

in English.

[10] 任荣,张楠,赵华国,等. 经皮克氏针外侧固定与内外侧交叉固定治疗儿童肱骨髁上骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2019,34(3):254-257.  
REN R,ZHANG N,ZHAO HG, et al. Comparison of the therapeutic effect of lateral fixation and lateral and lateral cross fixation with picker's pin in the treatment of supracondylar fracture of humerus in children[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi,2019,34 (3):254-257. Chinese.

[11] 周庆,孔清泉,高博. 儿童 Gartland II 型及 III 型肱骨髁上骨折的治疗[J]. 中国修复重建外科杂志,2018,32(6):698-702.

ZHOU Q,KONG QQ,GAO B. Treatment of Gartland type II and type III supracondylar fractures of the humerus in children[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi,2018,32(6):698-702. Chinese.

[12] 付浩珂. 单后托夹板固定预防儿童伸直型肱骨髁上骨折并发早期肘内翻的临床研究[D]. 湖南中医药大学,2019.  
FU HK. Clinical study on prevention of early cubitus varus in children with extended supracondylar fracture of humerus by single posterior splint fixation[D]. Hunan University of Traditional Chinese Medicine,2019. Chinese.

(收稿日期:2020-06-03 本文编辑:李宜)

# 微型外固定支架治疗儿童肱骨髁上骨折的病例对照研究

许益文,郑勇,石振,成昊,焦志坚,曹畏,郑波,阮必刚  
(咸宁市中心医院骨科,湖北 咸宁 437000)

**【摘要】** 目的:探讨微型外固定支架在治疗儿童肱骨髁上骨折中的临床疗效。方法:自 2017 年 10 月至 2018 年 12 月收治 20 例肱骨髁上骨折患儿(治疗组),均采用闭合复位微型外固定支架固定术治疗,其中男 14 例,女 6 例;年龄 6~14(7.9±2.4)岁;Gartland 分型为 III 型。对照组为 2015 年 1 月至 2017 年 9 月收治的 39 例肱骨髁上骨折患儿,采用闭合复位克氏针固定术治疗,其中男 24 例,女 15 例,年龄 6~14(8.1±1.9)岁,Gartland 分型为 III 型。记录并比较两组患者手术时间、术中透视次数及并发症情况,末次随访均按肘关节功能 Mayo 评分系统评估疗效。结果:治疗组 20 例均得到随访,时间 6~12(8.0±2.5)个月;手术时间(30.10±12.50)min,术中透视次数(10.00±2.50)次;按照 Mayo 评分系统,优 15 例,良 3 例,可 2 例,差 0 例;无尺神经损伤及中、重度肘内翻发生。对照组 39 例获得随访,时间 5~13(9.0±3.1)个月;手术时间(45.60±18.90)min;术中透视次数(19.00±5.60)次;按 Mayo 评分系统,优 23 例,良 12 例,可 3 例,差 1 例;1 例尺神经损伤末次随访时已恢复,1 例发生重度肘内翻,2 例中度肘内翻。两组患儿临床疗效比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗组中重度肘内翻发生率、手术时间、透射次数均优于对照组( $P<0.05$ )。结论:采用闭合复位微型外固定支架固定治疗儿童肱骨髁上骨折能获得与闭合复位克氏针固定相同的临床效果,而且手术时间、术中透射次数明显减少,术中不易损伤尺神经,术后发生中重度肘内翻畸形的概率低,手术操作简单。

**【关键词】** 微创外科手术; 儿童; 肱骨骨折; 病例对照研究

中图分类号:R683.41

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.10.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Case-control study on micro external fixator in treating supracondylar fracture of humerus in children** XU Yi-wen, ZHENG Yong, SHI Zhen, CHENG Hao, JIAO Zhi-jian, CAO Wei, ZHENG Bo, and RUAN Bi-gang. Department of Orthopaedics, Central Hospital of Xianning, Xianning 437000, Hubei, China

