

·论著·

# 人为提高儿童肱骨髁上骨折外侧克氏针出针点的可行性及置针经验分析



全文二维码 开放科学码

陈佳元 王恩波 季相禄 阿 柳 贾国强 刘天婧

**【摘要】 目的** 初步探讨人为提高儿童肱骨髁上骨折外侧克氏针出针点的可行性及其相应的置入方法。 **方法** 本研究分为两个阶段。第一阶段:收集 2016 年 3 月至 2016 年 12 月中国医科大学附属盛京医院 161 例儿童伸直型肱骨髁上骨折外侧针构型病例术中透视图像中最外侧针的出针点和入针点位置,测量最外侧针冠状面和矢状面钢针角度。第二阶段(2017 年 1 月至 2017 年 12 月)基于第一阶段的研究结果,由中国医科大学附属盛京医院两名小儿骨科医生尝试人为提高最外侧针的出针位置(预期组),另外两名外科医生继续按照常规流程置针(对照组),对两组各项治疗参数进行比较。 **结果** 第一阶段参与回顾性研究的 161 例患者中,47 例(29.2%)最外侧针出针点位于骨干-干骺端交界区(metaphyseal-diaphyseal junction, MDJ)上边界线以上,其中 40 例最外侧针(85.1%)由肱骨小头骨化中心(ossific nucleus of the capitellum, ONC)外侧或骨化中心外 1/3 置入(正位像),于骨化中心后 1/3 或骨化中心后方置入(侧位像)。冠状面和矢状面钢针平均角度分别为 58.4° 和 90.5°。第二阶段,预期组中有 47 例(65.3%, 47/72)患者的最外侧针出针点位于 MDJ 上边界线以上,而对照组中仅 32 例(36%, 32/89)出针点位于 MDJ 上边界线以上。两组比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 16.134, P < 0.05$ ) **结论** 在单纯外侧针构型中,人为提高最外侧针出针点可行。钢针路径位于正位像肱骨小头骨化中心外侧、外 1/3 及侧位像在肱骨小头后方或后 1/3 位置时更容易获得高位的出针点。

**【关键词】** 肱骨骨折/外科学;骨折固定术,内;治疗结果;手术后并发症

**【中图分类号】** R683.41 R726.1

**The feasibility and pinning experience of elevating the exit points of the proximal lateral pins in lateral pinning.** Chen Jiayuan, Wang Enbo, Ji Xianglu, A Liu, Jia Guoqiang, Liu Tianjing. Department of Pediatric Orthopedics, Shengjing Hospital affiliated to China Medical University, Shenyang, 110004, China. Corresponding author: Wang Enbo, Email: wangenbodor@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the highest exit height of the proximal lateral pins in lateral pinning and find out how to achieve a higher exit with proximal lateral pins. **Methods** In stage one of the study: from March 2016 to December 2017, the entry and exit points of the proximal pins of lateral pinning configuration were analyzed from intra-operative radiographs of children treated for extension-type supracondylar humerus fractures. The coronal and sagittal pin angles formed by the proximal pins were also measured. In stage two( from January 2017 to December 2017), Using the findings of stage one, two surgeons intentionally tried to achieve a more proximal exit with the proximal pins, while the other two surgeons continued to fix the fractures according to the regular, standard pinning protocol. Comparisons between groups of patients treated by random and intentional pinnings were done statistically. **Results** In the first stage, 47 (29.2%) of the 161 proximal pins exited above the metaphyseal-diaphyseal junction (MDJ) region. Of these, 85.1% entered from lateral and posterior to the ossific nucleus of the capitellum (ONC). The pin angles averaged 58.4° and 90.5° in the coronal and sagittal planes respectively. In the second stage, 47 (47/72, 65.3%) proximal pins in the intended group exited above the MDJ region, while only 32 (32/89, 36%) in the control group exited above the MDJ region. **Conclu-**

DOI:10.12260/lxewkzz.2021.03.008

基金项目:国家自然科学基金(编号:81700459)

作者单位:中国医科大学附属盛京医院小儿骨科(辽宁省沈阳市,110004)

通信作者:王恩波, Email: wangenbodor@163.com

sion With intention, the exit points of proximal pins in lateral pinning can be elevated safely and effectively.

