 4)^\circ$  before the operation to  $(181\pm 3)^\circ$  at the end of the follow-up. Elbow joint activity increased from  $(102\pm 18)^\circ$  before the operation to  $(124\pm 13)^\circ$  at the end of the follow-up. Forearm rotation activity increased from  $(84\pm 11)^\circ$  before the operation to  $(155\pm 13)^\circ$  at the end of the follow-up ( $P < 0.05$ ). (3) In the follow-up of the 21 patients, 13 patients were satisfied with the result of surgery; 5 patients were generally satisfied; 2 patients were dissatisfied because the limited limb functions; and 1 patient was dissatisfied because of the nail irritability; the dissatisfaction rate accounted for 14%. (4) Elastic intramedullary nail can obtain affirmative effect in the treatment of adult 22-A fracture of the forearm; and clinical application should be based on the type of fracture.

**Subject headings:** Ulna Fractures; Radius Fractures; Bone Nails; Internal Fixators; Tissue Engineering

## 0 引言 Introduction

成人前臂骨折占有所有骨折的10%–14%<sup>[1]</sup>, 是临床上常见的骨折之一, 常由于打击、碰撞等直接暴力或跌倒、扭挫等间接暴力引起。前臂由尺骨、桡骨及肘、腕关节组成, 尺桡骨使上肢具有一定长度, 两者之间的解剖关系对于腕、肘关节功能的发挥具有重要作用, 骨折后恢复其长度、力线, 使前臂得以早期功能锻炼以恢复旋转功能是个至关重要的问题。前臂骨折后常有闭合复位外固定、切开复位钢板螺钉内固定等治疗方法, 闭合复位外固定治疗前臂骨折因复位后位置难以维持、制动时间长, 愈合情况常不理想; 钢板螺钉内固定虽在骨折断端获得稳定的固定, 但手术操作创伤大, 易损伤血管、神经, 广泛剥离骨膜, 导致骨畸形愈合、延迟愈合或不愈合。弹性髓内钉技术具有创伤小、术后并发症少、允许早期活动、愈合快的特点已广泛用于儿童骨干骨折治疗中<sup>[2-8]</sup>, 是儿童骨干骨折首选治疗方式<sup>[9-10]</sup>, 目前成人前臂骨折治疗中常选用切开复位钢板螺钉固定, 少有弹性髓内钉治疗成人前臂骨折的文献报道。

作者在临床实践中发现, 对于成人22-A型骨折, 弹性髓内钉治疗能够提供相对稳定的固定, 有效保护骨折断端愈合的微环境, 符合骨折治疗的BO理念, 且具有手术创伤小、术中失血少、住院时间短等优点, 在临床应用中可根据患者骨折类型灵活选用。文章通过随访分析成人前臂22-A型骨折弹性髓内钉治疗的患者资料, 分享经验教训, 期待进一步指导临床。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 于2015年1月至2016年4月在广州中医药大学第一附属医院一骨科完成。

1.3 材料 文中所使用的弹性髓内钉由AO公司提供, 弹性髓内钉为钛合金带有特殊弯头的金属圆条, 具有一定弹性, 其材质为钛合金, 具有较好的耐腐蚀性及组织相容性, 在人体不会被腐蚀且不会产生毒副作用。其固定原理是从干骺端插入弹性髓内钉, 利用钛合金良好的弹性恢复力作用于骨, 通过髓腔的3个接触点转换成推力和压力, 从而使骨折复位, 另一方面提供抗弯曲稳定性, 轴向稳定性, 横

向稳定性和抗旋转稳定性, 弹性钉内固定提供相对稳定的固定, 符合骨折固定的生物力学原则。

### 1.4 对象

1.4.1 纳入标准 为增加比较的客观性, 根据手术及随访的要求设立纳入标准: ①患者年龄 $\geq 18$ 岁; ②各种原因导致前臂22-A型骨折(按AO Muller骨折分类原则)即尺、桡骨干简单骨折, 包括螺旋骨折、斜行骨折、横行骨折, 排除楔形骨折(存在3个以上骨折块, 复位后主要骨折块之间有接触)和复杂骨折(存在3个以上骨折块, 复位后主要骨折块之间无接触)<sup>[11]</sup>; ③无前臂骨筋膜室综合征; ④弹性髓内钉由AO公司提供; ⑤治疗过程均在本院; ⑥随访时间在12个月以上。

