

· 述评 ·

# 儿童肱骨髁上骨折治疗方式的选择与热点问题

崔寅鹏, 刘振江

(首都儿科研究所附属儿童医院骨科, 北京 100020)

关键词 肱骨骨折; 儿童; 治疗

中图分类号: R683.41

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.10.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Choice of treatment and hot issue on supracondylar fracture of humerus in children** CUI Yin-peng and LIU Zhen-jiang, Department of Orthopaedics, the Affiliated Children's Hospital, Capital Institute of Pediatrics, Beijing 100020, China

**KEYWORDS** Humeral Fractures; Children; Treatment



(刘振江教授)

儿童肱骨髁上骨折(paediatric supracondylar fractures of humerus)是儿童最常见的骨折之一,发病率为3.3%~16.6%,占儿童肘部骨折的60%,以5~7岁的男童多见,97%的儿童肱骨髁上骨折为伸直型骨折(extension-type fractures),多从高处跌落时手臂伸直位

受到暴力创伤所致,而屈曲型骨折(flexion-type fractures)约占3%<sup>[1-3]</sup>。由于儿童肱骨远端解剖结构的特殊性,在治疗前应充分评估神经和血管损伤并且选择合适的治疗方法。治疗目标是实现安全而稳定的骨折复位,避免远端骨折块移位造成畸形愈合,避免产生骨筋膜室综合征(compartment syndrome)、神经血管损伤(neurological and vascular injuries)及肘内翻(cubitus varus)等不良预后。本文就儿童肱骨髁上骨折的损伤评估、治疗时机、治疗方式和研究热点进行述评,希望对临床治疗提供参考。

## 1 神经和血管损伤的评估

在闭合性肱骨髁上骨折中神经麻痹约占11.3%<sup>[4]</sup>。在伸直型骨折中,骨间前神经(anterior interosseous nerve, AIN)损伤最为常见<sup>[5]</sup>;屈曲型骨折中,尺神经损伤最常见<sup>[4]</sup>。神经功能障碍多为暂时性,伤后6个月之内多可自行恢复<sup>[6]</sup>。由于患儿在伤后因疼痛、紧张、害怕等因素,临床医生对于神经损伤的评估比较困难。首先进行感觉神经检查以免增加患儿的疼痛。

运动神经损伤可以通过“剪刀、石头、布、OK”的方法来判断,以减少患儿恐惧、增加其配合程度。“剪刀”评估尺神经、“石头”评估正中神经、“布”评估桡神经、“OK”评估骨间前神经。

通过触诊桡动脉搏动评估血管损伤情况,上肢灌注可通过皮肤颜色、温度、毛细血管充盈时间来评估。肢体灌注损伤可导致缺血表现,如疼痛、感觉异常、皮温降低、毛细血管充盈时间延长或缺失、运动功能丧失等<sup>[7]</sup>。

## 2 治疗时机

目前对于儿童肱骨髁上骨折的手术时机仍存在很大争议。传统观点认为 Gartland III型需紧急处理,应在伤后数小时内即完成闭合复位和经皮克氏针内固定。但近期研究发现,延迟手术并未增加切开复位、针道感染、神经损伤和骨筋膜室综合征的概率<sup>[8]</sup>。在急诊室等待手术的患儿,推荐使用屈肘20°~40°长臂石膏夹板固定,由专业的骨科医师每2h检查神经和血管变化,以防止骨筋膜室综合征被遗漏,紧急手术探查的指征包括开放性骨折、粉红色无脉手(pink pulseless hand)、上肢无灌注(dysvascular limb)、漂浮肘(floating elbow)和正中神经损伤(median nerve compromise)等。无脉但灌注良好的肱骨髁上骨折,治疗时机仍有争议,但一致的观点是需要尽早处理<sup>[9]</sup>。

## 3 治疗方式

### 3.1 牵引治疗(traction)

伸直牵引技术可用于治疗10岁以下的肱骨髁上骨折。Gadgil等<sup>[10]</sup>治疗112例患者,预后满意者占63%,预后不良者占2.6%。尽管预后良好者可高达90%,但牵引治疗仍存在肘内翻、骨筋膜室综合征、针道感染、治疗时间长等诸多问题。牵引治疗对于肘部极度肿胀的难复性骨折,存在重大麻醉风险者,或