**【Key words】** Humeral Fractures/SU; Fracture Fixation, Internal; Treatment Outcome; Postoperative Complications

肱骨髁上骨折是最常见的儿童肘部骨折,约占儿童肘关节损伤的 60%<sup>[1]</sup>。对于不稳定和明显移位的肱骨髁上骨折,目前主流的治疗方法是采用闭合复位克氏针固定。总体来说,采用 2~3 枚克氏针内外侧交叉固定或外侧分散固定可以提供足够的稳定性<sup>[2]</sup>。

临床上,多数外科医生倾向采用外侧针固定,因为它更大限度避免了医源性尺神经损伤<sup>[3,4]</sup>。Pennoc 等<sup>[5]</sup>研究发现,为避免复位丢失,骨折部位钢针间距至少应达到 13 mm 或大于肱骨远端宽度的 1/3,也就是说,肱骨髁上骨折固定时钢针应该尽可能分散,从而获得最佳的稳定性<sup>[5,6]</sup>。在某些情况下(如斜型骨折或者位于骨干-干骺端交界区的高位骨折),术中固定会比较困难,术后容易发生再移位,这时需要选择更高位的克氏针出针点或其他的固定技术。最外侧钢针位置对于骨折固定的稳定性十分关键,对其局限性进行评价分析,也具有一定的临床意义。但是,外侧针构型中最外侧钢针究竟能固定在多高的位置,以及从何处进针才能够获得更高位的出针点,目前尚无文献报道。本研究旨在回顾性分析最外侧针出针点、入针点的特点,探究出针点位置是否可以人为控制,并找到实现最外侧钢针高位出针点的方法。

## 材料与方法

### 一、临床资料

回顾性分析中国医科大学附属盛京医院 2016 年 3 月至 2017 年 12 月收治的所有 Gartland II 型、III 型伸直型肱骨髁上骨折患者的临床资料。纳入标准:①患者由 4 位具有至少 10 年工作经验的小儿骨科专业医师行闭合复位,并用 2~3 枚克氏针固定;②克氏针为外侧(桡侧)针构型;③患者术中透视图像质量好且完整。排除标准:①在侧位透视下最外侧针尖端已穿透肱骨前/后皮质;②肱骨内存在弯曲的钢针;③图像非标准的正位像和(或)侧位像;④肱骨远端的骨折块在透视下发生旋转;⑤屈曲型肱骨髁上骨折。不锈钢克氏针为棱锥形尖,直径为 1.6 mm 和 2.0 mm(大博医疗科技股份)。

### 二、第一阶段

收集 2016 年 3 月至 2016 年 12 月收治的肱骨髁上骨折患者的临床资料,收集其年龄、性别、损伤侧别、钢针直径、Gartland 分型、骨折线位置和走行以及正侧位像上克氏针的入针点和出针点位置。在行石膏固定前,记录最后一次术中透视正位像和侧位像并确定最外侧钢针的出针点。记录外侧高针(即 $\geq 2$ 枚针外侧针构型中的最外侧针)的入针点时,以肱骨小头骨化中心位置为参考。为确定外侧高针的出针点,先在正位透视图像上沿着肱骨干皮质画出两条直线,肱骨干与上述两条直线的交点分别为 A、B,线段 AB 被视为 MDJ 的上边界线(图 1)。然后基于内上髁与外上髁之间的连线(线段 CD)至 MDJ 的上边界线(线段 AB)的距离,将线段 AB 的上下两侧进一步分成八个区域(-4 至 +4)作为出针区(图 1)。

