

· 临床研究 ·

新型辅助复位经皮内固定儿童肱骨髁上骨折

吉祥, 刘欢, 丁其瑞, 葛运如, 孙鹏, 费昊东, 王守国*

(南京医科大学附属淮安第一医院骨科, 江苏淮安 223300)

摘要: [目的] 探讨自行制作的新型复位固定装置辅助经皮固定儿童肱骨髁上骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2019 年 6 月—2022 年 1 月本院收治的 85 例伸直型肱骨髁上骨折患者临床资料。根据医患沟通结果, 43 例采用新型辅助复位固定装置协助闭合复位经皮克氏针交叉固定 (新型组), 42 例采用传统闭合复位经皮克氏针交叉固定 (传统组)。比较两组临床及影像学结果。[结果] 新型组手术时间 [(36.0±6.6)min vs (55.7±8.5)min, $P<0.001$] 和术中透视次数 [(19.8±3.2)次 vs (36.7±6.3)次, $P<0.001$] 均显著优于传统组。两组术后并发症发生率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随访时间平均 (6.7±3.2) 个月, 末次随访, 两组 Flynn 评级差异无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 末次随访时, 新型组的提携角显著大于传统组 [(11.2±1.4)° vs (8.0±1.3)°, $P<0.001$], 但是, 两组间 Baumann 角的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 新型辅助复位固定装置结构简单, 可缩短儿童肱骨髁上骨折手术时间, 减少术中透视次数。

关键词: 肱骨髁上骨折, 闭合复位, 经皮固定, 新型复位装置, 儿童

中图分类号: R683.41 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 12-1141-04

A novel reduction device assisted percutaneous fixation of humeral supracondylar fractures in children // Ji Xiang, Liu Huan, Ding Qi-ru, Ge Yun-ru, Sun Peng, Fei Hao-dong, Wang Shou-guo. Department of Orthopedics, The First Hospital of Huai'an City, Nanjing Medical University, Huai'an 223300, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of a novel reductor developed by our self used for maintaining reduction during percutaneous fixation of humeral supracondylar fractures in children. [Methods] A total of 85 children received percutaneous fixation with Kirschner wire for the extended humeral supracondylar fractures in our hospital from June 2019 to June 2022. According to doctor-patient communication, 43 children received the novel reductor assisted reduction and percutaneous fixation with Kirschner wire (the novel group), while the other 42 patients underwent the traditional closed reduction and percutaneous fixation (the traditional group). The clinical and imaging consequences were compared between the two groups. [Results] The novel group proved significantly superior to the traditional group in terms of operative time [(36.0±6.6)min vs (55.7±8.5)min, $P<0.001$] and intraoperative fluoroscopy [(19.8±3.2)times vs (36.7±6.3)times, $P<0.001$], although there was no significant difference in the incidence of postoperative complications between the two groups ($P>0.05$). At the latest follow-up lasted for (6.7±3.2) months on a mean., there was no significant difference in Flynn grade between the two groups ($P>0.05$). The novel group had significantly greater carrying angler than the traditional group [(11.2±1.4)° vs (8.0±1.3)°, $P<0.001$], despite of that the Baumann angle was not statistically significant between them at the latest follow-up ($P>0.05$). [Conclusion] This novel reduction device is simple in structure, which does shorten the operative time of percutaneous fixation and reduce the number of intraoperative fluoroscopy for humeral supracondylar fractures in children.

Key words: humeral supracondylar fractures, closed reduction, percutaneous fixation, novel reduction device, children

肱骨髁上骨折 (supracondylar humerus fractures, SHF) 指肱骨干与肱骨髁交界处发生的骨折, 高发于 2~10 岁的儿童群体, 男女比例相当。SHF 可分为: 伸直型和屈曲型, 伸直型 SHF 占有 SHF 约 98%, 而屈曲型 SHF 较少见^[1]。根据 Gartland 分型伸直型 SHF 可分为 3 型^[2]。Gartland II、III 型 SHF 的经典治