通讯作者:刘振江 E-mail: lzjsdd@163.com

Corresponding author: LIU Zhen-jiang E-mail: lzjsdd@163.com

在医疗条件匮乏的地区可作为一种治疗选择。

### 3.2 弹性髓内钉固定(flexible nailing fixation)

Lacher 等<sup>[11]</sup>采用弹性髓内钉治疗稳定的肱骨髁上骨折取得了良好的预后。通过三角肌下方的肱骨外侧皮肤切口,将 2 枚弹性髓内钉顺行置入肱骨中,针尖穿过骨折线置入干骺端。其优势在于避免损伤尺神经,降低肘内翻发生,不需要石膏外固定,便于术后检查肘关节的活动。但该方法需要二次手术取出内固定,上臂近端也会留下手术瘢痕。

### 3.3 外固定架技术(external fixation)

应用外固定架治疗儿童肱骨髁上骨折可以实现满意的复位,对于难复型肱骨髁上骨折也是一种安全有效的方法。无须石膏固定,可早期进行功能锻炼,约 97% 患儿在去除外固定架时即可恢复肘关节的运动功能。许益文等<sup>[12]</sup>采用微型外固定支架固定治疗大龄儿童肱骨髁上骨折获得了满意的治疗效果。外固定架的优势包括:操作简便,易于掌握;避免破坏骨折端的血液供应,对软组织及骨膜损伤小;骨折固定稳定,可早期行肘关节功能活动;避免医源性尺神经损伤,但存在针道感染、增加骨髓炎的风险。

### 3.4 闭合复位和切开复位经皮克氏针内固定

基于循证医学证据,闭合复位经皮克氏针内固定(closed reduction percutaneous pinning fixation)是治疗儿童肱骨髁上骨折的推荐方法<sup>[13]</sup>。这种治疗方式及时有效地固定避免了复位的再丢失,对骨折线周围软组织的损伤较小,有助于肘关节功能的恢复,较少发生肘关节僵硬,最大限度降低了骨筋膜室综合征的风险<sup>[14]</sup>。有学者<sup>[15]</sup>回顾分析了 66 例肱骨髁上骨折,发现闭合复位与切开复位在肘关节康复后的功能和外观上均无显著性差异。闭合复位创伤小、住院时间短、几乎没有可见的手术瘢痕,因此成为肱骨髁上骨折的首选治疗方法。但对于闭合复位的技术和经验要求较高,术中为了达到满意的骨折复位而需要反复透视,增加了患者和医生的放射线辐射的伤害。

对于闭合复位失败者可采用切开复位,切开复位的适应证还包括开放性骨折、骨筋膜室综合征、怀疑神经血管损伤需要探查者。当骨折断端缝隙过大,复位困难,肘关节过度肿胀反复尝试闭合复位获益更差时,应该考虑必要的切开复位。对于手术入路的选择目前尚无统一的标准,可根据骨膜铰链断裂的位置及骨科医生的操作经验选择。建议后内侧移位选择外侧入路、后外侧移位采用内侧入路<sup>[16]</sup>。

### 3.5 根据骨折分型进行治疗

Wilkins 改良的 Gartland 分型(Wilkins modification of Gartland's classification)将伸直型肱骨髁上骨

折分为 4 型:Ⅰ型,无移位骨折;ⅡA 型,后侧骨皮质完整,仅伴有成角畸形;ⅡB 型,后侧骨皮质完整,伴有成角及旋转畸形;ⅢA 型,骨皮质完全断裂,骨折远端向后内方移位;ⅢB 型,骨皮质完全断裂,骨折远端向后外侧移位;Ⅳ型,完全移位,在屈曲位和伸直位均不稳定的骨折。

Gartland Ⅰ型骨折属于无移位的稳定型骨折,保持前臂中立位屈肘 90°的长臂石膏固定 3~4 周即能达到满意的治疗效果。Silva 等<sup>[17]</sup>认为对于 Gartland Ⅰ型骨折,使用可拆卸的长臂石膏也能维持骨折端的稳定,达到相同的治疗效果。尤其需要注意石膏对于神经血管卡压的影响,以防止发生骨筋膜室综合征和血管损伤。