1.4.2 排除标准 ①前臂近端或远端骨折或者骨折类型为楔形或复杂骨折的患者; ②病理性骨折的患者; ③合并前臂筋膜间室综合征的患者; ④合并上尺桡关节、下尺桡关节脱位的患者; ⑤合并重要血管神经损伤需切开进一步处理的患者。

1.4.3 病历资料 选择2015年1月至2016年4月广州中医药大学第一附属医院收治的成人前臂22-A型骨折接受手法复位弹性髓内钉固定患者共27例, 在随访过程中6例患者失访, 最终共21例患者完成随访, 共35处骨折。致伤原因: 交通事故9例, 摔伤8例, 打击伤2例, 机器挤压伤2例; 尺、桡骨干双骨折14例, 尺骨干骨折3例, 桡骨干骨折4例; 21例中开放性骨折2例; 发生在右侧骨折共12例, 左侧9例; 男13例, 女8例; 平均年龄34.5岁(18–56岁); 随访时间12–18个月, 平均14个月。

### 1.5 方法

1.5.1 围手术期处理 患者入院后进行仔细体格检查和影像学评估, 重点评估患者前臂畸形情况、软组织损伤程度、骨折分型、腕、肘关节活动度、前臂旋转活动度等。处理皮肤软组织挫裂伤, 对患肢行石膏外固定。完成各项术前常规检查, 积极预防骨折并发症, 对于有合并症患者, 请相关科室会诊协助进行系统专科治疗。软组织条件改善后择期行手术治疗, 术前、术后预防性应用抗生素。术后早期前臂悬吊, 术后1周可使用掌托或石膏固定来减少疼痛, 早期活动手指以及肘、腕关节屈伸锻炼, 4–6周后逐步进行前臂旋转练习。

1.5.2 修复手术方法 臂丛阻滞麻醉满意后,患者取仰卧位,常规消毒铺巾,手法复位骨折端,C臂机透视骨折端对位对线满意后,将弹性钉预弯,预弯弧度为髓腔直径3倍,弧弓的顶点应位于骨折区域。

**固定桡骨:**在桡骨远端Lister结节外侧作一长约1 cm切口,避开桡神经浅支,插入开口器,扩口,弹性钉逐渐倾斜45°穿入,逆行推进,C臂机监视下确认弹性钉位于髓腔内且穿过骨折线,继续推进达桡骨小头。

**固定尺骨:**取尺骨轴线与尺骨鹰嘴后方皮质交点处,作一长约1 cm切口,开口器扩口,进钉并顺髓腔逐步推进,C臂机监视下确认弹性钉位于髓腔内且穿过骨折线后继续推进达尺骨小头。

调整弹性钉的位置使其顶端相向而立。钉尾适度折弯、剪断,埋于皮下组织,冲洗缝合包扎切口。操作中数次闭合复位仍未成功的患者,可在骨折端做一约2 cm的小切口辅助复位。以上操作均由本院创伤骨科经验丰富的副主任及以上职称医师完成。

1.6 主要观察指标 术后2周及1, 3, 6, 12个月门诊复查,重点评估患者骨折愈合情况、有无感染、脱位、固定松动等问题,指导患者肢体功能康复训练,以后根据患者情况3个月或6个月随访1次。

采用前臂骨折后功能评价标准Anderson法评估患者肢体功能<sup>[12]</sup>:优:骨折愈合,丢失肘及腕关节活动度分别<10°,丢失前臂旋转活动<25%;满意:骨折愈合,丢失肘及腕关节活动度分别<20°,丢失前臂旋转活动<50%;不满意:骨折愈合,丢失肘及腕关节活动度分别>30°,丢失前臂旋转活动>50%;差:骨折不愈合或畸形愈合,慢性骨感染。

调查患者手术满意度,分为满意,一般满意,不满意3个等级,并记录原因。

1.7 统计学分析 采用SPSS 22.0软件进行统计学分析,数据均采用 $\bar{x}\pm s$ 表示。对术前和末次随访时肘、腕关节活动度、前臂旋转活动度采用配对样本 $t$ 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入成人前臂22-A型骨折接受手法复位弹性髓内钉固定患者27例,在随访过程中3例患者拒绝随访,2例患者失访,1例患者因脑血管疾病无法完成随访,最终21例患者完成随访,共35处骨折。试验流程图见图1。

