

# 儿童肱骨髁上骨折经皮穿针固定术后超早期拆除石膏的临床效果分析



全文二维码

孙亮 崔晓龙 刘万林 赵振群 王勇 白锐

内蒙古医科大学第二附属医院小儿骨科, 呼和浩特 010010

通信作者: 白锐, Email: bairuandaiqing@126.com

**【摘要】 目的** 探讨儿童伸直型肱骨髁上骨折经皮穿针固定术后超早期(术后2周)拆除石膏外固定的安全性与有效性。**方法** 采用前瞻性研究方法,收集2018年1月至2020年12月内蒙古医科大学第二附属医院小儿骨科收治的100例 Gartland II 和 III 型儿童伸直型肱骨髁上骨折患儿作为研究对象,其中88例符合纳入标准,男52例、女33例,均于伤后早期行闭合复位经皮克氏针内固定术。遵循随机化原则分为观察组( $n=43$ )和对照组( $n=45$ )。观察组于术后2周拆除石膏外固定,术后4周拔出克氏针;对照组于术后4周拆除石膏外固定,术后6~8周拔出克氏针。两组均于术后即刻及术后12周行X线检查。评估内容包括:术后即刻及术后12周患侧肘关节 Baumann 角、提携角、肱头角、术后6周及12周患侧肘关节活动度(与健侧比较),并于末次随访时采用 Flynn 评分标准评定肘关节功能优良率。比较两组 Baumann 角、提携角、肱头角、肘关节活动度、Flynn 评分标准,评定肘关节功能优良率及术后骨筋膜室综合征、针道感染等并发症情况。两组患儿均至少随访至术后12周。**结果** 两组均于术后4~8周达到骨折临床愈合标准。术后6周时患侧肘关节平均活动受限度:观察组为( $3.09 \pm 1.38$ )°,对照组为( $15.91 \pm 3.26$ )°,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组术后12周末次随访时,患侧肘关节平均活动受限度均 $< 5^\circ$ ,其中观察组为( $0.95 \pm 0.95$ )°,对照组为( $1.02 \pm 0.87$ )°,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。两组术后即刻与术后12周患侧肘关节 Baumann 角、提携角及肱头角比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),观察组无一例因超早期拆除石膏而导致复位角度丢失。末次随访时按照 Flynn 评分标准,两组肘关节功能优良率相似,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。两组均无一例发生骨筋膜室综合征。观察组无一例发生针道感染,对照组发生4例,经拔除克氏针后口服抗生素治愈。**结论** 儿童 Gartland II、III 型伸直型肱骨髁上骨折接受经皮克氏针内固定术后,采取超早期(术后2周)拆除石膏不会导致复位角度丢失而增加再次手术风险,术后6周患侧肘关节功能基本恢复正常,肘关节康复时间明显缩短,针道感染发生率低。但本研究纳入的病例数较少,其临床安全性与有效性还需更高等级的随机对照研究进一步证实。

**【关键词】** 肱骨髁上骨折;骨折闭合复位;骨折固定术,内;石膏,外科;治疗结果;对比研究

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202103020-015

## Clinical results of ultra-early plaster removal after percutaneous needle fixation for supracondylar humeral fractures in children

Sun Liang, Cui Xiaolong, Liu Wanlin, Zhao Zhenqun, Wang Yong, Bai Rui

Department of Pediatric Orthopedic, Second Affiliated Hospital, Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010010, China

Corresponding author: Bai Rui, Email: bairuandaiqing@126.com

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical safety and efficacy of ultra-early removal of external plaster fixation (2 weeks post-operation) after percutaneous needle fixation for supracondylar humeral fracture in children. **Methods** A prospective analysis was conducted for 100 Gartland II/III children with extended supracondylar humeral fractures from January 2018 to December 2020. A total of 88 children fulfilled the inclusion criteria, including 52 boys and 33 girls. All of them underwent closed reduction and percutaneous internal fixation. They were randomized into two groups of observation ( $n=43$ ) and control ( $n=45$ ). In observation group, plaster external fixation was removed at Week 2 and Kirschner wire at Week 4 post-operation. In control group,

