

## ·综述·

## 儿童肱骨髁上骨折的治疗进展

倪宏强 综述 楼跃 审校

全文二维码 开放科学码



**【摘要】** 肱骨髁上骨折是儿童最常见的肘部骨折,好发于 5~7 岁儿童,根据受伤机制的不同可分为伸直型和屈曲型,伸直型约占 98%,Gartland 又进一步将其分为 3 型。由于肱骨远端解剖结构特殊,骨折复位困难且不稳定。若治疗不当,易发生血管神经损伤、骨筋膜室综合征及肘内翻畸形等并发症。随着医疗技术的发展,儿童肱骨髁上骨折的治疗理念逐渐得到完善。本文就目前儿童肱骨髁上骨折的治疗时机、治疗方式的选择及并发症的治疗作一综述。

**【关键词】** 肱骨髁上骨折/外科学;临床方案;并发症;儿童

**【中图分类号】** R726.8 R683.41

**Therapeutic advances of supracondylar humeral fractures in children.** Ni Hongqiang, Lou Yue. Department of Orthopedics, Children's Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, 210008 China. Corresponding author: Lou Yue, Email: jsnjly@126.com

**【Abstract】** Supracondylar humeral fractures occur frequently in children aged 5–7 years. According to different injury mechanisms, supracondylar humeral fractures are divided into extension and flexion types. Accounting for around 98%, extension type is further divided into three sub-types by Gartland. Due to special anatomical structures of distal humerus in children, obtaining stable reduction has remained difficult. The common complications include neurovascular injury, compartment syndrome or cubitus varus deformity. With the constant developments of medical technology, the treatment concepts of supracondylar humeral fractures have improved gradually. This review summarizes treatment options, therapeutic timing and complication managements of supracondylar humeral fractures.

**【Key words】** Supracondylar humeral fractures/SU; Clinical Protocols; Complications; Child

肱骨髁上骨折是常见儿童骨折之一,约占儿童所有骨折的 15%~26%,占肘部骨折的 60% 左右,多发生于 5~7 岁儿童,以非优势侧多见,男女发病率基本相似<sup>[1-4]</sup>。受伤机制多为跌倒时手臂过伸着地或暴力作用于屈曲的肘关节后部所致,根据受伤机制可分为伸直型和屈曲型,前者多见,约占 98%<sup>[5]</sup>。由于肱骨远端特殊的解剖结构,移位的骨折复位困难且不稳定。若治疗不当,容易发生骨筋膜室综合征、血管神经损伤、肘内翻畸形及肘关节僵硬等并发症。近年来,国内外学者对该病进行了大量深入的临床研究,肱骨髁上骨折的治疗方法逐渐完善,其疗效得到了显著提高。本文就儿童肱骨髁上骨折的治疗时机、方式和并发症作如下综述。

### 一、治疗时机的选择

对于儿童肱骨髁上骨折治疗时机的选择,目前仍存在较大争议。传统上认为对于 Gartland III 型肱骨髁上骨折患儿,在接诊数小时内需要急诊行闭合复位经皮克氏针内固定治疗。因为随着时间的推移,患肢肿胀加重,会加大前臂骨筋膜室综合征的风险,同时也会增加切开复位的概率。Loizou 等<sup>[6]</sup>通过系统分析认为延期手术组需要二期切开复位内固定的发生率为 22.9%,而早期手术组为 11.1%,差异有统计学意义。该研究认为对于 Gartland III 型肱骨髁上骨折患儿,应于受伤 12 h 内行闭合复位经皮穿针内固定治疗。然而有不少学者并不支持这种观点<sup>[7-9]</sup>。Mehlman 等<sup>[7]</sup>通过对比伤后 8 h 内和超过 8 h 急诊手术治疗肱骨髁上骨折的疗效,发现延迟手术并没有增加切开复位的概率,针道感染及医源性神经损伤也未见增加。罗冬冬等<sup>[8]</sup>也通过 60 例肱骨髁上骨折患儿的对比研究,发现急诊手术与择期手术的疗效及远期并发症并无差异。

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.04.016

**基金项目:**江苏省“科教强国工程”青年医学人才项目(编号:QNRC2016094)

**作者单位:**南京医科大学附属儿童医院骨科(江苏省南京市,210008)

**通信作者:**楼跃, Email: jsnjly@126.com

Garg 等<sup>[9]</sup>对 872 例肱骨髁上骨折患儿按手术时机分为 4 组,发现并发症的发生率随着延迟手术反而有逐步降低的趋势。对于延迟手术的进一步处理,赵景新等<sup>[10]</sup>认为,在骨折 8 h 内早期简单复位既可提高闭合复位克氏针内固定术的成功率,又能显著缩短手术时间。因此,对于儿童肱骨髁上骨折的手术时机选择,国际上并没有公认的标准,多由骨科医师凭借自身的经验做出判断,因此手术时机的选择还需要大样本研究进一步论证。