**ABSTRACT Objective:**To explore clinical effects of micro external fixator for the treatment of supracondylar fracture of humerus in children. **Methods:**From October 2017 to December 2018,20 children with supracondylar fracture of humerus (treatment group) were admitted and treated with micro-external fixation after closed reduction,including 14 males and 6 females,aged from 6 to 14 years old with an average of (7.9±2.4) years old,classified to Gartland III. Thirty-nine children with supracondylar fracture of humerus were admitted as control group from January 2015 to September 2017,and treated with closed reduction Kirschner wire fixation. Among them,including 24 males and 15 females,aged from 6 to 14 years old with an average of (8.1±1.9) years old,classified to Gartland III. Operation time,times of intraoperative fluoroscopy,and complications between two groups were observed and compared,Mayo scoring system at the latest follow-up was used to evaluate clinical effect. **Results:**Twenty children in treatment group were followed up from 6 to 12 months with an average of (8.0±2.5) months,

通讯作者:许益文 E-mail:xyw811026@163.com

Corresponding author:XU Yi-wen E-mail:xyw811026@163.com

operation time was (30.10±12.50) min, times of intraoperative fluoroscopy was (10.00±2.50). Fifteen patients got excellent results, 3 good, 2 fair according to Mayo elbow joint scoring. No ulnar nerve injury moderate or severe elbow varus occurred in treatment group. Thirty-nine children in control group were followed up from 5 to 13 months with an average of (9.0±3.1) months, operation time was (45.60±18.90) min, times of intraoperative fluoroscopy was (19.00±5.60). Twenty-three patients got excellent results, 12 good, 3 fair and 1 poor according to Mayo elbow joint scoring. One child occurred ulnar nerve injury and recovered at the final follow-up, 1 child occurred severe cubitus varus and 2 children occurred moderate cubitus varus. There was no statistical difference in clinical effect between two groups ( $P>0.05$ ). Occurrence rate of moderate and server cubitus varus, operation time and times of intraoperative fluoroscopy in treatment group were better than that of control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Treated with closed reduction and mini external fixator fixed on children humerus condyle fracture could receive the same clinical result as closed as reduction gram needle fixation, which has advantages of shorter operation time, less times of intraoperative fluoroscopy, not easy to damage ulnar nerve during operation, less incidence of moderate and severe cubitus varus deformity after operation, and the permeation was simple.

**KEYWORDS** Minimal surgical procedures; Child; Humeral fractures; Case-control studies

儿童肱骨髁上骨折是儿童骨折中比较常见的疾病, 对于 Gartland I 型或部分 II 型通常采用保守治疗, 但对于 Gartland III 型及保守治疗失败的 Garland II 型的患者, 目前比较公认的治疗方法是闭合复位经皮克氏针固定术<sup>[1]</sup>。我科自 2012 年以来采用此方法治疗较多患儿, 取得了较好的治疗效果, 但同时也发现了该方法的一些不足, 如术后固定不牢固骨折再移位、术后肘内翻、术中透视次数较多、术中操作难度大、术中损伤尺神经等<sup>[2]</sup>。为了避免发生这些问题, 我科自 2017 年 10 月至 2018 年 12 月开始使用闭合复位经皮微型外固定支架治疗儿童肱骨髁上骨折, 取得了良好效果, 现报告如下。

**1 资料与方法**

**1.1 病例选择**

纳入标准: 年龄 6~14 岁; 骨折按 Gartland 分型均为 III 型, 骨折线位于肱骨远端骨骺线以上 3 cm 以内的骨折且不合并肱骨髁间或肘关节其他部位的骨折及损伤, 无多发伤, 不合并神经血管的损伤, 未发生筋膜室综合征; 受伤至就诊时间 ≤ 1 d 的患儿。排除标准: 临床资料不全及随访不及时影响效果评估的患儿, 闭合复位失败改用切开复位的患儿。

**1.2 临床资料**

自 2017 年 10 月至 2018 年 12 月收治 20 例肱骨髁上骨折患儿, 采用闭合复位微型外固定支架固定术治疗(治疗组), 其中男 14 例, 女 6 例, 年龄 6~14 (7.9±2.4) 岁, Gartland 分型为 III 型。自 2015 年 1 月至 2017 年 9 月收治 39 例肱骨髁上骨折患儿, 采用闭合复位克氏针固定术治疗(对照组), 其中男 24 例, 女 15 例, 年龄 6~14 (8.1±1.9) 岁, Gartland 分型为 III 型。两组患儿术前均行 X 线、三维 CT 检查, 术后均定期复查 X 线。两组患儿术前临床资料比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 具有可比性。见表 1。