疗方法是闭合复位和经皮穿刺克氏针固定 (closed reduction and percutaneous pinning, CRPP)^[3,4]。传统的 CRPP 仍存在一定局限性。手法复位完成后通常需要手法维持复位进行 C 形臂 X 线机透视观察复位情况; 另外, 复位后缺乏良好的临时固定手段, 经皮固定时易致复位丢失, 通常需要重新进行复位, 这无疑

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.18

作者简介: 吉祥, 硕士研究生, 研究方向: 骨外科, (电话)18351977027, (电子信箱)707988958@qq.com

* 通信作者: 王守国, (电话)13505231995, (电子信箱)wangshouguoha@126.com

增加了手术时间及医患放射暴露。因此作者设计一种新型辅助复位固定装置应用于 SHF 术中并评价其临床疗效。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析 2019 年 6 月—2022 年 1 月本院收治的 85 例儿童伸直型 SHF 患者的临床资料。患者年龄均 <14 岁，影像检查确认为 Gartland II、III 型 SHF (图 1a)；排除开放性 SHF 及病理性骨折者。根据医患沟通结果，43 例采用新型复位装置协助闭合复位经皮克氏针交叉固定(新型组)，42 例采用传统闭合复位经皮克氏针交叉固定(传统组)。两组患者一般资料见表 1，两组性别、年龄、受伤至手术时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究获得医院伦理委员会批准，所有患儿监护人均知情同意。

1.2 手术方法

新型组：新型辅助复位固定装置，已获得专利权，专利号 ZL 202220185369.4。前臂及上臂部缠绕绷带并固定一直径合适不锈钢卡箍(图 1b)。遵循“宁前勿后，宁桡勿尺”的复位原则^[3, 4]。复位过程中首先通过牵引、内翻和外翻手法纠正冠状面畸形，然后纠正旋转畸形，最后纠正前后移位^[6]。术者双手拇指顶住骨折远端，向前推挤，余指向后拉骨折近端，顺势屈肘，用转向固定装置将两个不锈钢卡箍紧固于碳纤维连杆上临时固定维持复位骨折端(图 1c, 1d)。透视肱骨远端侧位及内外侧斜位片，内外侧斜位片观察内外侧柱复位情况，如透视显示复位较差则需重复手法复位。如透视显示仅有轻度的旋转和前后移位，通过松紧前臂的不锈钢卡箍进行前臂的旋前或者旋后操作调整轻微的旋转移位，通过松紧转向固定装置对碳纤维连杆固定长度微调骨折断端前后移位，直至复位满意为止。对于难复性骨折，可使用操纵杆技术辅助复位^[7]。于肱骨内外侧各置入 1 枚克氏针，内髁进针时，用手触及尺神经沟及尺神经，置针时远离尺神经走行区避免损伤尺神经(图 1e, 1f)。检查骨折固定稳定性，对于非常不稳定予以肱骨外侧置入第 3 枚克氏针。术毕撤辅助复位固定装置，高分子石膏固定悬吊于胸前。

传统组：同上手法复位，纠正侧方移位、前后移位及旋转移位。复位后由至少一名医师徒手维持复位或者使用绷带捆扎前臂、上臂辅助临时维持复位透视下确认复位满意后，于肱骨外侧置入 1 枚克氏针，

术毕高分子石膏固定悬吊于胸前。

术后石膏固定 3~4 周，X 线片证实骨折充分的愈合后去除克氏针及石膏，开始肘关节功能锻炼。

1.3 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、术中透视次数。采用恢复完全负重活动时间、Flynn 评级^[8]评价临床效果，观察术后并发症，包括：尺神经损伤、针道感染、肘内翻及外翻畸形。行影像检查，记录 Baumann 角、提携角以及骨折愈合时间。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行数据分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 t 检验，组内时间点比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney U 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

两组患者均顺利完成手术，术中无严重并发症。两组临床结果见表 1，新型组手术时间和术中透视次数均显著优于传统组 ($P<0.05$)，并发症情况：新型组术后无针道感染；1 例术后 3 周发生迟发性尺神经损伤，术后 2 个月自行恢复。传统组有 1 例尺神经损伤，克氏针拔除后 3 d 神经症状消失；2 例针道感染，克氏针拔除后感染消退；2 例轻度肘内翻，功能良好未处理。两组患者均无肘外翻畸形。两组并发症发生率差异无统计学意义 ($P=0.189$)。