## 二、治疗方式的选择

1. 按照骨折分型治疗: Gartland 将伸直型肱骨髁上骨折分为 3 型, I 型为骨折无移位或移位 < 2 mm; II 型为骨折端移位 > 2 mm,骨折远端后倾,可伴有横向移位,后侧骨皮质仍连续; III 型为骨折断端完全分离移位,骨皮质无接触。Wilkins<sup>[11]</sup>对 Gartland II 型依据有无旋转提出 2 个亚型: ① II A 型:后侧骨皮质连续不伴旋转; ② II B 型:后侧骨皮质连续合并有旋转移位。

Gartland I 型骨折属于稳定型骨折,骨折无移位或轻度移位(移位 < 2 mm),此型骨折行屈肘 90°长臂石膏托外固定治疗已被广泛认可<sup>[12]</sup>。Gartland II 型骨折的治疗目前仍存在争议。Parikh 等<sup>[13]</sup>对 25 例 II 型肱骨髁上骨折的治疗进行回顾性研究发现, II 型骨折经闭合复位、屈肘超过 90°石膏托固定可获得满意疗效。但是,通过过度屈曲来维持骨折复位的稳定,会增加前臂骨筋膜室的压力,加大骨筋膜室综合征发生的风险。有学者建议所有 II 型骨折均应行闭合复位经皮克氏针内固定,如 Skaggs 等<sup>[14]</sup>对 69 例 II 型骨折采取闭合复位内固定治疗,无一例发生再移位及肘内翻畸形,且均获得满意的功能恢复。O'Hara 等<sup>[15]</sup>对 71 例儿童肱骨髁上骨折(29 例 II A 型,22 例 II B 型,20 例 III 型)进行回顾性分析,指出所有 II B 型和 III 型骨折均应行闭合复位内固定治疗。Ariyawatkul 等<sup>[16]</sup>认为 II A 型骨折中干骺角变化与对侧比较少于 18°,无需行克氏针固定,但所有 II B 型骨折均应行闭合复位经皮克氏针内固定以维持骨折端的稳定。对于 Gartland III 型骨折,目前国际上将闭合复位克氏针固定作为首选治疗方法已无异议<sup>[12,17]</sup>。由于 Gartland III 型骨折断端移位严重,创伤性或医源性神经损伤相对多见,因此必须重视术前及术后的查体<sup>[18]</sup>。少数骨折断端有肌肉或者软组织嵌插,复位困难,多次闭合复位不满意则应行切开复位克氏针内固定术。

Gartland IV 型骨折是由 Leitch 等<sup>[19]</sup>学者提出的

新增分型,由高能暴力创伤或手法复位时过度屈曲所致,为多方向不稳定骨折,骨皮质完全断裂。由于 Gartland IV 型骨折多平面的不稳定,没有完整的骨膜铰链依托,造成这种类型的骨折闭合复位困难,往往需要行切开复位内固定治疗。由于此型骨折较为特殊,治疗棘手,尚缺乏大样本研究,其并发症发生率及如何选择正确的治疗方式有待进一步探讨。

屈曲型肱骨髁上骨折多由高能直接作用于屈曲的肘关节,暴力由后下方向前上方撞击尺骨鹰嘴,发生屈曲型骨折。此型骨折发生率较低,为避免骨折移位及后期畸形愈合,需精准复位。由于此类骨折断端极度不稳定,从而使克氏针进针方向及角度均难以把握,增加闭合复位的难度。Kao 等<sup>[20]</sup>报道通过俯卧位牵引伸展复位的方法安全有效,并获得满意的效果,但若仍无法复位或者怀疑神经嵌插,则需行切开复位治疗。