2.2 一般结果 本组21例患者手术时间 20-60 min,平均40 min;术中出血量 7-50 mL,平均20 mL;临床愈合时间8-24周,平均15周。21例患者中Anderson功能评分优16例,占76%;满意3例,占14%;2例不满意,占10%。

末次随访患者腕关节活动度、肘关节活动度及前臂旋转活动度均显著提高,差异有显著性意义( $P < 0.05$ ),见表1。

21例患者中13例对手术效果满意,5例患者一般满意,2例患者因肢体功能受限、1例因为钉尾激惹对手术效果不满意,不满意率为14%。

2.3 不满意结果 2例因肢体功能受限术后不满意患者均为尺桡骨干双骨折,接受弹性髓内钉固定治疗后,1例患者因惧痛拒绝早期手部、腕、肘屈伸锻炼,术后15周仍未开始行前臂旋转练习;术后3个月复查前臂正侧位片示骨折端对位对线良好,已有连续骨痂连接,腕关节活动度为110°,肘关节活动度为90°,前臂旋转活动度为60°;术后6个月X射线片示骨折断端由编织骨连接;术后12个月X射线片示骨折线消失,塑性良好;末次随访腕关节活动度为135°,肘关节活动度为90°,前臂旋转活动度为80°。另一例为尺桡骨干开放性骨折合并尺神经、正中神经损伤患者,入院时患者前臂掌背侧各有一约10 cm伤口,部分肌肉缺如,软组织损伤严重,清创缝合并VSD覆盖2次,患者伤口组织细菌培养未见明显异常,于第3次清创缝合时行手法复位并弹性钉内固定,1周后再次清创缝合完全闭合伤口并行石膏外固定术;术后6个月片显示骨折端对位对线良好,已有连续骨痂连接;术后12个月示骨折断端由编织骨连接,末次随访腕关节活动度为120°,肘关节活动度为70°,前臂旋转活动度为60°,遗留第4, 5指麻木,屈伸功能障碍。

1例患者出现钉尾激惹,骨折愈合后取出弹性钉症状缓解。

2.4 典型病例 男性患者,20岁,因外伤致左尺桡骨干双骨折入院,入院时腕关节活动度约150°,肘关节活动度约105°,前臂旋转活动度约75°,患者既往无其他外伤史及其他内科系统疾病史,排除手术禁忌证后,行左尺桡骨骨折闭合复位弹性髓内钉固定治疗,术后石膏固定1周以减少术口疼痛,并指导患者早期活动手指以及肘、腕关节屈伸锻炼,4-6周后逐步行前臂旋转练习。

术后6个月复查X射线检查示骨折端大量骨痂生长,塑性良好,骨折线基本消失;术后8个月取出弹性钉后复查X射线检查示骨折已愈合,骨痂进一步塑性;腕关节活动度提高至185°,肘关节活动度提高至140°,前臂旋转活动度提高至160°,患者肢体功能基本不受影响,患者对此次治疗满意,见图2。

## 3 讨论 Discussion

前臂由尺桡骨组成,在上肢功能中占有重要地位,主司旋转运动,可以看作是桡骨和手围绕尺骨旋转,旋前约70°左右,旋后80°-90°,极大地扩展了手的功能<sup>[13-14]</sup>。因此尺桡骨骨折的处理原则除遵循一般骨折处理原则外,应按关节内骨折的治疗原则处理<sup>[15]</sup>,以最大限度恢复前臂的功能。对于成人尺、桡骨干骨折,在内固定物出现前,闭合复位外固定是主要治疗方法,对于一些移位不显著的稳定的骨折可获得较好疗效,但对于移位显著或不稳定的骨折其治疗结果不理想,除方法本身所固有的弊病外,与前臂功能认识不深,

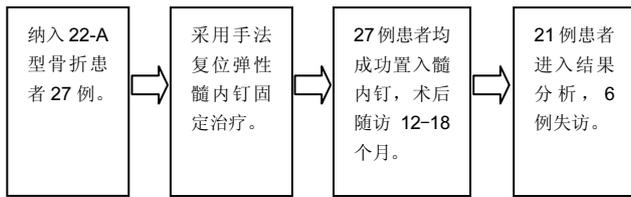


图 1 试验流程图  
Figure 1 Flow chart of the experiment

表 1 患者术前及末次随访腕关节、肘关节、前臂旋转活动度比较 ( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )