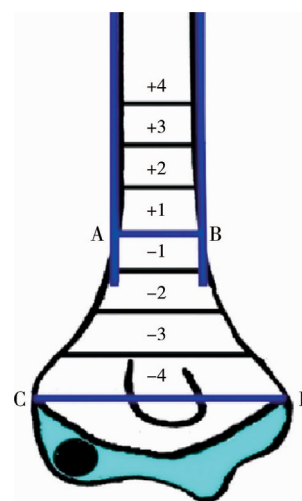


图 1 外侧高针的出针区域 注 线段 AB:骨干-干骺端交界区(metaphyseal-diaphyseal junction, MDJ)上边界线;线段 CD:内上髁与外上髁之间的连线;-1 区至 -4 区在 MDJ 上边界线以下, +1 区至 +4 区在 MDJ 上边界线以上

Fig. 1 Schematic representation of the exit zones of the proximal lateral pins

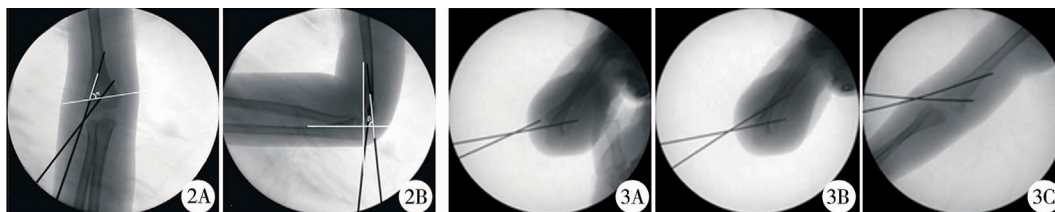
手术中透视影像上测量钢针角度。冠状面钢针角度  $\alpha$  为正位像上钢针与内上髁与外上髁之间连线(线段 CD)的夹角,矢状面钢针角度  $\beta$  为侧位像上钢针与肱骨前缘线(anterior humeral bone, AHL)垂线的夹角(图 2)。使用 PACS 系统(东软)完成所有数据的测量。

### 三、第二阶段

2017 年 1 月至 2017 年 12 月,根据第一阶段的

发现(见结果部分),由两名高年资外科医生打入低位/远端克氏针后,开始在极度屈曲 Jones 位下,选择肱骨小头骨化中心外侧或骨化中心外 1/3 位置,于骨化中心后方或骨化中心后 1/3 进针,且有意瞄准 +1 区(图 3),术中通过 X 线片证实针的位置和形态。当外侧克氏针固定满意且远端骨折块固定

稳定时,不再调整克氏针位置或增加克氏针。将患者肘关节固定在  $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$  屈曲位长臂管形石膏中,根据患者年龄固定 4~5 周。收集本组数据作为预期组,另外 2 名外科医生继续按照常规流程置针,作为对照组。



**图 2** 术中透视影像上测量钢针角度 注 2A:冠状面钢针角度  $\alpha$ ,是外侧钢针与通过鹰嘴窝最大直径(内上髁与外上髁之间的连线)的夹角;2B:矢状面钢针角度  $\beta$ ,是外侧钢针与与肱骨前缘线(anterior humeral line,AHL)垂线的夹角 图 3 Jones 位外侧高针的打入过程 注 3A:在成功打入低位/远端钢针后,外侧高针从外侧远端皮质到内侧近端皮质打入,并有意瞄准 +1 区;3B:外侧高针在肱骨远端内的进针路径;3C:外侧高针从肱骨近端内侧皮质穿出

**Fig. 2** Pin angles measured on the intra-operative radiographs a. coronal pin angle  $\alpha$ , is formed by the proximal pin and a line traversing the maximum diameter of the olecranon fossa (inter-epicondylar line) b. sagittal pin angle  $\beta$ , is formed by the proximal pin and a line at the most distal ossified humeral bone edge, which is perpendicular to the anterior humeral line **Fig. 3** Placement of the proximal lateral pin was verified under Jones radiograph a. after satisfactorily placing the distal lateral pin, the proximal lateral pin was placed from the lateral distal cortex and aimed to exit in zone +1 in the medial proximal cortex b. trajectory of the proximal lateral pin within the distal humerus c. the proximal lateral pin exits the proximal medial cortex of the humerus

#### 四、统计学处理

采用 SPSS 22.0 进行统计学分析。对于性别、侧别、骨折线位置、Gartland 分型等计数资料的比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法。对于冠状面钢针角度  $\alpha$  以及矢状面钢针角度  $\beta$  等服从正态分布的计量资料,采用均数加减标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用独立样本  $t$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、外侧高针的特点