表 1 两组患者临床及影像资料与比较

指标	新型组 (n=43)	传统组 (n=42)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	6.7 \pm 1.2	6.4 \pm 1.2	0.164
性别(例, 男/女)	25/18	26/16	0.723
损伤至手术时间(h, $\bar{x} \pm s$)	36.6 \pm 7.5	35.7 \pm 8.2	0.592
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)	36.0 \pm 6.6	55.7 \pm 8.5	<0.001
透视次数(次, $\bar{x} \pm s$)	19.8 \pm 3.2	36.7 \pm 6.3	<0.001
临床骨折愈合时间(周, $\bar{x} \pm s$)	4.8 \pm 0.8	5.2 \pm 0.8	0.112
末次随访			
Flynn 评级(例, 优/良/可/差)	30/10/2/1	23/13/4/2	0.230
Baumann 角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	72.0 \pm 4.3	72.9 \pm 4.3	0.322
提携角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	11.2 \pm 1.4	8.0 \pm 1.3	<0.001

两组患者均获随访 3~11 个月，平均随访时间 (6.7±3.2) 个月，末次随访，两组 Flynn 评级差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.2 影像评估

两组患者均达到满意骨折复位 (图 1g, 1h)，5 周

左右影像可见连续骨痂，无骨折延迟连接或骨不连者。两组影像评估结果见表 1，末次随访时，两组间 Baumann 角的差异无统计学意义 ($P>0.05$)，但是，新型组的提携角显著大于传统组 ($P<0.05$)。