Table 1 Elbow, wrist joint activity and forearm rotation before operation and at the final follow up

项目	术前	末次随访	t 值	P 值
腕关节活动度	172±4	181±3	12.495	< 0.05
肘关节活动度	102±18	124±13	6.276	< 0.05
前臂旋转活动度	84±11	155±13	45.789	< 0.05



图 2 男性 29 岁左侧尺桡骨干双骨折患者闭合复位弹性髓内钉固定治疗后尺桡骨正侧位片  
Figure 2 Anteroposterior and lateral radiographs of ulna and radius of a 29-year-old male patient with left ulnar and radial fractures after closed reduction and elastic intramedullary nail fixation  
图注: 图 A 为术后复查; B 为术后 6 个月复查; C 为术后 8 个月取钉后复查。

可接受整复标准过低也有密切关系,特别是对尺、桡骨成角畸形、旋转畸形的忽视<sup>[16-20]</sup>。因此目前主流治疗方法为切开复位内固定,愈合率可达90%以上<sup>[21-24]</sup>。

1982年法国Metaizeau、Nancy等发明了弹性髓内钉,并应用于儿童股骨干骨折的治疗,随后逐渐用于儿童骨干骨折的治疗。近年来,弹性髓内钉固定已经成为国际上儿童骨干骨折主流的治疗方法,在弹性钉治疗中能闭合复位、微创、损伤小,治疗后软组织恢复快,给早期锻炼和康复创造了有利条件<sup>[25-28]</sup>。国内外学者因此对弹性钉固定作了大量的研究<sup>[29-33]</sup>,如Aksoy等<sup>[34]</sup>同加压钢板作比较研究,Flynn等<sup>[35]</sup>同传统的牵引及石膏外固定作比较研究等,均认为弹性钉固定治疗有住院时间短、负重早、骨折愈合快等优点。然而目前少有弹性髓内钉应用于成人前臂骨折的治疗中<sup>[36]</sup>,亦少有弹性髓内钉治疗前臂骨折的文献报道,本院在临床实践中发现,对于成人22-A型骨折,弹性髓内钉治疗不仅能够提供相对稳定的固定,促进骨折愈合,而且患者能够早期功能锻炼,获得良好的前臂功能,临床上有很大应用前景。

弹性髓内钉是一种由钛合金制作、带有镰刀状弯头的内固定器械,其设计原理符合生物力学的特点。弹性钉在髓腔内形成3个支撑点,即上下两端锚定点及凸面顶点,提供了轴向稳定性、横向稳定性、抗旋转稳定性、抗弯曲稳定性这4项生物力学稳定性,通过三点支撑的原理使骨折端获得固定<sup>[37-38]</sup>,同时基于环形的肌肉包绕以及被预压弹性钉的恢复力,两者相互平衡使得骨折端恢复到解剖位置<sup>[39-40]</sup>。在本研究中,基于弹性钉生物力学的特点,在成人前臂22-A型骨折治疗中,一方面弹性钉为骨折断端提供了相对稳定的固定,同时使骨折端保留一定的肌肉纵向压力,在骨折

端起到加压的作用,增加骨折断端的稳定性;另一方面,弹性钉的恢复力,使骨折断端产生微动,增加应力刺激,加速骨折愈合。

在本研究中,作者发现对于成人22-A型骨折,弹性钉内固定手术切口小,仅为尺、桡骨2个约1 cm术口,位置较隐蔽,开口处无重要神经、血管、肌腱,必要时可增加骨折断端切口以辅助复位;术中出血少,平均20 mL左右,软组织损伤少,避免了传统切开复位钢板内固定术对骨膜及软组织广泛剥离,创伤大,增加了切口感染、骨髓炎、骨不连、骨间膜钙化等风险;同时手术时间短,平均40 min,缩短了手术时间。作者也发现对于成人22-A型骨折,弹性钉内固定给骨折断端提供了稳定的微环境,术后患者可早期进行有效的功能锻炼,有利于肘、腕关节功能恢复,并逐步恢复前臂旋转功能,改善了组织修复的质量,避免了长时间外固定引起的肌肉萎缩、关节僵硬等并发症。弹性钉操作简单,切口美观,利于患者早期功能锻炼,取出简单,对于低年资临床医师无技术障碍,手术风险较小,利于临床推广应用<sup>[41-50]</sup>。