第一阶段共纳入符合标准的患者 161 例,年龄 5.2(1~13)岁。88 例(54.7%)出针点位于 -1 区,26 例(16.1%)出针点位于 -2 区,38 例(23.6%)出针点位于 +1 区,9 例(5.6%)出针点位于 +2 区。冠状面钢针角度为  $58.4^{\circ}$ ( $40.7^{\circ}\sim 75.0^{\circ}$ ),矢状面钢针角度为  $90.5^{\circ}$ ( $74.3^{\circ}\sim 102.0^{\circ}$ )。钢针直径和年龄与钢针的角度和分布无关( $P > 0.05$ )。性别、侧别、Gartland 分型、骨折线位置、骨折线走行、正位像入针点位置、侧位像入针点位置与钢针出针点的分布情况无关(表 1)。

共有 47 例最外侧针出针点位于 +1 区及以上,

尽管其中有 40 例(85.1%)钢针从肱骨小头骨化中心外 1/3 或外侧、侧位像上在肱骨小头骨化中心后 1/3 或后方置入,但差异并无统计学意义( $\chi^2 = 1.526, P = 0.308$ )。

#### 二、对照组和预期组的比较

第二阶段同样纳入 161 例患者。表 2 列出了两组患者基本情况和钢针角度。两组患者除钢针直径和矢状面钢针角度外,其余指标差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

在冠状面上,对照组最外侧针的角度为  $57.9^{\circ}$ ( $34.9^{\circ}\sim 70.7^{\circ}$ ),而预期组为  $59.7^{\circ}$ ( $46.0^{\circ}\sim 71.6^{\circ}$ ),两组差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。预期组中有 47 例(65.3%)最外侧出针点位于 MDJ 上边界线上,而对照组中仅 32 例(36%)出针点位于 MDJ 上边界线以上,差异有统计学意义( $\chi^2 = 16.134, P = 0.006$ )。在矢状面上,对照组的外侧高针的角度为  $90.4^{\circ}$ ( $78.5^{\circ}\sim 109.4^{\circ}$ ),而预期组为  $88.5^{\circ}$ ( $75.0^{\circ}\sim 101.0^{\circ}$ ),差异有统计学意义( $t = 2.176, P = 0.031$ )。年龄和钢针直径对预期组中钢针出针点位置分布有一定影响(表 2)。

本组共有 5 例(5/332)发生轻度针道感染,所有骨折按期愈合,无一例骨折再移位以及医源性神经血管损伤。

表 1 本研究第一阶段出针点分布情况的相关因素分析

Table 1 Possible influencing factors of the exit point distribution in the first stage of the study

分组	例数	-2 区	-1 区	+1 区	+2 区	$\chi^2$ 值	P 值
性别	男 女	89 72	17 9	49 39	16 22	7 2	5.590 0.133
年龄	$\leq 6$ >6	112 49	18 8	56 32	31 7	7 2	4.340 0.226
侧别	右 左	63 98	10 16	32 56	19 19	2 7	3.253 0.369
钢针直径	1.6 mm 2.0 mm	100 61	16 10	49 39	30 8	5 4	6.291 0.098
Gartland 分型	II III	52 109	6 20	31 57	12 26	3 6	1.370 0.724
骨折线位置	通过鹰嘴窝 在鹰嘴窝上	144 17	23 3	75 13	37 1	9 0	5.272 0.153
骨折线走行	横行骨折 内侧斜行 外侧斜行	152 4 5	26 0 0	80 3 5	37 1 0	9 0 0	5.589 0.471
在正位像上入针点	外侧 内侧	151 10	24 2	84 4	34 4	9 0	2.328 0.509
在侧位像上入针点	后方 前方	143 18	25 1	75 13	36 2	7 2	4.997 0.165