2. 闭合复位与有限切开复位内固定:闭合复位经皮穿针内固定是治疗儿童肱骨髁上骨折的首选手术方法,其优点在于避免了切开复位对软组织的损伤及骨膜剥离对骨折断端血运的破坏,软组织破坏的减少也会降低局部软组织粘连和出血造成血肿机化的发生,加快肘关节功能恢复。同时,可消除手术瘢痕对儿童生理心理的影响。但该手术方法对术者复位技术及经验要求较高,术中为追求满意复位需多次透视,会增加术者及患儿的辐射伤害。若骨折断端之间嵌入肌肉软组织或血管神经束,则复位困难,应避免反复复位,否则易加重软组织损伤和肿胀,增加神经血管损伤的概率,并可能增高骨筋膜室综合征的发生率。有研究提出若 X 线片显示骨折近端呈“鸟嘴”状或“ $\angle$ ”状,闭合复位成功率较低,应及时行有限切开复位治疗<sup>[33]</sup>。手术可采取前侧、后外侧或内侧入路等方式,充分暴露骨折端,解除软组织或神经血管的嵌顿,直视下解剖复位及穿针,可有效避免尺神经损伤。但该方法存在诸多弊端: ①开放切口增加感染风险; ②加重损伤骨折端周围软组织,影响骨折愈合; ③局部瘢痕影响美观; ④瘢痕挛缩可造成肘关节功能障碍等。对于术中克氏针的穿针方式及数量的选择也存在争议。Lee 等<sup>[26]</sup>在儿童肱骨髁上骨折的模型上,通过生物力学试验证明,经肱骨内外髁交叉克氏针可以获得良好的骨折端固定,在内外翻应力测试及旋转应力测试中,交叉克氏针固定均显示出最佳的稳定性。Feng 等<sup>[27]</sup>研究发现外侧 2 或 3 根克

氏针固定在对抗旋转应力时比交叉克氏针更为稳定。单纯外侧穿针方式主要有平行穿针与分散穿针之分,Hamdi等<sup>[28]</sup>认为最大限度分散穿针固定具有最强的稳定性。国外研究显示肱骨髁上骨折医源性尺神经损伤发生率约为2%~6%,克氏针固定方式的差异是主要原因<sup>[29,30]</sup>。Slobogean等<sup>[31]</sup>对2639例肱骨髁上骨折患儿采用不同穿针方式的疗效进行分析,发现交叉克氏针固定损伤尺神经风险要大于单纯外侧平行进针方式。但Otsuka<sup>[32]</sup>研究报告单纯外侧穿针与内外侧交叉克氏针固定发生医源性尺神经损伤的概率并没有不同。冯超等<sup>[33]</sup>认为内外侧交叉穿针并不一定会导致尺神经损伤,其决定性因素是手术医师的经验。

3. 弹性髓内钉内固定:弹性髓内钉内固定术通过三角肌下方的肱骨外侧皮肤取切口,2枚弹性髓内钉顺行置入肱骨中,复位并稳定骨折。Lather等<sup>[34]</sup>对127例接受弹性髓内钉治疗的肱骨髁上骨折患儿进行研究,发现118例(92.9%)愈合良好,肘关节功能活动正常,无医源性神经损伤发生。吕洪海等<sup>[35]</sup>和董震等<sup>[36]</sup>认为弹性髓内钉治疗最显著的优势是术后早期功能锻炼,该研究认为弹性髓内钉治疗可以有效防止肘关节僵硬的发生,同时还可避免医源性尺神经损伤的风险。但此种手术方式要求双C臂机配合才能更好地定位进针方向及位置,对术者技术要求高,学习曲线长,且增加了二次取针的费用。

4. 外固定架治疗:国外有学者认为外固定架治疗难复型儿童肱骨髁上骨折是一种安全有效的方法,术后无需石膏固定,可早期进行肘关节功能锻炼,且可根据复查的X线及时调整外固定架,有效避免畸形愈合,降低肘内翻发生率<sup>[37]</sup>。冯伟等<sup>[38]</sup>对13例复位困难的Gartland III型肱骨髁上骨折患儿应用桡侧单臂外固定架治疗获得满意的临床效果。外固定架的优势包括:操作简便,易于掌握;避免切开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。

### 三、并发症的治疗

肱骨髁上骨折的并发症包括骨折本身引起的并发症及手术导致的并发症,有神经血管损伤、筋膜室综合征、肘内翻畸形、针道感染、骨折再移位、骨折畸形愈合、延迟愈合、肘关节僵硬等。有文献报道并发症带来的损伤有时比骨折本身更为严重,其治疗亦需更加慎重。

1. 神经血管损伤:肱骨髁上骨折患儿约有11.3%合并创伤性神经损伤,这多与骨折严重程度及骨折类型有关<sup>[39]</sup>。伸直型骨折最常见的是骨间前神经损伤,其次为正中神经、桡神经及尺神经;屈曲型骨折发生尺神经损伤最为常见<sup>[39,40]</sup>。医源性神经损伤以尺神经损伤最多见。大多数神经损伤患儿是由神经被骨折断端牵拉而引起的功能性麻痹,术中骨折经复位固定后,神经牵拉解除,术后症状能逐渐缓解。沈阳等<sup>[41]</sup>认为超声可以早期、准确地判断神经损伤程度与预后,该研究还发现神经损伤一期手术优良率明显高于二期,应早期手术探查修复。