通过本研究,作者认为如果弹性钉预弯弧度较小,弹性钉与骨内面接触太少或者弹性钉弧顶未顶住髓腔表面,弹性钉固定很容易失去生物力学稳定性。骨折越不稳定,越须增加内支撑,通过预弯弹性钉,使其与骨内侧面接触增大,同时周围的肌群包绕形成对骨折断端纵向压力,两者共同维持骨折断端位置;如果选取弹性钉太细,在髓腔内不能牢固把持,不足以抵抗骨折断端剪切力,易造成骨折断端再次移位,极有可能发生畸形愈合、延迟愈合甚至不愈合。因此在弹性钉内固定术中至关重要的点是选取粗细合适的髓内钉以及适当预弯,才能充分发挥弹性钉的弹动

力学潜能。

在本文中弹性钉在治疗成人22-A型骨折取得较理想的治疗效果,但不表明对于前臂其他类型的骨折也适用,对于22-B型骨折,骨折块存在3个以上,手法闭合复位后,尽管弹性钉能稳定骨折远近端,但很难固定楔形骨折块,在早期功能锻炼中造成楔形骨折块再移位,有异位骨化、骨不连等并发症的风险;对于22-C型骨折,骨折线复杂,骨折断端极不稳定,闭合手法复位很难做到解剖复位,无论是螺旋型、多节端型还是不规则型骨折,复位后弹性钉均不能提供稳定的固定,造成骨折复位丢失,不利于骨折断端修复;对于21或23型骨折,无论是关节内骨折还是关节外骨折,由于骨折线距离进针点近甚至弹性钉不能达到骨折线,弹性钉三点支撑的生物力学特点决定了其不能稳定骨折断端,亦不适用。因此,结合弹性钉的发展历史、生物力学特性以及优缺点,在成人前臂骨折中,作者认为弹性髓内钉治疗22-A型骨折的推广意义大,特别是对于贫困地区、基层医院、低年资临床医师有重要推广意义。

当然本文也存在一些不足,样本含量较少,缺乏长期大样本的评估;其次未设置对照组,缺乏其他治疗方法临床疗效和并发症的比较。对于弹性钉治疗成人骨折的认识是一个不断变化的过程,目前对其适应证的把握和相关操作可能存在一定差异,导致临床结果不尽相同。

综上所述,弹性钉治疗成人22-A型骨折随访效果满意,正确的适应证选择和良好的手术技术是取得满意修复效果的基础,在临床治疗过程中,应结合患者实际情况灵活选用。

**致谢:** 感谢各位作者在本研究中做出的贡献。

**作者贡献:** 陈浩提出研究思路并总结成文,李敏英、潘俊曦、李绍烁、万莺超、孙汉桥进行资料收集及科研讨论,赵京涛进行课题指导。

**经费支持:** 该文章没有接受任何经费支持。

**利益冲突:** 所有作者声明在课题研究和文章撰写过程,不存在利益冲突。

**伦理问题:** 临床试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和医院对人体研究的相关伦理要求。文章的撰写与编辑修改后文章遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南)。参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,均对试验过程完全知情同意,在充分了解本治疗方案的前提下签署“知情同意书”。

**文章查重:** 文章出版前已经过CNKI反剽窃文献检测系统进行3次查重。

**文章外审:** 文章经国内小同行外审专家双盲外审,符合本刊发稿宗旨。

**作者声明:** 第一作者陈浩对于研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享3.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该