注 外侧定义为最外侧针位于肱骨小头骨化中心外侧或骨化中心外 1/3,内侧定义为外侧高针位于肱骨小头骨化中心内侧 2/3;后方定义为最外侧针位于肱骨小头骨化中心后 1/3 或骨化中心后方,前方定义为外侧高针位于肱骨小头骨化中心前 2/3

表 2 本研究第二阶段对照组和预期组相关治疗参数的比较

Table 2 Comparison of related treatment parameters between the control group and the expected group in the second stage of the study

组别	例数	女/男 (n)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	侧别 (n)	Gartland 分型 (n)	骨折线位置 (n)	骨折线走行 (n)	钢针直径 分布情况(n)	冠状面 钢针角度 $\alpha(^{\circ}, \bar{x} \pm s)$	矢状面 钢针角度 $\beta(^{\circ}, \bar{x} \pm s)$
				右 左	II 型 III 型	经鹰嘴窝 鹰嘴窝上	横行骨折 内侧斜行 外侧斜行	1.6 mm 2.0 mm		
预期组	72	38/34	4.8 $\pm$ 2.82	27 45	22 50	66 6	70 1 1	64 8	59.7 $\pm$ 6.29	88.5 $\pm$ 5.59
对照组	89	34/55	5.1 $\pm$ 3.01	39 50	20 69	82 7	86 1 2	49 40	57.9 $\pm$ 6.70	90.4 $\pm$ 5.88
$t/\chi^2$ 值	-	3.420	0.626	0.657	1.349	0.012	0.181	21.772	1.804	2.176
P 值	-	0.064	0.532	0.418	0.245	0.914	0.913	<0.001	0.073	0.031

## 讨 论

目前闭合复位经皮克氏针固定是不稳定儿童肱骨髁上骨折的首选治疗方法。临床上以内外侧交叉以及单纯外侧经皮克氏针固定两种方法为主。Slobogean 等<sup>[7]</sup>通过对 2 639 例采取不同穿针方式的肱骨髁上骨折患者进行研究,发现交叉克氏针固定损伤尺神经的风险要大于单纯外侧克氏针固定。多项生物力学研究表明,单纯外侧置针与内外侧交叉置针在屈伸、内外翻试验上稳定性相当,采用 2 枚

外侧分散针可为肱骨髁上骨折提供足够的稳定性<sup>[8-10]</sup>。因此,外侧克氏针固定构型广泛应用于治疗不稳定的儿童肱骨髁上骨折,因为它不仅能够提供和交叉克氏针类似的稳定性,而且能够避免医源性尺神经损伤<sup>[3,11,12]</sup>。经皮穿针固定的另一个并发症是复位丢失,虽然交叉钢针固定和单纯外侧克氏针固定都可能造成复位丢失,但有学者对各种穿针方式进行 Meta 分析,发现单纯外侧置针比交叉置针更容易发生复位丢失<sup>[3,5,6,13]</sup>。为了使外侧钢针达到良好的固定效果,钢针应尽可能分散<sup>[11]</sup>。Hamdi 等<sup>[14]</sup>研究发现最外侧针应与肱骨远端外侧皮质平



行,内侧针经过鹰嘴窝的内侧缘穿过骨折线,从而实现最大程度分散穿针固定。因此提高最外侧针的出针点对于实现克氏针分散固定、获得最大的稳定性及降低复位丢失发生率均具有重要意义。临床上一些特殊类型的肱骨髁上骨折治疗难度大(如高位髁上骨折)。2008 年 Fayssoux 首次提出骨干干骺端交界区骨折的概念。它是指发生在骨干干骺端交界区(由肱骨远端骨干部分向干骺端开始增粗部位到肱骨鹰嘴窝的上缘区域)的骨折。此特殊类型的肱骨髁上骨折,其骨折线位置高,术中固定会比较困难,术后也容易发生再移位,且更容易发生肘内翻和复位丢失等术后并发症<sup>[14]</sup>。由于交界区骨折很难复位和保持稳定,在此类高位骨折的患者中,钢针的双皮质固定和骨折部位足够的钢针分散构型很难实现,不能提供足够的稳定性。在这种情况下,明确最外侧针的最高出针点有助于术前选择内固定或者规划钢针构型的分布。另外, Kamara 等<sup>[15]</sup>通过生物力学分析发现,弹性髓内钉固定对骨干干骺端交界区上半区骨折的整体稳定性最好,而克氏针固定在骨干干骺端下半区骨折方面效果最好。

