

· 综述 ·

儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折操纵杆辅助闭合复位技术的研究进展



全文二维码

熊子轩 赵胡日查 祁凯 郭宇 韦宜山

内蒙古医科大学第二附属医院小儿骨科, 呼和浩特 010000

通信作者: 韦宜山, Email: weiyishan@sohu.com

【摘要】 儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折的远端在冠状面、矢状面和水平面上会随着肘关节所处屈伸位置不同而呈现多方向且不稳定的状态。该类型骨折临床少见, 手术中容易出现闭合复位和穿针固定困难, 引发复位质量差和术后肘关节结构与功能恢复不良。辅助闭合复位技术治疗儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折具有高效、安全、精准等特点, 目前已成为临床关注焦点。本文就儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折的临床特征以及操纵杆辅助闭合复位技术研究进展做一综述。

【关键词】 肱骨骨折; 骨折固定术; 儿童

基金项目: 内蒙古自治区科技攻关计划项目(2021GG0207)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202301022-019

Research advances of joystick-assisted closed reduction technique for multidirectional unstable supracondylar humeral fractures in children

Xiong Zixuan, Zhao Huricha, Qi Kai, Guo Yu, Wei Yishan

Second Affiliated Hospital, Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, China

Corresponding author: Wei Yishan, Email: weiyishan@sohu.com

【Abstract】 With flexion and extension positions of the elbow, distal end of supracondylar humeral fractures is both multidirectional and unstable in coronal, sagittal and horizontal planes in children. Although this type of fracture is rare in clinical practice, it is rather difficult to close reduction and pin fixation intraoperatively, leading to poor reduction quality and poor postoperative structural and functional recovery of the elbow. Assisted closed reduction technique for multidirectionally unstable supracondylar humeral fracture has attracted a lot of attention in children since it offers the characteristics of high efficiency, safety and accuracy. This review summarized the characteristics of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures and focused upon the research advances of pin joystick technique plus CRPP in children to enhance the clinical understanding of the characteristics of this fracture and further familiarize with the relevant auxiliary reduction techniques.

【Key words】 Humeral Fractures; Fracture Fixation; Child

Fund program: Inner Mongolia Key Technology R&D Program (2021GG0207)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202301022-019

儿童肱骨髁上骨折是指发生在肱骨内外髁连线至其上 2~3 cm 范围内的骨折, 是儿童常见的肘关节损伤^[1-4]。以伸直型为多, 约占 98%, 屈曲型约占 2%^[5]。根据经典的 Gartland 分类, 将伸直型肱骨髁上骨折分为三型: I 型无移位; II 型有移位, 但后侧骨皮质完整; III 型完全移位, 骨皮质无连续性^[6]。2006 年, 文献首次报道了一种 Gartland 分类无法覆盖的骨折类型, 即随着肘关节所处位置的不同, 骨折远端会在屈曲、伸直和水平方向上呈现多方向不稳定的状态, 鉴于其在诊疗上与 Gartland III 型骨折截然不同, 将这一特殊类型骨折定义为“多方向不稳定肱骨髁上骨折”, 也称“改良

Gartland IV 型肱骨髁上骨折”^[7]。

儿童肱骨髁上骨折类型不同, 治疗方案亦不同。对于 I 型肱骨髁上骨折, 通常采取石膏原位外固定治疗; 对于有移位肱骨髁上骨折(包括 Gartland II 型、III 型和 IV 型)的治疗, 其金标准是闭合复位经皮克氏针内固定(closed reduction and percutaneous pinning, CRPP)^[8-9]。尽管现代医学对儿童肱骨髁上骨折诊疗的认识不断深入, 但很多问题和争议依然存在, 如不断有新的骨折类型被发现、如何利用辅助技术提高复位质量、术中如何确定恰当的置针方式与置针数量、复位困难者行切开复位的确切指征等^[10-14]。本文通过文献综述

探讨儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折的临床特征及辅助复位技术的应用,旨在加深临床医师对于此类骨折的认识和丰富其治疗手段。