肱骨髁上骨折发生血管损伤并不罕见,因此必须重视对患肢血运的判断。首先触诊桡动脉有无搏动,其次评估手部颜色、温度和肿胀情况。术前不推荐行血管造影,因为损伤部位多数在骨折断端无需明确定位,而且造影会增加患肢缺血时间,耽误手术复位<sup>[42]</sup>。国外学者对于儿童肱骨髁上骨折的患肢血运状况分为3级:正常、粉红色无脉手、血管功能障碍(白色无脉手)<sup>[6]</sup>。正常毛细血管再充盈时间<2s,毛细血管再充盈时间延长、无脉、手部温度降低、颜色苍白、患肢严重肿胀,则预示血管功能障碍(白色无脉手),此种情况应立即行手术探查。粉红色无脉手即为患肢桡动脉搏动消失,但手部血运良好。大多数肱骨髁上骨折合并血管损伤,经复位后可以恢复血运,因此早期行闭合复位经皮克氏针内固定得到广泛认可,但对于复位成功后仍然存在“粉红色无脉手”的治疗一直存在争议,主要集中在骨折复位后选择密切观察还是立即行血管探查与重建两个方面<sup>[42]</sup>。前者观点为需严密观察,定时监测末梢血运。如Scannell等<sup>[43]</sup>对391例肱骨髁上骨折中36例(约占9%)合并“粉红色无脉手”行闭合复位内固定,住院观察24~36h,出院后随访发现均能获得满意疗效。Matuszewski<sup>[44]</sup>对6例术后存在“粉红色无脉手”的患儿经保守治疗,平均随访18个月无一例出现迟发性血管功能不全及生长紊乱。然而,有学者指出传统的保守疗法低估了“粉红色无脉手”的血管损伤程度<sup>[45,46]</sup>。White等<sup>[45]</sup>研究指出“粉红色无脉手”的肱动脉损伤率高达70%。Blakey等<sup>[46]</sup>报道26例闭合复位的“粉红色无脉手”中,有23例前臂及手部存在缺血性肌挛缩的征象,他们建议闭合成功复位后,如存在“粉红色无脉手”,须尽快行探查术。Ramesh等<sup>[47]</sup>研究7例闭合复位后肢体血流灌注良好但仍没有桡动脉



脉搏的患儿,发现末梢血氧饱和度持续在99%以上,6周后7例均恢复脉搏。因此,该研究认为急诊血管探查修复术仅适用于复位后前臂持续疼痛超过12h或者伴有神经功能障碍的患儿。Badkoobei等<sup>[42]</sup>认为闭合复位内固定术后应密切观察24~48h,如果观察期间出现手部血流灌注减少,则应急诊行血管探查及重建术。Cambon-Binder等<sup>[48]</sup>也同意此观点,该研究进一步指出通过测定伤侧肢体远端氧饱和度及多普勒超声分析前臂血流速度波形,可更直接客观地发现是否存在血管损伤,以便决定是否行手术修复。

2. 骨筋膜室综合征:儿童严重肱骨髁上骨折可能出现骨筋膜室综合征,发生率为1%~3%。一旦发生,会给患儿带来不良预后。因为前臂骨筋膜室压力过高,肌肉缺血性坏死,终致机化,形成瘢痕组织,逐渐挛缩而形成特有爪形手畸形,即Valkmann缺血性肌挛缩。发生骨筋膜室综合征的高危因素有严重移位的Ⅲ型骨折、高能量创伤、术前存在正中神经麻痹、漂浮肘、有血管损伤且延迟治疗及过度屈曲的长臂管型石膏固定等<sup>[5]</sup>。当患肢出现剧烈进行性疼痛时,需高度警惕骨筋膜室综合征,此时应立刻拆除石膏,抬高患肢,配合脱水药物治疗,若仍不能缓解,且肿胀及疼痛进一步加重,需尽早行骨筋膜切开减压术。

3. 肘内翻畸形:肘内翻畸形是肱骨髁上骨折常见的并发症,国内外文献报道发生率存在差异<sup>[19,49-52]</sup>。其发生机制可能有以下几点:①肱骨远端内、外侧骨骺生长不平衡;②骨折远端尺偏和向尺侧倾斜成角;③尺侧骨皮质塌陷和挤压嵌插;④骨折远端旋转;⑤软组织因素。精准复位和稳定固定是预防肘内翻的关键。对于所有尺偏型肱骨髁上骨折,术中需严格纠正骨折远端内倾、旋转和尺偏,适当使之矫枉过正,让桡侧断端皮质轻微嵌插,适当桡倾。对于已发生肘内翻的患儿,若影响美观及功能,可行手术矫正。常见的截骨手术有单纯外侧楔形截骨、倒“V”形截骨等,还有学者报道微创截骨,配合Ilizarov外固定架、泰勒架牵拉成骨均取得满意疗效。