**1.3 治疗方法**

**1.3.1 治疗组** 患儿取平卧位, 患肢放置于手术桌

**表 1 两组肱骨髁上骨折患儿术前临床资料比较**  
**Tab.1 Comparison of clinical data of children with supracondylar fracture of humerus between two groups before treatment**

组别	例数	性别(例)		年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	病程( $\bar{x}\pm s$ , d)
		男	女		
治疗组	20	14	6	7.9±2.4	0.5±0.1
对照组	39	24	15	8.1±1.9	0.4±0.2
检验值		$\chi^2=1.89$		$t=1.71$	$t=0.45$
P 值		0.23		0.17	0.09

上, 常规消毒铺巾手术野, 在 C 形臂 X 线机透视下定位骨折两端的外固定支架螺钉进钉点。远端螺钉距离骨骺板 5 mm 以上平行于骨骺线进钉, 钉螺纹直径 2.5 mm; 近端螺钉垂直于肱骨干进钉, 距骨折线 2~3 cm。闭合复位肱骨骨折处, 肘关节屈曲位置固定外固定支架, C 形臂 X 线机透视, 若骨折对位对线不佳, 只须松开一侧的外固定钉棒夹来进行调整, 复位好后拧紧钉棒夹, 再次 C 形臂 X 线机透视, 透视时无须助手维持复位, 医生在铅板屏风后面观察即可, 因为外固定支架能够提供维持骨折复位的稳定性。若骨折对位对线可, 于外侧髁逆向打入 1 枚或 2 枚直径 1.5 mm 克氏针固定到内侧柱, 可防止旋转不稳定, 包扎钉眼, 处理针尾, 石膏外固定, 术毕。

**1.3.2 对照组** 患儿全身麻醉成功后取平卧位, 常规消毒铺布, C 形臂 X 线机用无菌塑料套包裹, 将患肢放置 C 形臂 X 线机上。若有骨折断面刺入软组织, 切忌暴力反复复位, 应采用双手逐步将骨折断面挤出软组织内, 保护好前方的血管神经。前臂中立位, 在 C 形臂 X 线机下透视, 纠正旋转。助手牵引, 复位纠正尺偏或桡偏, 前臂逐渐屈曲及旋前, 双手拇指放置远端内外侧柱, 余指放置肱骨近端前侧, 通过逐渐屈曲及拇指挤压用力纠正前后移位, 前臂处于过度屈曲位维持稳定。C 形臂 X 线机透视见骨折对

位对线佳,于内外侧髁逆行经皮打入直径 1.5~2.0 mm 克氏针,尽量使用直径≤2 mm 的克氏针,在矢状面上与肱骨干成角 35°~55°,在冠状面上向后成角 15°~25°,通过 C 形臂 X 线机透视定位,并有 2 次明显骨皮质突破感为佳。内侧注意避免损伤尺神经,亦可于外侧打入 2 枚克氏针,若 2 枚不稳定,可加用 1 枚,再次 C 形臂 X 线机透视,处理针尾(预弯,留 0.5 cm)。长臂石膏屈肘 60°~90°中立位固定 4~5 周。观察手指血供可,患儿清醒后观察手指活动可。

### 1.4 观察项目与方法

比较两组患儿的手术时间、术中透视次数及并发症情况。末次随访时采用改良 Mayo 评分系统<sup>[3]</sup>进行临床疗效评价,包括疼痛、运动功能、稳定性、日常生活功能 4 个方面,满分 100 分;总分≥90 分为优,75~89 分为良,60~74 分为可,≤60 分为差。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析,定量资料采用均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,两组间比较采用成组设计定量资料的 *t* 检验;定性资料比较采用  $\chi^2$  检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