文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

#### 4 参考文献 References

- [1] Puedi TP. 骨折治疗的AO原则[M].2版.上海:上海科学出版社,2014:481.
- [2] Brooker B, Harries PC, Donnan LT, et al. Rupture of the extensor pollicis longus tendon following dorsal entry flexible nailing of radial shaft fractures in children. J Child Orthop. 2014;8(4):353-357.
- [3] 马一平,胡成挺,陈林,等.克氏针辅助复位弹性钉治疗儿童严重移位尺桡骨骨折[J].中国矫形外科杂志,2015,23(10):956-958.
- [4] 蓝芳,林伟龙.AO钛制弹性髓内钉治疗儿童前臂不稳定性尺桡骨双骨折[J].中国中医骨伤科杂志,2015,23(9):49-50.
- [5] 张鑫,罗聪,李明,等.弹性髓内钉与钢板治疗儿童尺桡骨双骨折的疗效比较[J].中华创伤杂志,2015,31(2):139-142.
- [6] 陈洪娇,彭磊,程少文.单根弹性髓内钉治疗儿童尺桡骨双骨折的疗效分析[J].哈尔滨医科大学学报,2014,48(5):425-427.
- [7] 韩赛平,郑许飞,李维,等.钛制弹性髓内钉治疗儿童前臂骨折的临床观察[J].创伤外科杂志,2017,19(1):43-45.
- [8] 王庆雷.弹性钉与钢板内固定治疗儿童前臂双骨折的效果观察[J].中国实用医药,2015,10(15):92-93.
- [9] 周连军,孙建华,刘爱春.儿童四肢长骨干闭合骨折不同治疗方法的疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2013,5(28):428.
- [10] 刘国庆,王文己,时红萍,等.弹性髓内钉与钢板内固定修复前臂骨折疗效与安全性的Meta分析[J].中国组织工程研究,2014,18(26):4248-4253.
- [11] Puedi TP. 骨折治疗的AO原则[M].2版.上海:上海科学出版社,2014:55-62.
- [12] Anderson LD, Sick D, Tooms RE, et al. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J Bone Joint Surg Am. 1975;57(3):287-297.
- [13] 白晓东,张韶峰.前臂旋转功能障碍的解剖研究及其临床应用[J].中国临床康复,2006,28(7):138.
- [14] 赵洪,瞿玉兴,郑祖根.桡骨弓尺骨弓与前臂旋转功能的实验研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2007,22(1):28.
- [15] 尚天裕,吴之庆,方先之.应该怎样处理桡尺骨干双骨折[J].天津医药杂志,1959,1(5):346.
- [16] 王亦璁,姜保国.骨与关节损伤[M].5版.北京:人民卫生出版社,2011:867-869.
- [17] 马晓春.不同治疗方法对尺桡骨干双骨折前臂功能的影响研究[J].临床医学工程,2012,19(5):738-739.
- [18] 何方,李国庆,叶方全.尺桡骨骨干双骨折内固定术后前臂旋转功能障碍[J].中国骨伤,2004,17(4):19-20.
- [19] 刘晓化,赵延君,姜军,等.治疗前臂骨折畸形愈合致旋转功能障碍的体会[J].中国伤残医学,2013,21(6):117-118.
- [20] 常树松,王玉兰,王红,等.尺桡骨骨折术后前臂旋转功能障碍预防的疗效回顾性分析[J].齐齐哈尔医学院学报,2010,31(4):559.
- [21] 林成君,刘磊,杜学刚,等.前臂双骨折内固定方法的比较研究[J].骨与关节损伤杂志,1991,6(3):145.
- [22] 韩久卉,冯文岭,张英泽,等.内固定治疗前臂骨折疗效观察[J].河北中西医结合杂志,1993,8(3):368.
- [23] 李永旺.尺桡骨骨干双骨折的治疗[J].中国医疗前沿,2011,6(24):30-31.
- [24] 马俊,赵林,夏鸿,等.重建钢板治疗尺桡骨骨干骨折的疗效观察[J].医学理论与实践,2015,28(12):1610-1612.
- [25] Sink EL, Gralla J, Repine M. Complications of pediatric femur fractures treated with titanium elastic nails: A comparison of fracture types. Pediatr Orthop. 2005;25:577-580