综上所述,对于不稳定型肱骨髁上骨折首选闭合复位经皮克氏针内固定,必要时选择切开复位,弹性髓内针和外固定架治疗为各种复杂病例带来多种选择。治疗中需警惕神经血管损伤及骨筋膜室综合征等并发症,重视“粉红色无脉手”的处理。总之,对儿童肱骨髁上骨折的治疗必须结合患儿病

情特点和自身条件,评估各种治疗方案的利弊,选择最佳治疗方案,才能获得满意效果。

## 参考文献

- 1 Barr LV. Paediatric supracondylar humeral fractures: epidemiology, mechanisms and incidence during school holidays [J]. J Child Orthop, 2014, 8(2): 167-170. DOI: 10.1007/s11832-014-0577-0.
- 2 Naik LG, Sharma GM, Badgire KS, et al. Cross pinning versus lateral pinning in the management of type iii supracondylar humerus fractures in children [J]. J Clin Diagn Res, 2017, 11(8): C1-C3. DOI: 10.7860/JCDR/2017/28481.10351.
- 3 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. DOI: 10.1097/MOP.0000000000000044.
- 4 Khoshbin A, Leroux T, Wasserstein D, et al. The epidemiology of paediatric supracondylar fracture fixation: a population-based study [J]. Injury, 2014, 45(4): 701-708. DOI: 10.1016/j.injury.2013.10.004.
- 5 Mangwani J, Nadarajah R, Paterson JM. Supracondylar humeral fractures in children: ten years' experience in a teaching hospital [J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88(3): 362-365. DOI: 10.1302/0301-620X.88B3.16425.
- 6 Loizou CL, Simillis C, Hutchinson JR. A systematic review of early versus delayed treatment for type III supracondylar humeral fractures in children [J]. Injury, 2009, 40(3): 245-248. DOI: 10.1016/j.injury.2008.07.031.
- 7 Mehlman CT, Strub WM, Roy DR, et al. The effect of surgical timing on the perioperative complications of treatment of supracondylar humeral fractures in children [J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83(3): 323-327. DOI: 10.2106/00004623-200103000-00002.
- 8 罗冬冬, 卢健, 谢江涛. 急诊与有限择期闭合复位穿针固定治疗 Gartland II型及Ⅲ型儿童肱骨髁上骨折的比较 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(5): 384-387. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.05.016.  
Luo DD, Lu J, Xie JT. Comparative study on emergency treatment and selective closed reduction and percutaneous pin fixation for humeral supracondylar fracture of Gartland type II and type III in children [J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2016, 31(5): 384-387. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.05.016.
- 9 Garg S, Weller A, Larson AN, et al. Clinical characteristics of severe supracondylar humerus fractures in children [J]. J Pediatr Orthop, 2014, 34(1): 34-39. DOI: 10.1097/BPO.0b0