对于 Gartland ⅡA 型骨折的治疗目前尚存在争议。选择闭合复位后屈肘 90°的长臂石膏固定时,由于屈肘可能增加前臂缺血性损伤的风险,因此最好每周进行影像学检查,以便早期发现复位丢失并及时干预。肱骨远端提供了肱骨 20% 的生长潜能,且年龄较大的儿童塑形能力下降,因此,对于肱骨前缘线未通过肱骨小头中 1/3 的 ⅡA 型骨折,建议闭合复位经皮克氏针内固定治疗,以减少肘内翻的发生。

ⅡB 型、ⅢA 型、ⅢB 型肱骨髁上骨折的治疗以闭合复位经皮克氏针内固定为首选。英国骨科协会创伤标准(British Orthopaedic Association Standards for Trauma,BOAST)建议内固定物以直径 2 mm 克氏针为宜,术后 3~4 周后即可取出克氏针<sup>[18]</sup>。

Ⅳ型骨折属于高度不稳定性骨折,大多数医生仍首选闭合复位克氏针内固定治疗。Leitch 等<sup>[19]</sup>采用 2 枚克氏针先固定远端骨折块,前后位投照复位满意后,旋转 C 形臂进行侧位投照,矢状面复位后将克氏针打过骨折线,避免旋转手臂变换投照方向引起再移位。

屈曲型肱骨髁上骨折发生率较低,多由肘部受到直接暴力引起。术中选择仰卧位或俯卧位复位并没有明显的差别。因难以达到满意的复位效果,伴有尺神经损伤更为常见,为避免并发症的产生,切开复位的概率较高。

## 4 热点问题

### 4.1 克氏针的排布方式(K-wire configuration)

至少需要两枚克氏针固定防止远端骨折块的旋转,尺桡侧交叉固定(cross K-wire technique)还是单纯桡侧固定(lateral only K-wires technique)仍是讨论的热点。黄晋等<sup>[20]</sup>比较了克氏针桡侧 3 枚克氏针扇形固定和尺桡双侧 3 枚克氏针交叉固定的临床疗效,发现两组的骨折再移位、肘关节功能恢复及术后并发症并无显著性差异,前者造成医源性尺神经损

伤的风险更小。田野<sup>[21]</sup>采用闭合复位桡侧 3 枚克氏针平行固定治疗的 72 例 Gartland III 型患儿,均获得了满意的治疗效果。

Prashant 等<sup>[22]</sup>发现桡侧固定可获得与尺桡侧交叉固定相同的稳定性和相似的愈后及影像结果,且无医源性尺神经损伤的风险。Na 等<sup>[23]</sup>研究认为,以 Flynn 肘关节功能评定标准判断,尺桡侧交叉固定更容易获得优秀的评分。但医源性尺神经损伤风险较单纯桡侧固定更高(4.9% vs 0.5%),两种治疗方式在复位的丢失和肘内翻的发生率上接近。为了减少尺神经损伤,徐文斌等<sup>[24]</sup>采用超声引导下骨折复位,探查尺神经位置,提高尺侧穿针的安全性。Patriota 等<sup>[25]</sup>则采用尺侧小切口的方式暴露尺神经以避免其受损伤。

Dorgan's 技术是一种尺桡侧交叉针固定方式,与传统的桡侧固定类似,第 1 枚克氏针经肱骨外侧髁置入,第 2 枚克氏针经近端骨折块的桡侧置入,指向远端骨折块的尺侧。Dorgan's 技术是对传统的桡侧穿针固定技术的改良,从桡侧近端进针指向尺侧远端的进针方式,既能获得交叉针的稳定性,也能避免损伤尺神经<sup>[26]</sup>。单纯桡侧固定需要克氏针在骨折部位分散排列以获得充分的稳定性。术中根据骨折线的具体情况选择相适应的进针方式。无论哪种固定方式,均需要保证骨折块的稳定性。为获得更稳定的复位,无论在桡侧还是尺侧都应根据需要而增加克氏针。

#### 4.2 血管损伤的处理

儿童肱骨髁上骨折伴发血管损伤者约为 10%~20%,在伸直型骨折中更多见。血管损伤的机制是骨折块造成的血管拉伸或扭结。由于丰富的侧支循环,当肢体的远端无脉搏时仍可以维持血流灌注。粉色无脉手是指肢体远端无脉搏但灌注良好的手,此时应当尽早复位骨折,并紧密观察肢体灌注情况直到手术结束。大多数情况下,骨折成功复位后脉搏即可恢复。只要手部血管完好,可屈肘 40°固定,并密切观察以免出现血管损伤恶化。若对于血管损伤有任何疑问时应尽早联系血管外科医生,以免延误探查时机。闭合复位或者切开复位后,伴有缺血表现,出现灌注差苍白的手,需要紧急探查血管损伤情况。