两组患者均获随访,其中治疗组随访时间 6~12 (8.0±2.5)个月,术后第 1~2 天均顺利出院;手术时间 (30.10±12.50) min,术中透视次数 (10.00±2.50)次;末次随访时肘关节功能按改良 Mayo 评分系统评估,优 15 例,良 3 例,可 2 例,差 0 例;无尺神经损伤,未见中、重度肘内翻发生。对照组随访时间 5~13 (9.0±3.1)个月;手术时间 (45.60±18.90) min,术中透视次数 (19.00±5.60)次;肘关节功能按 Mayo 评分系统评估,优 23 例,良 12 例,可 3 例,差 1 例;1 例尺神经损伤末次随访时已恢复,1 例发生重度肘内翻,2 例中度肘内翻。治疗组手术时间、术中透视次数均少于对照组,两组患儿 Mayo 评分比较,差异无统计学意义。见表 2。典型病例见图 1。

## 3 讨论

儿童肱骨髁上骨折若治疗不当,容易引起相关

并发症,早期并发症主要有骨筋膜室综合征、神经血管损伤,远期并发症有前臂缺血性肌肉挛缩、肘关节内翻畸形、异位骨化等。对于无移位或部分移位的患儿,多采用石膏固定等保守治疗;对于完全移位的患儿,手法复位石膏固定容易造成二次损伤、复位效果不佳、再次移位等不良后果,甚至在屈肘固定的过程中出现骨筋膜室综合征、Volkman 缺血性挛缩,导致患儿终生残疾。所以,对于 Gartland III 型肱骨髁上骨折患儿,目前国内比较认同的治疗方法是麻醉下闭合复位交叉克氏针固定术,笔者以往也采取该方法治疗,取得了良好效果,但随着治疗病例数的增多,遇到了一些问题,如内侧柱皮质嵌插短缩难以纠正、尺神经损伤、术后再次出现轻度尺偏移位等<sup>[4]</sup>。为了减少这些问题的出现,本研究采用闭合复位微型外固定支架联合克氏针固定术治疗儿童肱骨髁上骨折 20 例,通过随访观察,取得了良好疗效。

微型外固定支架的优点如下:(1)手术操作简单。(2)术中可随时调整骨折对位对线且能提供及时的稳定而不增加对骨骼的损伤。(3)一次性将螺钉拧入,在调整骨折对位对线时只须松紧钉棒夹即可,减少了因调整钉的方向而增加的透视次数。(4)微型外固定支架可提供及时稳定性,无须助手在 C 形臂 X 线机透视下维持骨折的稳定,减少了医生的放射损伤。(5)外固定支架螺钉把持力强,维持骨折复位的稳定性也较强。(6)若配合单根或 2 枚克氏针固定,可提供三维立体的固定,可更好地控制术后骨折断端的再次尺偏或旋转移位。

微型外固定支架与单纯用克氏针固定的比较:(1)儿童肱骨髁上骨折最常见的并发症是肘内翻畸形,而引起肘内翻畸形的主要原因是内侧柱的嵌插短缩、骨折远端的尺偏、重力作用于骨折断端<sup>[5]</sup>;克氏针固定维持骨折稳定的力主要来源于骨折断面的摩擦力,当断端的压应力越大,摩擦力就越大,克氏针固定的力就越大,断端就越稳定,但如果内侧柱发生嵌插压缩缺损等情况时,克氏针也只能通过断面的压应力来获得维持骨折稳定的力,所以就难以纠

表 2 两组肱骨髁上骨折患儿手术时间、术中透视次数及末次随访 (8.0±2.5)个月 Mayo 评分比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Comparison of operation time, intraoperative fluoroscopy time and Mayo scores of children with supracondylar fracture of humerus between two groups at follow-up time of (8.0±2.5) months ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	手术时间 (min)	术中透视次数 (次)	Mayo 评分 (分)				总分
				疼痛	运动功能	稳定性	日常活动	
治疗组	20	30.10±12.50	10.00±2.50	40.3±2.4	17.5±2.2	8.1±1.4	23.8±2.7	87.6±3.4
对照组	39	45.60±18.90	19.00±5.60	39.7±3.1	16.9±1.9	7.8±2.1	21.7±3.2	86.1±4.1
<i>t</i> 值		3.86	2.89					1.73
<i>P</i> 值		0.04	0.03					0.79