- 13e31829c0046.
- 10 赵景新,张志天,马亚昌,等. 小儿 Gartland III 型肱骨髁上骨折后急诊处理的效果观察[J]. 临床小儿外科杂志, 2017,16(4):381-385. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2017.04.016.  
Zhao JX,Zhang ZT, Ma YC, et al. Efficacy of simple reduction for Gartland type III supracondylar humeral fracture in emergency settings[J]. J Clin Ped Sur, 2017,16(4):381-385. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2017.04.016.
  - 11 Wilkins KE. The operative management of supracondylar fractures[J]. Orthop Clin North Am, 1990, 21(2):269-289.
  - 12 Howard A, Mulpuri K, Abel MF, et al. The treatment of pediatric supracondylar humerus fractures[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2012, 20(5):320-327. DOI:10.5435/JAAOS-20-05-320.
  - 13 Parikh SN, Wall EJ, Foad S, et al. Displaced type II extension supracondylar humerus fractures; do they all need pinning? [J]. J Pediatr Orthop, 2004, 24(4):380-384. DOI:10.1097/00004694-200407000-00007.
  - 14 Skaggs DL, Cluck MW, Mostofi A, et al. Lateral-entry pin fixation in the management of supracondylar fractures in children[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(4):702-707. DOI:10.2106/00004623-200404000-00006.
  - 15 O'Hara LJ, Barlow JW, Clarke NM. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Audit changes practice [J]. J Bone Joint Surg Br, 2000, 82(2):204-210. DOI:10.1302/0301-620x.82b2.0820204.
  - 16 Ariyawatkul T, Eamsobhana P, Kaewpornsawan K. The necessity of fixation in Gartland type 2 supracondylar fracture of the distal humerus in children (modified Gartland type 2A and 2B) [J]. J Pediatr Orthop B, 2016, 25(2):159-164. DOI:10.1097/BPB.0000000000000251.
  - 17 Mulpuri K, Wilkins K. The treatment of displaced supracondylar humerus fractures; evidence-based guideline[J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(Suppl 2):S143-S152. DOI:10.1097/BPO.0b013e318255b17b.
  - 18 Khademolhosseini M, Abd RA, Ibrahim S. Nerve injuries in supracondylar fractures of the humerus in children; is nerve exploration indicated? [J]. J Pediatr Orthop B, 2013, 22(2):123-126. DOI:10.1097/BPB.0b013e3182835b2e14.
  - 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. DOI:10.2106/JBJS.D.02956.
  - 20 Kao HK, Lee WC, Yang WE, et al. Treatment of displaced flexion-type pediatric supracondylar humeral fractures in the prone position [J]. J Orthop Surg, 2017, 25(1):2309499016684412. DOI:10.1177/2309499016684412.
  - 21 李凡, 勘武生, 徐剑, 等. 有限切开复位与闭合复位治疗儿童 Gartland III 型肱骨髁上骨折的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(4):298-302. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2013.04.005.  
Li F, Kan WS, Xu J, et al. Limited open reduction versus closed reduction in treatment of supracondylar humerus fractures in children [J]. Chin J Orthop Trauma, 2013, 15(4):298-302. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2013.04.005.
  - 22 Lee SS, Mahar AT, Miesen D, et al. Displaced pediatric supracondylar humerus fractures; biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques [J]. J Pediatr Orthop, 2002, 22(4):440-443. DOI:10.1097/01241398-200207000-00005.
  - 23 Feng C, Guo Y, Zhu Z, et al. Biomechanical analysis of supracondylar humerus fracture pinning for fractures with coronal lateral obliquity [J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(2):196-200. DOI:10.1097/BPO.0b013e318242a99a.
  - 24 Hamdi A, Poitras P, Louati H, et al. Biomechanical analysis of lateral pin placements for pediatric supracondylar humerus fractures [J]. J Pediatr Orthop, 2010, 30(2):135-139. DOI:10.1097/bpo.0b013e3181cfd14.
  - 25 Edmonds EW, Roocroft JH, Mubarak SJ. Treatment of displaced pediatric supracondylar humerus fracture patterns requiring medial fixation; a reliable and safer cross-pinning technique [J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(4):346-351. DOI:10.1097/bpo.0b013e318255e3b1.
  - 26 Sarrafan N, Nasab SA, Ghalami T. Treatment of displaced supracondylar fracture of the humerus in children by open pinning from lateral approach; an investigation of clinical and radiographical results [J]. Pak J Med Sci, 2015, 31(4):930-935. DOI:10.12669/pjms.314.7696.
  - 27 Slobogean BL, Jackman H, Tennant S, et al. Iatrogenic ulnar nerve injury after the surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus; number needed to harm; a systematic review [J]. J Pediatr Orthop, 2010, 30(5):430-436. DOI:10.1097/BPO.0b013e3181e00c0d.
  - 28 Otsuka NY. In Children with Supracondylar Humeral Fractures, Crossed Pins Increased Fracture Stability Compared with Lateral Pins [J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(22):1935. DOI:10.2106/JBJS.16.00884.
  - 29 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效果分析[J]. 中华小儿外科杂志, 2008, 29(5):291-293. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2008.05.010.  
Feng C, Guo Y, Zhang JL. Close reduction and percutaneous