一、儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折的临床特征

儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折是一种少见的骨折类型。不同于 Gartland III 型骨折的单一方向位移,这类骨折由于包裹骨折端的环形骨膜铰链完全断裂,骨折远端完全失去了稳定性,大大增加了闭合复位与穿针固定的难度^[7,15]。

由于非麻醉状态下无法对患儿实施“多方向不稳定试验”,因此儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折在术前通常无法明确诊断,造成术中准备不充分或没有配合默契的助手协同,即使花费大量手术时间进行闭合复位,但由于其“多方向不稳定”的特征,部分病例仍然无法得到满意复位,不得不转为切开复位内固定^[7,16-17]。因此,如何通过术前影像学检查识别或预判多方向不稳定肱骨髁上骨折尤为关键。Sharma 等^[16]认为,临床应警惕严重移位的 Gartland III 型儿童肱骨髁上骨折可能为多方向不稳定肱骨髁上骨折。韦宜山等^[18]通过对比研究发现,严重移位的儿童肱骨髁上骨折,如出现肘后“脂肪垫征”缺失和骨折远端桡偏移位是预判多方向不稳定肱骨髁上骨折的有效影像学证据。Mitchell 等^[19]采用单变量 Logistic 回归分析术前放射学参数预判儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折的发生几率发现,骨折远端在矢状面屈曲成角、冠状面桡偏、冠状面侧方移位、断端部分皮质骨接触、折线向近端延伸是该类骨折的重要影像学特征;并指出多方向不稳定肱骨髁上骨折和屈曲型髁上骨折之间可能存在较多的相互重叠。因此,当术前移位严重并出现上述影像学特征时,需要考虑多方向不稳定肱骨髁上骨折存在的可能性。为避免术后肘关节结构和功能受术中复位不良的影响,其切开复位率较 Gartland III 型骨折明显增加^[19-20]。然而,较多关于闭合与切开复位治疗有移位儿童肱骨髁上骨折的对比研究发现,切开复位患儿中医源性神经血管损伤、肘后伸肌装置受损、瘢痕、肘关节僵硬和肘内翻等并发症明显增加^[21-24]。基于以上,操纵杆辅助 CRPP 技术引起了临床医师的关注。

二、操纵杆辅助 CRPP 技术在儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折中的应用进展

目前操纵杆辅助 CRPP 技术已被逐步用于治疗严重移位的儿童肱骨髁上骨折。辅助复位技术在控制骨折端旋转、提高复位质量、降低切开复位率以及缩短手术时间等方面具有明显优势^[25-26]。尽管辅助复位在儿童肱骨髁上骨折治疗中得以应用,但操纵杆辅助治疗多方向不稳定肱骨髁上骨折的临床报道仍然较少。

(一) 预置 2 枚克氏针辅助 CRPP 技术

Leitch 等^[7]对 297 例儿童肱骨髁上骨折进行回顾性分析发现,9 例为多方向不稳定型骨折,术中行“多方向不稳定试验”显示,屈曲与伸直肘关节时,骨折远端分别向前方和后方运动,并伴无规则轴向旋转,证实为多方向不稳定肱骨髁上骨折。术中于骨折远端桡侧钻入 2 枚克氏针但不穿越骨折

线,随后于肘关节半伸直位下闭合复位矫正冠状面畸形,旋转 C 型臂 X 线机获取侧位像,闭合复位矫正矢状面畸形,此时预置的克氏针可以作为操纵杆辅助闭合复位,以克服闭合复位中遇到的不稳定状态。确认复位满意后,钻入 2 枚预置克氏针并穿过骨折线达对侧皮质,完成固定。如骨折端仍不稳定,则继续钻入第 3 枚克氏针加固。该项研究中,9 例 Gartland IV 型骨折采用预置 2 枚克氏针辅助复位 CRPP 技术,术后平均 9 周肘关节活动完全恢复,无一例出现并发症。Leitch 等^[7]认为,骨折远端预置克氏针辅助 CRPP 技术治疗多方向不稳定肱骨髁上骨折疗效可靠,并建议旋转 C 型臂 X 线机获得透视图像而非旋转患儿手臂,这也是防止复位丢失的核心操作。