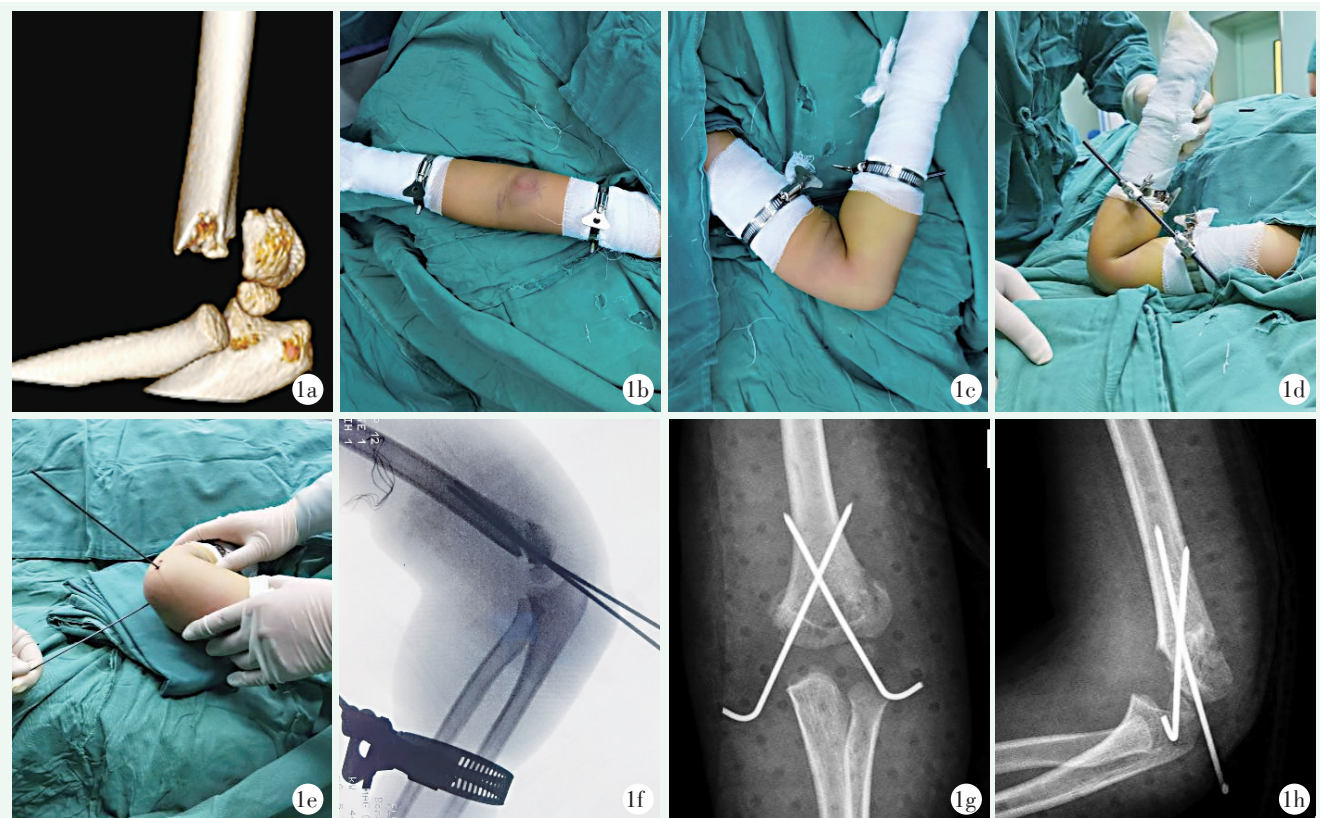


图 1 患者，男，5 岁，左侧 Gartland III 型 SHF，采用新型辅助复位固定装置辅助治疗 1a: 术前三维 CT 显示为 III 型 SHF 1b: 术中卡箍固定于上臂及前臂 1c, 1d: 复位临时固定后透视侧位、斜位患肢摆放体位示意图 1e, 1f: 复位后于内外侧踝置入克氏针及克氏针固定术中透视侧位图 1g, 1h: 术后正侧位 X 线片示骨折复位固定良好

3 讨论

目前，CRPP 固定方法主要分为交叉固定和外侧固定两种方法^[9]。为了避免尺神经损伤，优选侧方固定，而交叉固定可获得更优越的力学稳定性^[10]，固定方式选择取决于术者经验及个人偏好。本研究使用交叉穿刺固定方式进行固定。传统 CRPP 术中透视及固定过程中易致骨断端再移位，尤其是骨折移位严重和不稳定骨折，患者和术者放射暴露必然会增加^[11]。Hsu 等^[12]研究表明，当使用 C 臂接收平板作为手术台时，患者的手臂和术者颈部的辐射暴露明显更高。为此本团队设计一种新型辅助复位固定装置应用于 CRPP 术中。本研究结果表明，该装置的应用可显著减少术中透视次数及手术时间。可能的原因有：

(1) 相对于传统临时固定方式，卡箍及碳纤维棒临时固定骨折端稳定，透视及克氏针固定操作时不易发生移位，可减少不必要的重新复位操作；(2) 临时固定后可以以肩关节为中心各方向活动，术中易实现肱骨各角度透视；(3) 使用 C 形臂 X 线机接收平板作为手术台，无需转动 C 形臂 X 线机，可缩短手术时间。该装置的应用透视时术者可以藏于铅屏后，更有效地降低了术者放射暴露。

CRPP 存在尺神经损伤风险^[13]。有学者提出微创内侧切口暴露内侧进点避免内侧置针造成尺神经损伤^[14]。也有学者提出术中应用电刺激或超声监测，以避免尺神经损伤^[15]。本研究通过触诊尺神经的方式避免尺神经损伤，结果表明仅通过触诊定位尺神经并非完全安全的技术。SHF 的一个常见远期并发症是肘关节内翻或外翻畸形，常用指标为 Baumann 角和

提携角 Baumann 角, 具有广泛的正常值范围 ($64^{\circ}\sim 82^{\circ}$), 并且随着肱骨位置 (即旋转) 而变化很大^[16]。提携角是由肱骨骨干轴和尺骨近端 1/3 轴形成的角度, 比 Baumann 角更准确和有用^[17]。这与本研究结果相一致, 结果显示两组间 Baumann 角无差异, 而提携角差异明显。新型组可获得更大的提携角, 可能的原因是本研究中将固定装置固定于上肢外侧, 使得复位固定骨折断端桡侧受到更多的纵行压力, 这还有待进一步研究。根据 Flynn 肘功能评分标准, 新型组优良率为 93.0%, 与王林涛等^[18] 研究结果相似。