#### 4.3 神经损伤的处理

神经损伤在 Gartland III 型的肱骨髁上骨折中最为常见,发生率为 10%~20%。正中神经和骨间前神经最常受累,占有神经损伤的 60%。受累程度取决于骨折的移位,后外侧移位易引起正中神经损伤,后内侧移位易损伤桡神经。肉眼可见的软组织损伤程度往往和神经损伤呈正相关性,比如肘关节的肿胀、

皮下瘀斑、皮肤的褶皱或隆起<sup>[27]</sup>。尺神经损伤通常是医源性的。内侧置入克氏针损伤尺神经的比例高达 6%<sup>[28]</sup>。尺神经麻痹系列病例显示出自发性恢复。神经恢复的中位时间为 2.3 个月(1.3~3.7 个月),60% 神经麻痹患者在术后 3 个月可恢复,而 90% 的神经麻痹患者在术后 6 个月可恢复<sup>[6]</sup>。Shore 等<sup>[29]</sup>发现正中神经恢复最快,桡神经恢复时间比正中神经恢复时间长 30%,多发性神经损伤的恢复时间比单发正中神经损伤长 54%。因此,外科医生、父母及患儿需要有耐心等待神经康复。

#### 5 总结

肱骨髁上骨折是儿童最常见的骨折,对于存在移位的不稳定骨折采用闭合复位经皮克氏针内固定是首选的治疗方法。置针方式多样,目前尚无统一的标准,可根据骨折移位情况和手术医生经验进行选择。神经和血管损伤的评估至关重要,密切的观察和尽早探查以免产生不良预后。

#### 参考文献

- [1] Holt JB, Glass NA, Shah AS. Understanding the epidemiology of pediatric supracondylar humeral fractures in the United States: identifying opportunities for intervention[J]. J Pediatr Orthop, 2018, 38(5): e245-e251.
- [2] Anjum R, Sharma V, Jindal R, et al. Epidemiologic pattern of paediatric supracondylar fractures of humerus in a teaching hospital of rural India: A prospective study of 263 cases[J]. Chin J Traumatol, 2017, 20(3): 158-160.
- [3] Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children[J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(5): 1121-1132.
- [4] Carrazzone OL, Belloti JC, Matsunaga FT, et al. Surgical interventions for the treatment of supracondylar humerus fractures in children: protocol of a systematic review[J]. JMIR Res Protoc, 2017, 6(11): e232.
- [5] Alfonso VP, Gaspar GM, Luis M. Management of supracondylar fractures of the humerus in children[J]. EFORT Open Rev, 2018, 3(10): 526-540.
- [6] Rupp M, Schäfer C, Heiss C, et al. Pinning of supracondylar fractures in children-strategies to avoid complications[J]. Injury, 2019, 50(Suppl 1): S2-S9.
- [7] Mangat KS, Martin AG, Bache CE. The 'pulseless pink' hand after supracondylar fracture of the humerus in children: the predictive value of nerve palsy[J]. J Bone Joint Surg Br, 2009, 91(11): 1521-1525.
- [8] Bales JG, Spencer HT, Wong MA, et al. The effects of surgical delay on the outcome of pediatric supracondylar humeral fractures[J]. J Pediatr Orthop, 2010, 30(8): 785-791.
- [9] Abzug JM, Herman MJ. Management of supracondylar humerus fractures in children: current concepts[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2012, 20(2): 69-77.
- [10] Gadgil A, Hayhurst C, Maffulli N, et al. Elevated, straight-arm traction for supracondylar fractures of the humerus in children[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(1): 82-87.
- [11] Lacher M, Schaeffer K, Boehm R, et al. The treatment of supra-