上述研究中,虽然预置克氏针可以在闭合复位满意后继续钻入并完成骨折固定,以最大程度防止经皮穿针引发的复位丢失,但作者并未明确指出 2 枚克氏针以何种角度和方向实施预置,因而增加了手术操作的不确定性,且该研究样本量小,无法评估需要切开复位的实际比率。

(二) 经肱骨小头预置 1 枚克氏针辅助 CRPP 技术

Novais 等^[27]回顾了 8 例经肱骨小头预置 1 枚克氏针辅助 CRPP 技术治疗的儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折病例,术中牵引和推挤内外侧髁纠正冠状面移位,屈肘后对鹰嘴和肱骨远端施加压力纠正矢状面畸形,于透视引导下,屈肘 90° 将 1 枚克氏针经桡侧钻入肱骨小头但不穿越骨折线,该枚克氏针起到操纵杆的作用。助手分别握紧患侧肱骨近端和前臂,肘关节保持足够的牵张力使骨折端对合。利用操纵杆于水平方向上抬和下压,并纠正骨折远端的轴向旋转。旋转 C 型臂 X 线机获取侧位像,继续通过操纵杆小心撬动骨折远端以实现骨折端完全复位。复位满意后,钻入作为操纵杆的克氏针达骨折近端对侧皮质,随即从桡侧置针钻入第 2、3 枚克氏针,以最大分离角度穿过骨折端;8 例患儿经随访均获满意疗效,无一例并发症发生。Novais 等^[27]参照 Leitch 等^[7]的操作发现,在治疗多方向不稳定肱骨髁上骨折时,预置克氏针作为操纵杆尤为重要,没有置入操纵杆前,想获得稳定复位异常困难。另外,在进行经皮穿针固定时,复位丢失的风险也极大,而使用操纵杆辅助 CRPP 技术安全有效,可以避免切开复位。作者同时强调,获得侧位图像时应通过旋转 C 型臂 X 线机而非患侧上肢的重要性。

该项研究的局限性包括样本量小以及缺乏与其他复位方式的对比。同时,在临床实践中,该方法的可重复性受到质疑,因为无法将作为操纵杆的克氏针方向预置得如此精确,即:将骨折端冠状面和矢状面复位后,操纵杆还能被当作固定针准确地经骨折端直达对侧皮质,而非穿出皮质导致固定无效^[31]。

(三) 采用“毛巾卷”联合克氏针辅助 CRPP 技术

Silva 等^[17]在对 2 721 例儿童肱骨髁上骨折的前瞻性研究中,将 12 例多方向不稳定肱骨髁上骨折与 118 例 Gartland III 型骨折的治疗结果进行比较。在实施多方向不稳定肱骨髁上骨折手术中纵向牵引以纠正冠状面移位,在骨折近端下

方放置“毛巾卷”,将 1 枚预置克氏针桡侧钻入骨折远端作为操纵杆。当克氏针准确钻入后,屈肘 90°且前臂施加向下压力,以此纠正矢状面移位和成角,复位成功后顺势钻入克氏针并达到对侧皮质。正侧位透视检查如复位满意,则钻入其余克氏针完成固定。如复位不可接受,则通过操纵杆进一步纠正移位和成角,直至复位满意。该研究发现,多方向不稳定肱骨髁上骨折出现肱骨远端滑车坏死的概率高于 Gartland III 型骨折,然而,两类骨折在术后感染的发生率、Baumann 角、肘关节活动度和不满意结果的发生率方面均无明显差异。作为一项前瞻性研究,证实“毛巾卷”联合克氏针辅助 CRPP 技术治疗多方向不稳定肱骨髁上骨折可获得满意的临床结果。Silva 等^[17]在 Novais 等^[27]操纵杆技术的基础上,创造性地联合应用骨折近端放置“毛巾卷”的操作,且准确描述预置克氏针的钻入角度和方向,使得轴向复位的可靠性得到保障,还能以稳定的方式调节所需复位状态,极大提高了将操纵杆转化为固定针的可重复性。骨折端复位效果可靠和可控是该项技术的“亮点”。该研究的局限性在于研究样本数量少,无法确定预期结果的风险范围。