通过本研究第一阶段的观察,发现超过 50% 的病例中最外侧针是从略低于 MDJ 上界线的位置出针,约 85% 是从肱骨小头骨化中心外侧、骨化中心外 1/3、骨化中心后方或骨化中心后 1/3 进针。因此,本研究假设从肱骨小头骨化中心外 1/3、外侧和后 1/3 或后方进针是获得更高的出针点和实现最大程度分散的理想区域,遂设计了第二阶段的研究。第二阶段,由两位医生应用该入针特点进行置针,实践表明,复位质量尽可能达到解剖复位一方面有助于按照上述入针特点置针,另一方面可获得更好的早期临床疗效<sup>[16]</sup>。本研究应用此入针点瞄准 +1 区进行钢针固定时可以人为提高最外侧针出针点,从而达到外侧针构型的最佳分散度,进而获得更大的稳定性。

本研究第二阶段,发现预期组的冠状面钢针角度大于对照组,这表明尽管在骨骼形态和其他因素(如肘部肿胀和减少 X 射线暴露的程度)等方面存在差异,但外科医生至少可以在一定程度上人为提高钢针的出针点位置。因为在手术过程中准确测量钢针角度可能不切实际,故第二阶段研究以 MDJ 上边界线作为参考。预期组瞄准 +1 区置针的 72 枚钢针中,有 47 枚在 MDJ 上边界线以上,而对照组随意置针的 89 枚钢针中,仅有 32 枚在此线以上。

第二阶段研究发现大多数高位出针点的钢针分布在 +1 区附近,这说明在置针时有意瞄准 +1 区将获得更高的出针点。第一阶段研究没有发现任何可能影响出针点高度的因素。然而,在第二阶段的预期组中,年龄小( $\leq 6$  岁)和采用更小直径钢针(1.6 mm)固定的患者更容易获得高位出针点。低龄儿的骨骼比青少年更柔软、更有弹性,能使钢针更容易以更小的角度穿出皮质。但是钢针直径大小的影响也可能与患者年龄有关,因为 2.0 mm 直径的钢针通常用于年龄较大的患者。尽管努力增大了冠状面钢针角度,但 2.0 mm 钢针几乎不能够从 +1 区以上出针,这可能是由于患者的骨骼较为坚硬,也可能与 2.0 mm 钢针本身的特性有关,还需要进一步的研究。

本研究也存在一定的不足。首先,纳入的病例数不够多,可能对研究结果产生一定影响。其次,外侧针固定构型中最外侧针达到的最高高度是决定外侧针构型分散程度的重要因素。另外,本研究缺乏对交叉克氏针构型以及克氏针数量的研究,可能不足以反映真实情况。在实际操作中存在克氏针滑入髓腔的情况,其原因可能是当电钻高速运转时,克氏针针尖摆动及加压置针,但目前没有进行相关数据统计。最后,本研究是回顾性研究,没有做到完全随机对照,尚需论证等级更高的研究进一步证实。

综上,本研究初步分析了单纯外侧针构型中最外侧针的入针点和出针点钢针的分布情况,可以人为提高出针点至 MDJ 上边界线以上,以实现更高位置的出针点,即从肱骨小头骨化中心的外 1/3 或外侧和后 1/3 或后方进针。另外,6 岁及以下的患者和采用更小直径钢针固定更容易获得高位的出针点。

## 参考文献

- 1 Houshian S, Mehdi B, Larsen MS. The epidemiology of elbow fracture in children; analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures [J]. J Orthop Sci, 2001, 6: 312-315. DOI: 10.1007/s007760100024.
- 2 Abdel Karim M, Hosny A, Nasef Abdelatif NM, et al. Crossed Wires Versus 2 Lateral Wires in Management of Supracondylar Fracture of the Humerus in Children in the Hands of Junior Trainees [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30 (4): e123 - e128. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000473.
- 3 Dekker AE, Krijnen P, Schipper IB. Results of crossed versus