- condylar humeral fractures with elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 2011, 31(1):33-38.
- [12] 许益文,郑勇,石振,等.微型外固定支架治疗儿童肱骨髁上骨折的病例对照研究[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(10):902-906.  
XU YW, ZHENG Y, SHI Z, et al. Case-control study on micro external fixator in treating supracondylar fracture of humerus in children[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(10):902-906. Chinese with abstract in English.
- [13] Mulpuri K, Wilkins K. The treatment of displaced supracondylar humerus fractures: evidence-based guideline[J]. *J Pediatr Orthop*, 2012, 32(2):S143-S152.
- [14] Bhuyan BK. Close reduction and percutaneous pinning in displaced supracondylar humerus fractures in children[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2012, 3(2):89-93.
- [15] Al-Algaway AAH, Aliakbar AH, Witwit IHN. Open versus closed reduction and K-wire fixation for displaced supracondylar fracture of the humerus in children[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2019, 29(2):397-403.
- [16] Shenoy PM, AlIslam A, Puri R. Current management of paediatric supracondylar fractures of the humerus[J]. *Cureus*, 2020, 12(5):e8137.
- [17] Silva M, Sadlik G, Avoian T, et al. A removable long-arm softcast to treat nondisplaced pediatric elbow fractures: a randomized, controlled trial[J]. *J Pediatr Orthop*, 2018, 38(4):223-229.
- [18] Talbot C, Madan S. Paediatric humeral supracondylar fractures[J]. *Orthop Trauma*, 2018, 32(5):343-351.
- [19] Leitch KK, Kay RM, Femino JD, et al. Treatment of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children. A modified Gartland type-IV fracture[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88(5):980-985.
- [20] 黄晋,罗鹏飞,刘春娥.手法闭合复位配合两种克氏针固定方式治疗 Gartland II 型和 III 型儿童肱骨髁上骨折疗效比较[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(10):895-902.  
HUANG J, LUO PF, LIU CE. Comparison of clinical effect of two Kirschner wire fixations after closed reduction on supracondylar fracture of humerus in children with Gartland II and III [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(10):895-902. Chinese with abstract in English.
- [21] 田野.闭合复位桡侧平行克氏针固定治疗 Gartland III 型儿童肱骨髁上骨折[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(10):960-964.  
TIAN Y. Closed reduction and radial parallel Kirschner wire internal fixation for the treatment of Gartland III supracondylar fracture of humerus in children[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(10):960-964. Chinese with abstract in English.
- [22] Prashant K, Lakhota D, Bhattacharyya TD, et al. A comparative study of two percutaneous pinning techniques (lateral vs medial-lateral) for Gartland type III pediatric supracondylar fracture of the humerus[J]. *J Orthop Traumatol*, 2016, 17(3):223-229.
- [23] Na YY, R Bai, Zhao ZQ, et al. Comparison of lateral entry with crossed entry pinning for pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1):68.
- [24] 徐文斌,戴蓉丹,刘悦,等.超声引导下手法复位经皮交叉穿针固定治疗儿童移位型肱骨髁上骨折[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(10):907-911.  
XU WB, DAI RD, LIU Y, et al. Ultrasound-guided reduction and percutaneous crossed pin fixation for the treatment of displaced supracondylar fracture of the humerus in children[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(10):907-911. Chinese with abstract in English.
- [25] Patriota GSQ, Filho CAA, Assuncao CA. What is the best fixation technique for the treatment of supracondylar humerus fractures in children[J]. *Rev Bras Ortop*, 2017, 52(4):428-434.
- [26] Queally JM, N Paramanathan, Walsh JC, et al. Dorgan's lateral-cross-wiring of supracondylar fractures of the humerus in children: a retrospective review[J]. *Injury*, 2010, 41(6):568-571.
- [27] Ho CA, Podeszwa DA, Riccio AI, et al. Soft Tissue injury severity is associated with neurovascular injury in pediatric supracondylar humerus fractures[J]. *J Pediatr Orthop*, 2018, 38(9):443-449.
- [28] Ladenhauf HN, Schaffert M, Bauer J. The displaced supracondylar humerus fracture: indications for surgery and surgical options: a 2014 update[J]. *Curr Opin Pediatr*, 2014, 26(1):64-69.
- [29] Shore BJ, Gillespie BT, Miller PE, et al. Recovery of motor nerve injuries associated with displaced, extension-type pediatric supracondylar humerus fractures[J]. *J Pediatr Orthop*, 2019, 39(9):e652-e656.

(收稿日期:2020-09-30 本文编辑:李宜)