(四)采用克氏针杠杆撬拨辅助 CRPP 技术

Pei 等^[29]在对 27 例儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折尝试闭合复位失败后,采用了克氏针杠杆撬拨辅助 CRPP 技术进行治疗。术中 C 型臂 X 线机侧位透视下克氏针刺入肘后软组织并直达骨折端,利用杠杆原理撬拨完成骨折端复位,复位满意后,桡侧用 3 枚克氏针依次固定。末次随访时临床评估优良率为 96.3%,无一例出现并发症。类似的临床研究也表明,与切开复位相比,采用克氏针杠杆撬拨辅助 CRPP 技术治疗儿童有移位肱骨髁上骨折疗效更具优势,进一步验证了该技术的安全性和有效性^[26]。该研究的局限性在于并未提及如何借助杠杆原理解决骨折端旋转的问题;对经皮撬拨创口的感染风险、对周围血管神经可能产生的损伤,以及对肘后伸肌装置的干扰等情况没有明确评估和描述。

(五)经尺骨鹰嘴操纵杆辅助 CRPP 技术

Wei 等^[28]对 35 例儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折实施对比研究,分别使用单纯 CRPP 技术治疗和经尺骨鹰嘴操纵杆辅助 CRPP 技术治疗,观察两种方法下患儿术中、术后临床及影像学结果。术中麻醉成功后,均实施“多方向不稳定性试验”明确诊断。采用经尺骨鹰嘴操纵杆辅助技术前,纵向牵引患肢,初步复位骨折端,屈肘 90°,G 型臂 X 线机透视下经皮钻入 1 枚克氏针,将尺骨鹰嘴、肘关节、骨折远端连为一个整体,但克氏针不穿越骨折线,此克氏针即为操纵杆。通过推挤内外侧髁、上抬或下压操纵杆、旋转前臂复位不稳定的骨折端,确认骨折端于冠状面和矢状面基本复位,敲击操纵杆通过骨折线并进入肱骨近端髓腔。由于操纵杆位于髓腔且贯穿骨折远近端,能起到临时稳定作用,因而骨折远端冠状面和矢状面的移位和成角还可以通过手法复位继续得到纠正。待复位满意后,桡侧钻入 3 枚克氏针固定骨折端并撤除操纵杆。该研究结果显示,与单纯 CRPP 相比,操纵杆辅助 CRPP 治疗手术时间缩短,透视次数减少,且冠状面

复位质量更准确,这是该辅助复位技术的优势。

类似文献均已证实,使用操纵杆辅助 CRPP 技术可以缩短手术时长,降低术中潜在风险和节省医疗资源^[15]。同时,操纵杆将尺骨鹰嘴、肘关节和骨折远端临时连为一个整体,可以有效降低复位丢失的风险。该研究发现,如果没有贯穿髓腔的克氏针将尺骨鹰嘴与骨折端连接为一个整体,想获得稳定和满意的复位几乎是不可能的^[31]。Green 等^[34]采用此方法治疗 9 例屈曲型肱骨髁上骨折后,也得出了相同结论。