- pin fixation of Gartland III supracondylar fracture of the humerus in children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2008, 29(5): 291-293. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2008.05.010.
- 30 Lacher M, Schaeffer K, Boehm R, et al. The treatment of supracondylar humeral fractures with elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children[J]. J Pediatr Orthop, 2011, 31(1): 33-38. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181ff64c0.
  - 31 吕洪海, 陈蔚, 王彭, 等. 弹性髓内针与交叉克氏针治疗儿童肱骨髁上骨折的并发症比较[J]. 临床小儿外科杂志, 2012, 11(3): 183-186. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2012.03.006.  
Lu HH, Chen W, Wang P, et al. Do the elastic intramedullary needle and retrograde cross k-wire techniques for the treatment of children for supracondylar fracture of humerus of the complications of the fracture in comparison[J]. J Clin Ped Sur, 2012, 11(3): 183-186. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2012.03.006.
  - 32 董震, 齐鹏, 李伟, 等. 弹性髓内针固定治疗 Gartland III 型儿童肱骨髁上骨折[J]. 中华小儿外科杂志, 2016, 37(10): 790-793. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2016.10.017.  
Dong Z, Qi P, Li W, et al. Treatment of Gartland type III supracondylar humeral fractures with elastic intramedullary nailing in children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2016, 37(10): 790-793. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2016.10.017.
  - 33 Weinberg AM, Castellani C, Arzdorf M, et al. Osteosynthesis of supracondylar humerus fractures in children; a biomechanical comparison of four techniques[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2007, 22(5): 502-509. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2006.12.004.
  - 34 冯伟, 王强, 宋宝健, 等. 桡侧单臂外固定支架治疗儿童严重肱骨髁上骨折[J]. 临床小儿外科杂志, 2014, 13(5): 415-417. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2014.05.014.  
Feng W, Wang Q, Song BJ, et al. Radial external fixator for closed treatment of serious supracondylar humerus fractures in children[J]. J Clin Ped Sur, 2014, 13(5): 415-417. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2014.05.014.
  - 35 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 Research Protocols, 2017, 6(11): e232. DOI: 10.2196/re-sprot.8343.
  - 36 Hill CE, Cooke S. Common Paediatric Elbow Injuries[J]. Open Orthop J, 2017, 11(Suppl-8, M6): 1380-1393. DOI: 10.2174/1874325001711011380.
  - 37 沈阳, 陈柏松, 沈云东. 肱骨髁上骨折伴桡神经损伤 41 例的手术治疗[J]. 实用儿科临床杂志, 2012, 27(11): 839-840. DOI: 10.3969/j.issn.1003-515X.2012.11.012.  
Shen Y, Chen BS, Shen YD. Surgical treatment of humeral supracondylar fracture with radial nerve injury in 41 children[J]. J Appl Clin Pediatr, 2012, 27(11): 839-840. DOI: 10.3969/j.issn.1003-515X.2012.11.012.
  - 38 Badkoobehi H, Choi PD, Bae DS, et al. Management of the pulseless pediatric supracondylar humeral fracture[J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(11): 937-943. DOI: 10.2106/JBJS.N.00983.
  - 39 Scannell BP, Jackson JR, Bray C, et al. The perfused, pulseless supracondylar humeral fracture: intermediate-term follow-up of vascular status and function[J]. J Bone Joint Surg Am, 2013, 95(21): 1913-1919. DOI: 10.2106/JBJS.L.01584.
  - 40 Matuszewski L. Evaluation and management of pulseless pink/pale hand syndrome coexisting with supracondylar fractures of the humerus in children[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(8): 1401-1406. DOI: 10.1007/s00590-013-1337-4.
  - 41 White L, Mehlman CT, Crawford AH. Perfused, pulseless, and puzzling: a systematic review of vascular injuries in pediatric supracondylar humerus fractures and results of a POSNA questionnaire[J]. J Pediatr Orthop, 2010, 30(4): 328-335. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181da0452.
  - 42 Blakey CM, Biant LC, Birch R. Ischaemia and the pink, pulseless hand complicating supracondylar fractures of the humerus in childhood: long-term follow-up[J]. J Bone Joint Surg Br, 2009, 91(11): 1487-1492. DOI: 10.1302/0301-620X.91B11.22170.
  - 43 Ramesh P, Avadhani A, Shetty AP, et al. Management of acute 'pink pulseless' hand in pediatric supracondylar fractures of the humerus[J]. J Pediatr Orthop B, 2011, 20(3): 124-128. DOI: 10.1097/BPB.0b013e3182342733e.
  - 44 Cambon-Binder A, Jehanno P, Tribout L, et al. Pulseless supracondylar humeral fractures in children: vascular complications in a ten year series[J]. Int Orthop, 2018, 42(4): 891-899. DOI: 10.1007/s00264-017-3698-5.
  - 45 Ali AM, Abouelnas BA, Elgohary HS. Dome osteotomy using the paratricipital (triceps-sparing) approach for cubitus varus deformity in children: a surgical technique to avoid lateral condylar prominence[J]. J Pediatr Orthop B, 2016, 25(1): 62-68. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000205.