图 1 患儿,女,7岁9个月,跌伤致左侧肱骨髁上骨折,Gartland III型 1a,1b.术前正侧位X线片 1c,1d.术后正侧位X线片 1e,1f.术后3周去除石膏及克氏针后正侧位X线片 1g,1h.术后5周去除外固定支架后正侧位X线片

Fig.1 A girl with 7 years and 9 months old, left supracondylar fracture of humerus with type Gartland III caused by falling down 1a,1b. Preoperative AP and lateral X-ray films 1c,1d. Postoperative AP and lateral X-ray films 1e,1f. Positive AP and lateral X-ray films at 3 weeks after removal of plaster and kirschner needles 1g,1h. Postoperative AP and lateral X-ray films at 5 weeks after removing external fixed bracket

正内侧柱的嵌插短缩,而微型外固定支架螺钉是通过平行于骨折断面的把持力及支架的硬度来提供稳定的,它可将内侧柱的压应力改为张力,将外侧的张力变为压应力,可以较好地纠正内侧柱的压缩嵌插,也就减少了术后发生肘内翻的因素<sup>[6-7]</sup>。(2)骨折远端尺偏是引起肘内翻的重要因素,单纯克氏针固定需通过内侧髁的克氏针固定才能防止或减少术中及术后的尺偏,但在打入内侧克氏针固定时有损伤尺神经的风险,对照组有1例发生了尺神经的损伤<sup>[8]</sup>。克氏针一般选用2.0 mm以下的直径,在大龄儿童肱骨髁上骨折中,克氏针固定的强度不够,这也是术后发生轻度尺偏移位的原因<sup>[9-10]</sup>;微型外固定支架是通过带螺纹的螺钉通过提拉固定(螺钉直径2.5 mm,螺纹距断板0.5 cm以上且不过断板,所以不会影响患儿骨骼的生长发育),螺钉把持力强,相比于克氏针能有更稳定的固定力,并能对抗重力的

影响,术后发生肘内翻的概率明显减小;通过两组的对比研究也证明了这点。(3)微型外固定支架是先拧入螺钉,然后复位,然后再拧紧钉棒夹固定,若透视发现骨折对位对线不佳,只需松开钉棒夹进行调整,操作方便简单,减少了术中透视次数,同时也减少了因钢钉位置不佳反复调整引起骨骼的损伤,在加用1~2枚直径1.5 mm克氏针时,因骨折已对位对线良好且骨折已较为稳定,不会因为在进针时导致骨折移位,而且成功率明显提高(一般1次成功);而在单纯用克氏针固定的病例组中,往往需要助手维持稳定,进针时须反复透视,若骨折位置不佳,须退出钢钉再次拧入,这样就增加了透视次数也增加了对骨骼的损伤,并且在进针的过程中容易出现钢钉将复位良好的骨折断端顶开引起再次移位<sup>[11]</sup>。

综上所述,微型外固定支架在应用于大龄儿童肱骨髁上骨折中,明显缩短了手术时间,使医生操作

更为简单;术中透视次数明显减少,患儿辐射损伤减少;术中微型外固定支架能提供足够的稳定性,无须医生在透视下徒手维持稳定,无须医生边进针边透视,大大减少了对医生的辐射损伤,特别是对长期治疗该疾病的骨科医生,减少辐射意义重大。肱骨髁上骨折 Gartland III 型是三维的移位,微型外固定支架配合 1~2 枚克氏针固定是三维的固定,能够更好地维持骨折复位后的稳定,防止术后骨折远端的再次尺偏或旋转移位,较少了患儿后期中重度肘内翻的发生率。本组 20 例患儿,通过后期的随访,未发生一例因使用微型外固定支架螺钉而导致骨骺的损伤、生长发育紊乱等。所以,微型外固定支架在治疗儿童肱骨髁上骨折中优势明显,效果确切,安全可靠。虽然本组病例未发生因微型外固定螺钉引起的并发症,但还需更多病例的随访论证。