- lateral entry K-wire fixation of displaced pediatric supracondylar humeral fractures: A systematic review and meta-analysis[J]. *Injury*, 2016, 47: 2391–2398. DOI: 10.1016/j.injury.2016.08.022.
- 4 朱丹江, 王强, 宋宝健, 等. 闭合复位与经皮桡侧交叉克氏针固定治疗儿童肱骨髁上骨折[J]. *临床小儿外科杂志*, 2016, 15(5): 477–480. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2016.05.018.  
Zhu DJ, Wang Q, Song BJ, et al. Closed reduction and percutaneous radial crossed pinning of supracondylar fractures of the humerus in children[J]. *J Clin Ped Sur*, 2016, 15(5): 477–480. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2016.05.018.
  - 5 Pennock AT, Charles M, Moor M, et al. Potential causes of loss of reduction in supracondylar humerus fractures[J]. *J Pediatr Orthop*, 2014, 34(7): 691–697. DOI: 10.1097/BPO.000000000000154.
  - 6 Gottschalk HP, Sagoo D, Glaser D, et al. Biomechanical analysis of pin placement for pediatric supracondylar humerus fractures: does starting point, pin size, and number matter? [J]. *J Pediatr Orthop*, 2012, 32(5): 445–451. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318257d1ed.
  - 7 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.0b013e3181e00e0d.
  - 8 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.
  - 9 Larson L, Firozbakhsh K, Passarelli R, et al. Biomechanical analysis of pinning techniques for pediatric supracondylar humerus fractures[J]. *J Pediatr Orthop*, 2006, 26(5): 573–578. DOI: 10.1097/01.bpo.0000230336.26652.1c.
  - 10 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. DOI: 10.1186/s13018-020-1564-4
  - 11 Lee YH, Lee SK, Kim BS, et al. Three lateral divergent or parallel pin fixations for the treatment of displaced supracondylar humerus fractures in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 2008, 28(4): 417–422. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318173e13d.
  - 12 Scaglione M, Giovannelli D, Fabbri L, et al. Supracondylar humerus fractures in children treated with closed reduction and percutaneous pinning[J]. *Musculoskelet Surg*, 2012, 96(2): 111–116. DOI: 10.1007/s12306-012-0204-5.
  - 13 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. DOI: 10.1016/j.aott.2016.11.003.
  - 14 Fayssoux RS, Stankovits L, Domzalski ME, et al. Fractures of the distal humeral metaphyseal-diaphyseal junction in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 2008, 28(2): 142–146. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181653af3.
  - 15 Kamara A, Ji X, Liu T, et al. A comparative biomechanical study on different fixation techniques in the management of transverse metaphyseal-diaphyseal junction fractures of the distal humerus in children[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(2): 411–416. DOI: 10.1007/s00264-018-3968-x.
  - 16 冯伟, 王强, 宋宝健, 等. 肱骨髁上骨折解剖与功能复位早期临床功能的比较研究[J]. *临床小儿外科杂志*, 2018, 17(10): 769–773. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.10.010.  
Feng W, Wang Q, Song BJ, et al. Differential anatomical or functional reduction of early clinical outcome for supracondylar humeral fractures[J]. *J Clin Ped Sur*, 2016, 15(5): 457–459. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2016.05.013.

(收稿日期: 2020-05-24)

**本文引用格式:** 陈佳元, 王恩波, 季相禄, 等. 人为提高儿童肱骨髁上骨折外侧克氏针出针点的可行性及置针经验分析[J]. *临床小儿外科杂志*, 2021, 20(3): 241–246. DOI: 10.12260/lcxewkzz.2021.03.008.

**Citing this article as:** Chen JY, Wang EB, Ji XL, et al. The feasibility and pinning experience of elevating the exit points of the proximal lateral pins in lateral pinning[J]. *J Clin Ped Sur*, 2021, 20(3): 241–246. DOI: 10.12260/lcxewkzz.2021.03.008.