(下转第 376 页)

- Abernethy syndrome[J]. Clin Case Rep, 2018, 6(5): 930-934 DOI:10.1002/ccr3.1384.
- 4 Benedict M, Rodriguez-Davalos M, Emre S, et al. Congenital extrahepatic portosystemic shunt (Abernethy malformation type b with associated hepatocellular carcinoma: case report and literature review[J]. Pediatr Dev Pathol, 2017, 20(4): 354-362. DOI:10.1177/1093526616686458.
  - 5 谢恩萍, 张国庆, 步军. 新生儿先天性门体静脉分流合并髂动脉-脐静脉瘘一例报告并文献复习[J]. 中国新生儿科杂志, 2017, 32(4): 287-290. DOI:10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2017.04.01.
  - Xie EP, Zhang GQ, Bu J, et al. Neonatal congenital portosystemic shunt complicated with iliac artery-umbilical vein fistula: a case report and literature review[J]. Chi J Neonatol, 2017, 32(4): 287-290. DOI:10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2017.04.01.
  - 6 徐耀端, 尚子奎, 黄维鑫, 等. 3D-CTA 与 3D-DSA 检查在脑动脉瘤显微夹闭术中的评估价值[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2018, 17(2): 122-125. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-2897(2018)17-122-04.
  - Xu YD, Shang ZK, Huang WX, et al. Evaluations of 3D-CTA and 3D-DSA in microsurgical clipping of cerebral aneurysms[J]. Chin J Neurosurg Dis Res, 2018, 17(2): 122-125. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-2897(2018)17-122-04.
  - 7 裘敏剑. Abernethy 畸形的影像学表现二例[J]. 中华医学杂志, 2013, 93(9): 717-718. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.09.022.
  - Qiu MJ. Imaging findings of Abernethy malformation: a report of two cases[J]. Natl Med J China, 2013, 93(9): 717-718. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.09.022.
  - 8 Morgan G, Superina R. Congenital absence of the portal vein: two cases and a proposed classification system for portosystemic vascular anomalies[J]. J Pediatr Surg, 1994, 29(9): 1239-1241. DOI:10.1016/0022-3468(94)90812-5.
  - 9 赵东, 夏强. 小儿肝移植的现状与展望[J]. 肝胆外科杂志, 2017, 25(4): 244-247. DOI:10.3969/j.issn.1006-4761.2017.04.003.
  - Zhao D, Xia Q. Current status and prospects of liver transplantation in children[J]. J Hepatobiliary Surg, 2017, 25(4): 244-247. DOI:10.3969/j.issn.1006-4761.2017.04.003.
  - 10 İlgin Özden, Ayşen Yavru, Mine Güllüoğlu, et al. Transplantation for large liver tumors in the setting of Abernethy malformation[J]. Exp Clin Transplant, 2017, 15(Suppl 2): 82-85. DOI:10.6002/ect.TOND16.L23.
- (收稿日期: 2019-04-25)

**本文引用格式:** 姬将, 侯明丽, 张丹庆, 等. 儿童 Abernethy 畸形 1 例报告并文献复习[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(4): 374-376. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.04.018.

**Citing this article as:** Ji J, Hou ML, Zhang DQ, et al. Abernethy malformation in children: one case report with a literature review[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(4): 374-376. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.04.018.

(上接第 369 页)

- 46 王华松, 王庆伟, 黄继锋, 等. PACS 系统在改良等腰三角形截骨治疗肘内翻中的辅助应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(19): 1817-1819. DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2017.19.19.
  - Wang HS, Wang QW, Hang JF, et al. Application of PACS system for cubitus varus with modified isosceles triangle osteotomy[J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25(19): 1817-1819. DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2017.19.19.
  - 47 黄学净, 韦永忠, 覃启信. 采用定位器克氏针交叉固定治疗儿童肱骨髁上骨折 48 例临床观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(20): 1906-1908. DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2014.20.17.
  - Huang XJ, Wei YZ, Qin QX. Clinical observations of treating supracondylar humeral fractures in children by cross fixation with locator Kirschner wire: a report of 48 cases[J]. Orthopedic Journal of China, 2014, 22(20): 1906-1908. DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2014.20.17.
  - 48 Verka PS, Kejariwal U, Singh B. Management of cubitus varus deformity in children by closed dome osteotomy[J]. J Clin Diagn Res, 2017, 11(3): C8-C12. DOI:10.7860/JCDR/2017/24345.9551.
- (收稿日期: 2018-03-31)

**本文引用格式:** 倪宏强, 楼跃. 儿童肱骨髁上骨折的治疗进展[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(4): 364-369. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.04.016.

**Citing this article as:** Ni HQ, Lou Y. Therapeutic advances of supracondylar humeral fractures in children[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(4): 364-369. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.04.016.