#### 参考文献

- [1] Zorrilla S de Neira J, Prade-Cañizares A, Marti-Ciruelos R, et al. Supracondylar humeral fractures in children: Current concepts for management and prognosis [J]. *Int Orthop*, 2015, 39 (11): 2287-2296.
- [2] Del Valle-Hernández E, Marrero-Barrera PA, Beaton D, et al. Complications associated with Pediatric supracondylar humeral fractures [J]. *P R Health Sci J*, 2017, 36(1): 37-40.
- [3] Aydogmus S, Duymus TM, Kececi T, et al. Comparison of daytime and after-hours surgical treatment of supracondylar humeral fractures in children [J]. *J Pediatr Orthop B*, 2017, 26(5): 40-44.
- [4] Woo CY, Ho HL, Zainuddin Ashik MB, et al. Paediatric supracondylar humeral fractures: a technique for safe medial pin passage with zero incidence of iatrogenic ulnar nerve injury [J]. *Singapore Med J*, 2018, 59(2): 94-97.
- [5] 杨建平. 儿童肱骨髁上骨折的现代处理 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2009, 11(4): 302-305.  
YANG JP. Modern management of supracondylar fracture of humerus in children [J]. *Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi*, 2009, 11(4): 302-305. Chinese.
- [6] 冯超, 郭源, 张建立. 克氏针治疗儿童肱骨髁上骨折的穿针方式的研究 [J]. *中华小儿外科杂志*, 2008, 29(5): 291-293.  
FENG C, GUO Y, ZHANG JL. Research the puncture method of kirschner needle in the treatment of supracondylar fracture of humerus in children [J]. *Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi*, 2008, 29(5): 291-293. Chinese.
- [7] 浦立勇, 张锡庆, 王晓东, 等. 肱骨髁上骨折并发肘内翻的生物力学研究 [J]. *中华小儿外科杂志*, 2002, 23(3): 237-239.  
PU LY, ZHANG XQ, WANG XD, et al. Study on biomechanics of supracondylar fracture of humerus with cubitus varus [J]. *Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi*, 2002, 23(3): 237-239. Chinese.
- [8] 刘自贵. 儿童肱骨髁上骨折经皮克氏针内固定后致尺神经麻痹 14 例分析 [J]. *中华骨科杂志*, 2002, 22(4): 251-252.  
LIU ZG. Analysis of 14 cases of ulnar nerve palsy by supracondylar fracture of humerus after percutaneous K-wire internal fixation [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2002, 22(4): 251-252. Chinese.
- [9] 许益文, 郑勇, 白祥军, 等. 手法复位经皮克氏针固定治疗儿童肱骨髁上骨折的疗效观察 [J]. *中国骨伤*, 2015, 28(6): 521-523.  
XU YW, ZHENG Y, BAI XJ, et al. Manipulative reduction and percutaneous K-wires fixation for treatment of supracondylar fractures of the humerus in children [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(6): 521-523. Chinese with abstract in English.
- [10] 张晓军, 苏波, 毕乃贵. 交叉克氏针治疗儿童肱骨髁上骨折的方法探讨 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2019, 16(1): 79-80.  
ZHANG XJ, SU P, BI NG. Discussion on the treatment of supracondylar fracture of humerus with cross kirschner needle in children [J]. *Sheng Wu Gu Ke Cai Liao Yu Lin Chuang Yan Jiu*, 2019, 16(1): 79-80. Chinese.
- [11] 阙健, 庄小强, 白宇, 等. 两种方法治疗儿童 Gartland II、III 型肱骨髁上骨折的比较 [J]. *实用骨科杂志*, 2017, 23(4): 349-352.  
KAN J, ZHUANG XQ, BAI Y, et al. Comparison the two methods in treatment of the type Gartland II, III of supracondylar fracture of humerus in children [J]. *Shi Yong Gu Ke Za Zhi*, 2017, 23(4): 349-352. Chinese.

(收稿日期: 2020-04-26 本文编辑: 连智华)