- [26] 张建军, 李金光. 手法闭合复位与小切口复位弹性钉在儿童股骨干骨折治疗中的效果比较[J]. 微创医学, 2016, 11(5):703-705.
- [27] 谢亮喜. 弹性髓内钉内固定治疗儿童股骨干骨折临床研究[J]. 中国医学创新, 2014, 11(5):119-121.
- [28] 周连军, 孙建华, 刘爱春, 等. 弹性髓内钉治疗儿童长骨干骨折疗效观察[J]. 中国医药导报, 2013, 10(3):51-54.
- [29] 刘国庆. 弹性髓内钉与钢板内固定修复前臂骨折疗效与安全性的Meta分析[D]. 兰州大学, 2015.
- [30] 谭家昌, 杨有猛, 徐鸿育, 等. 弹性髓内钉与钢板内固定治疗儿童股骨干骨折的疗效对比[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2012, 27(12):1119-1120.
- [31] 江剑, 孙志波, 禹志宏. 弹性髓内钉与钢板内固定治疗儿童股骨干骨折疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2016, 19(3):343-345.
- [32] 程少文, 王伟, 林忠勤, 等. 弹性髓内钉与锁定钢板内固定治疗儿童肱骨骨折的疗效比较[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2010, 18(11):26-28.
- [33] 林峰, 李兵兵, 陈宇. 锁定钛板结合弹性髓内钉内固定治疗成人胫腓骨下段骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(8):876-877.
- [34] Aksoy C, Caosor O, Yazycy M, et al. Pediatric femoral fractures: a comparison of compression-plate fixation and flexible intramedullary nail fixation. *Bone Joint Surg.* 2003;85: 263.
- [35] Flynn JM, Luedtke LM, Ganley TJ, et al. Comparison of titanium elastic nails with traction and a spica cast to treat femoral fractures in children. *Bone Surg.* 2004;86:770-771.
- [36] 王庆雷. 不同内固定方式治疗大龄儿童尺桡骨双骨折的临床效果比较[J]. 中国实用医药, 2015, 10(13):68-69.
- [37] Sayed M, Abulsaad M, Elhad M, et al. Reconstruction plate fixation of subtrochanteric femoral fractures in children. *Acta Orthop Belg.* 2007;73(4):484-490.
- [38] Sandders JO, Browne RH, Mooney JF, et al. Treatment of femora fracture in children by pediatric orthopedists results of a 1998 survey. *Pediatr Orthop.* 2001;21(8):436.
- [39] 李豹, 林光锚, 潘展鹏. 钛制弹性髓内钉治疗小儿尺桡骨不稳定双骨折18例[J]. 浙江中医药大学报, 2011, 34(6):875.
- [40] Mahar AT, Lee SS, Lalonde FD, et al. Biomechanical comparison of stainless steel and titanium nails for fixation of simulated femoral fractures. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(6): 638-641.
- [41] Huang YC, Renn JH, Tarng YW. The titanium elastic nail serves as an alternative treatment for adult proximal radial shaft fractures: a cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1): 10.
- [42] Şahin N, Akalın Y, Türker O, et al. ESIN and K-wire fixation have similar results in pediatric both-bone diaphyseal forearm fractures. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2017;23(5): 415-420.
- [43] Heare A, Goral D, Belton M, et al. Intramedullary implant choice and cost in the treatment of pediatric diaphyseal forearm fractures. *J Orthop Trauma.* 2017;31(10):e334-e338.
- [44] Lu D, Lin Z, Zhang JD, et al. Treatment of pediatric forearm midshaft fractures: Is there a difference between types of orthopedic surgeon? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017; 103(1):119-122.
- [45] Lyman A, Wenger D, Landin L. Pediatric diaphyseal forearm fractures: epidemiology and treatment in an urban population during a 10-year period, with special attention to titanium elastic nailing and its complications. *J Pediatr Orthop B.* 2016; 25(5):439-446.
- [46] Cai H, Wang Z, Cai H. Prebending of a titanium elastic intramedullary nail in the treatment of distal radius fractures in children. *Int Surg.* 2014;99(3):269-275.
- [47] Sinikumpu JJ, Keränen J, Haltia AM, et al. A new mini-invasive technique in treating pediatric diaphyseal forearm fractures by bioabsorbable elastic stable intramedullary nailing: a preliminary technical report. *Scand J Surg.* 2013;102(4):258-264.
- [48] Furlan D, Pogorelič Z, Biočić M, et al. Elastic stable intramedullary nailing for pediatric long bone fractures: experience with 175 fractures. *Scand J Surg.* 2011;100(3): 208-215.
- [49] Kravel T, Sher-Lurie N, Ganel A. Extensor pollicis longus rupture after fixation of radius and ulna fracture with titanium elastic nail (TEN) in a Child: a case report. *J Trauma.* 2007; 63(5):1169-1170.
- [50] Mendoza-Balta RJ, Bello-González A, Rosas-Cadena JL. Treatment of shaft fractures in children with elastic titanium nails. *Acta Ortop Mex.* 2009;23(5):286-291.