三、总结

多方向不稳定肱骨髁上骨折发生率低,术前难以明确诊断,术中复位困难,经皮固定极具挑战性,术后肘关节结构与功能易受术中复位不良影响。辅助复位技术治疗多方向不稳定肱骨髁上骨折具有高效、安全、精确等特点,掌握这些辅助技术能丰富此类特殊骨折的治疗手段。鉴于多方向不稳定肱骨髁上骨折发病率低的特点,为了更准确评估这种少见损伤模式的相关临床结果,实施多中心、前瞻性、大宗病例以及长期随访将是未来研究的趋势。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Pavone V, Vescio A, Accadbled F, et al. Current trends in the treatment of supracondylar fractures of the humerus in children: results of a survey of the members of European Paediatric Orthopaedic Society [J]. *J Child Orthop*, 2022, 16(3): 208-219. DOI: 10.1177/18632521221106379.
- [2] Radaideh AM, Rusan M, Obeidat O, et al. Functional and radiological outcomes of different pin configuration for displaced pediatric supracondylar humeral fracture: a retrospective cohort study [J]. *World J Orthop*, 2022, 13(3): 250-258. DOI: 10.5312/wjo.v13.i3.250.
- [3] Boyd DW, Aronson DD. Supracondylar fractures of the humerus: a prospective study of percutaneous pinning [J]. *J Pediatr Orthop*, 1992, 12(6): 789-794. DOI: 10.1097/01241398-199211000-00017.
- [4] 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.
- [5] Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2008, 90(5): 1121-1132. DOI: 10.2106/JBJS. G.01354.
- [6] Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children [J]. *Surg Gynecol Obstet*, 1959, 109(2): 145-154.
- [7] 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.
- [8] Swenson AL. The treatment of supracondylar fractures of the humerus by Kirschner-wire transfixion [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1948, 30(4): 993-997. DOI: 10.2106/00004623-194830040-00023.
- [9] Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children [J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3(10): 526-540. DOI: 10.1302/2058-5241.