综上所述, 应用新型装置辅助 CRPP 可获得良好临床结果, 有效减少术者及患儿的放射辐射并缩短手术时间, 值得进一步推广应用。

参考文献

- [1] Kropelnicki A, Ali AM, Popat R, et al. Paediatric supracondylar humerus fractures [J]. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2019, 80 (6): 312-316.
- [2] Shah M, Agashe MV. Supracondylar humerus fractures: classification based treatment algorithms [J]. *Indian J Orthop*, 2021, 55 (1): 68-80.
- [3] Liu C, Kamara A, Liu T, et al. Mechanical stability study of three techniques used in the fixation of transverse and oblique metaphyseal-diaphyseal junction fractures of the distal humerus in children: a finite element analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15 (1): 34.
- [4] 吕云亮, 杨蕊, 杨超. 经皮克氏针固定儿童不稳定性肱骨髁上骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (20): 1845-1848.
- [5] 岳煜, 宋相建, 徐宏辉, 等. 闭合手法复位和切开复位克氏针固定治疗 Gartland III 型儿童肱骨髁上骨折的疗效比较 [J]. *医药论坛杂志*, 2019, 40 (4): 83-85.
- [6] Hou P, Liu W, Zhao Z. The "Hand as Foot" teaching method in three-dimensional manual reduction of the supracondylar fracture of humerus in children [J]. *Asian J Surg*, 2022, 45 (3): 934-935.
- [7] 韦宜山, 娜木罕, 刁艳龙, 等. 经尺骨鹰嘴操纵杆辅助闭合复位技术治疗儿童 Gartland IV 型肱骨髁上骨折手术潜在风险因素的对比研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2021, 10 (3): 181-191.
- [8] Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Sixteen years' experience with long-term follow-up [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1974, 56 (2): 263-272.
- [9] Carrazzone OL, Barbachan MN, Matsunaga FT, et al. Crossed versus lateral K-wire fixation of supracondylar fractures of the humerus in children: A Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2021, 30 (2): 439-448.
- [10] Ji X, Kamara A, Wang E, et al. A two-stage retrospective analysis to determine the effect of entry point on higher exit of proximal pins in lateral pinning of supracondylar humerus fracture in children [J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14 (1): 351.
- [11] Reisoglu A, Kazimoglu C, Hanay E, et al. Is pin configuration the only factor causing loss of reduction in the management of pediatric type III supracondylar fractures [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2017, 51 (1): 34-38.
- [12] Hsu RY, Lareau CR, Kim JS, et al. The effect of C-arm position on radiation exposure during fixation of pediatric supracondylar fractures of the humerus [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96 (15): e129.
- [13] Bogdan A, Quintin J, Schuind F. Treatment of displaced supracondylar humeral fractures in children by humero-ulnar external fixation [J]. *Int Orthop*, 2016, 40 (11): 2409-2415.
- [14] Gordon JE, Patton CM, Luhmann SJ, et al. Fracture stability after pinning of displaced supracondylar distal humerus fractures in children [J]. *J Pediatr Orthop*, 2001, 3: 313-318.
- [15] Soldado F, Knorr J, Haddad S, et al. Ultrasound-guided percutaneous medial pinning of pediatric supracondylar humeral fractures to avoid ulnar nerve injury [J]. *Arch Bone Joint Surg*, 2015, 21 (3): 169-172.
- [16] Camp J, Ishizue K, Gomez M, et al. Alteration of Baumann's angle by humeral position: implications for treatment of supracondylar humerus fractures [J]. *J Pediatr Orthop*, 1993, 13 (4): 521-525.
- [17] Vaquero-Picado A, Gonzalez-Moran G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children [J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3 (10): 526-540.
- [18] 王林涛, 董震, 李伟, 等. 闭合复位经皮克氏针内固定治疗儿童伸直尺偏型肱骨髁上骨折 86 例分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (20): 1912-1914.

(收稿:2022-10-13 修回:2023-03-16)
(同行评议专家:俞松 杨璇)
(本文编辑:闫承杰)