3. 170049.
- [10] Su YX, Nan GX. Evaluation of a better approach for open reduction of severe Gartland type III supracondylar humeral fracture [J]. J Invest Surg, 2021, 34 (5): 479-485. DOI: 10. 1080/08941939. 2019. 1649766.
- [11] Slongo T, Schmid T, Wilkins K, et al. Lateral external fixation-a new surgical technique for displaced unreducible supracondylar humeral fractures in children [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90 (8): 1690-1697. DOI: 10. 2106/JBJS. G. 00528.
- [12] 陈伟, 周英, 彭玉兰. 儿童肱骨髁上骨折骨牵引与闭合复位内固定的疗效比较 [J]. 临床骨科杂志, 2019, 22 (6): 716-719. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-0287. 2019. 06. 028.
Chen W, Zhou Y, Peng YL. Efficacy comparison of bone traction and closed reduction and internal fixation for supracondylar humeral fracture in children [J]. J Clin Orthop, 2019, 22 (6): 716-719. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-0287. 2019. 06. 028.
- [13] Dineen HA, Stone J, Ostrum RF. Closed reduction percutaneous pinning of a pediatric supracondylar distal humerus fracture [J]. J Orthop Trauma, 2019, 33 (Suppl 1): S7-S8. DOI: 10. 1097/BOT. 0000000000001523.
- [14] Tarallo L, Novi M, Porcellini G, et al. Gartland type III supracondylar fracture in children: is open reduction really a dangerous choice? [J]. Injury, 2022, 53 (Suppl 1): S13-S18. DOI: 10. 1016/j. injury. 2021. 02. 071.
- [15] 韦宜山, 娜木罕, 刁艳龙, 等. 经尺骨鹰嘴操纵杆辅助闭合复位治疗儿童 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. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-252X. 2021. 03. 005.
Wei YS, Na MH, Diaoyan YL, et al. A comparative study on potential risks of surgery in the treatment of Gartland type IV supracondylar humeral fracture with a transolecranon pin joystick in children [J]. Chin J Bone Joint, 2021, 10 (3): 181-191. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-252X. 2021. 03. 005.
- [16] Sharma A, Sethi A. Multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children [J]. JBJS Rev, 2019, 7 (3): e3. DOI: 10. 2106/JBJS. RVW. 18. 00045.
- [17] Silva M, Cooper SD, Cha A. The outcome of surgical treatment of multidirectionally unstable (type IV) pediatric supracondylar humerus fractures [J]. J Pediatr Orthop, 2015, 35 (6): 600-605. DOI: 10. 1097/BPO. 0000000000000344.
- [18] 韦宜山, 刘万林, 王国强, 等. 经尺骨鹰嘴操纵杆技术辅助闭合复位治疗儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40 (20): 1397-1408. DOI: 10. 3760/cma. j. cn121113-20200311-00150.
Wei YS, Liu WL, Wang GQ, et al. Clinical observation of utilizing a transolecranon pin joystick technique for multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children [J]. Chin J Orthop, 2020, 40 (20): 1397-1408. DOI: 10. 3760/cma. j. cn121113-20200311-00150.
- [19] Mitchell SL, Sullivan BT, Ho CA, et al. Pediatric Gartland type-IV supracondylar humeral fractures have substantial overlap with flexion-type fractures [J]. J Bone Joint Surg Am, 2019, 101 (15): 1351-1356. DOI: 10. 2106/JBJS. 18. 01178.
- [20] DeFrancesco CJ, Shah AS, Brusalis CM, et al. Rate of open reduction for supracondylar humerus fractures varies across pediatric orthopaedic surgeons: a single-institution analysis [J]. J Orthop Trauma, 2018, 32 (10): e400-e407. DOI: 10. 1097/BOT. 0000000000001262.
- [21] 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, 376. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 04. 016.
Ni HQ, Lou Y. Therapeutic advances of supracondylar humeral fractures in children [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19 (4): 364-369, 376. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 04. 016.
- [22] 文玉伟, 王强. 儿童肱骨髁上骨折的诊疗进展 [J]. 中华小儿外科杂志, 2017, 38 (5): 390-394. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2017. 05. 016.
Wen YW, Wang Q. Recent advances in the diagnosis and treatment of supracondylar humeral fractures in children [J]. Chin J Pediatr Surg, 2017, 38 (5): 390-394. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2017. 05. 016.
- [23] Pirone AM, Graham HK, Krajchich JL. Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children [J]. J Bone Joint Surg Am, 1988, 70 (5): 641-650.
- [24] Aktekin CN, Toprak A, Ozturk AM, et al. Open reduction via posterior triceps sparing approach in comparison with closed treatment of posteromedial displaced Gartland type III supracondylar humerus fractures [J]. J Pediatr Orthop B, 2008, 17 (4): 171-178. DOI: 10. 1097/BPB. 0b013e3283046530.
- [25] Turgut A, Aksakal AM, Öztürk A, et al. A new method to correct rotational malalignment for closed reduction and percutaneous pinning in pediatric supracondylar humeral fractures [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2014, 48 (5): 611-614. DOI: 10. 3944/AOTT. 2014. 13. 0031.
- [26] Lee HY, Kim SJ. Treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children by a pin leverage technique [J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89 (5): 646-650. DOI: 10. 1302/0301-620X. 89B5. 18224.
- [27] Novais EN, Andrade MAP, Gomes DC. The use of a joystick technique facilitates closed reduction and percutaneous fixation of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children [J]. J Pediatr Orthop, 2013, 33 (1): 14-19. DOI: 10. 1097/BPO. 0b013e3182724d07.
- [28] Wei YS, Liu WL, Bai R, et al. The use of a transolecranon pin joystick technique in the treatment of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children [J]. J Pediatr Orthop B, 2020, 29 (5): 452-457. DOI: 10. 1097/BPB. 0000000000000787.
- [29] Pei XH, Mo YQ, Huang P. Leverage application on Gartland type IV supracondylar humeral fracture in children [J]. Int Orthop, 2016, 40 (11): 2417-2422. DOI: 10. 1007/s00264-016-3206-3.
(收稿日期: 2023-01-29)

本文引用格式:熊子轩, 赵胡日晔, 祁凯, 等. 儿童多方向不稳定肱骨髁上骨折操纵杆辅助闭合复位技术的研究进展 [J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22 (6): 593-596. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202301022-019.

Citing this article as: Xiong ZX, Zhao HRC, Qi K, et al. Research advances of joystick-assisted closed reduction technique for multidirectional unstable supracondylar humeral fractures in children [J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22 (6): 593-596. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202301022-019.