plaster external fixation was removed at Week 4 post-operation and Kirschner wire at Week 6 – 8 post-operation. Both groups received radiograph examination immediately and at Week 12 post-operation. Clinical assessments included Baumann, carrying and capitellohumeral angles immediately and at Week 12 post-operation. Range of motion of affected elbow was assessed at Week 6/12 (versus healthy side). The good/excellent rate of elbow function was assessed by the Flynn score at the last follow-up. T, Chi-square and Fisher's exact tests were employed for comparing Baumann angle, carrying angle, capitellohumeral angle, range of motion of elbow and Flynn score to evaluate the outcomes of elbow function, the occurrence of postoperative compartment syndrome and infection rate. The postoperative follow-up period was at least 12 weeks. **Results** All fractures reached clinical healing standards at Week 4 – 8 post-operation. At Week 6 post-operation, mean mobility limit of elbow joint was  $(3.09 \pm 1.38)^{\circ}$  in observation group and  $(15.91 \pm 3.26)^{\circ}$  in control group and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). At Week 12 post-operation, mean limit of elbow movement was  $< 5^{\circ}$  in both groups. Observation group was  $(0.95 \pm 0.95)^{\circ}$  and control group  $(1.02 \pm 0.87)^{\circ}$  without statistical significance ( $P > 0.05$ ). No significant inter-group differences existed in Baumann, carrying and capitellohumeral angles of affected elbow immediately after surgery and at Week 12 post-operation ( $P > 0.05$ ). No reduction angle was lost in observation group due to ultra-early plaster removal. According to Flynn score at the last follow-up, good/excellent rates of elbow joint function were similar between two groups without statistical significance ( $P > 0.05$ ). There was no compartment syndrome in neither groups. There was no needle infection in observation group while 4 cases of needle infection in control group were cured by oral antibiotics after removing Kirschner wire. **Conclusion** After percutaneous needle internal fixation for Gartland II/III supracondylar humeral fractures in children, ultra-early removal of cast (2 weeks post-operation) will not lead to a loss of reduction angle or increase the risk of reoperation. Elbow function of affected side basically normalizes at Week 6 post-operation and recovery time of elbow becomes significantly shortened. The incidence of needle tract infection is low. However, the sample size of this study is too small. Its clinical safety and efficacy should be confirmed by a larger randomized controlled trial.

**[Key words]** Supracondylar Humeral Fracture; Closed Fracture Reduction; Fracture Fixation, Internal; Casts, Surgical; Treatment Outcome; Comparative Study

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202103020-015

肱骨髁上骨折是儿童肘关节常见骨折<sup>[1]</sup>。多数肱骨髁上骨折好发于左上肢或非优势侧肢体,男女发病率相近,约 98% 为伸直型骨折。Gartland 分型是目前公认的儿童伸直型肱骨髁上骨折分类系统。根据 Gartland 分型标准,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型有移位,且无骨皮质接触<sup>[2-4]</sup>。2006 年 Leitch 等<sup>[5]</sup>在 Gartland 分型的基础上新增Ⅳ型肱骨髁上骨折,将多方向不稳定肱骨髁上骨折定义为Ⅳ型肱骨髁上骨折,其特征是随着肘关节屈曲或伸直,骨折远端出现向屈侧或伸侧以及轴向的多方向不稳定运动。较多研究人员认为,手术后患侧肘关节活动度与健侧肘关节相差  $5^{\circ}$  以内即为很好的功能性结果<sup>[4-5]</sup>。Mazda 等<sup>[6]</sup>开展的一项长达 28 个月的随访研究显示,约 94% 的患儿可以实现很好的功能性结果;在 Shim 等<sup>[7]</sup>开展的一项长达 17 个月的随访研究中,这一比例为 92%;Lee 等<sup>[4]</sup>开展的一项为时 28 个月的随访研究中,这一比例为 90%。Pirone 等<sup>[8]</sup>进行了一项长达 55 个月的随访研究,发

现患儿术后平均肘关节屈曲角度较健侧丢失  $6^{\circ}$ ,伸直增加  $2^{\circ}$ 。鉴于一部分患儿手术后难以获得很好的功能性结果,一些学者提出了肱骨髁上骨折闭合复位及经皮穿针固定术后肘关节快速康复理论,Popowics 等<sup>[9]</sup>认为石膏外固定及克氏针移除 6 ~ 8 周后,肘关节屈伸角度较健侧仍相差  $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$  是不正常的。Otsuka 等<sup>[1]</sup>认为,石膏外固定及克氏针移除 3 周后,肘关节活动度应恢复至正常。多数研究认为石膏固定应于术后 3 ~ 4 周拆除,克氏针应于术后 6 周拔除,因为该时期骨折断端可见骨痂形成。但尚无研究评估超早期(术后 2 周)拆除石膏外固定是否能促进肘关节在手术后快速康复,并降低针道感染发生率,以及对骨折固定的安全性有无影响。本研究旨在初步探讨超早期拆除石膏外固定的临床安全性和有效性。

## 资料与方法

### 一、临床资料

本研究采取前瞻性随机对照试验方案。以

2018 年 1 月至 2020 年 12 月在内蒙古医科大学第二附属医院接受治疗的 Gartland II 型和 III 型伸直型肱骨髁上骨折患儿为研究对象(共 100 例),随机抽取内含分组数字的密闭信封进行分组,其中 12 例因随访时间小于 12 周或未能完成预计随访内容而排除,最终共 88 例符合纳入标准,其中男 52 例,女 36 例,年龄( $6.24 \pm 1.77$ )岁(2.13 ~ 9.89 岁)。按照随机分组原则分为观察组和对照组。观察组(43 例)于术后 2 周拆除石膏外固定,术后 4 周拔出克氏针;对照组(45 例)于术后 4 周拆除石膏外固定,术后 6 ~ 8 周拔出克氏针。试验设计通过内蒙古医科大学第二附属医院伦理委员会审批(YKD20180110),患儿家属均知情同意并签署知情同意书。

病例纳入标准:①年龄 2 ~ 10 岁(因骨折愈合速度及程度与年龄呈负相关,10 岁以上患儿骨折愈合较 10 岁以下慢,基于医疗安全考虑,本研究取年龄上限为 10 岁);②Gartland II 和 III 型伸直型肱骨髁上骨折;③均行闭合复位及经皮穿针内固定术;④临床资料完整,术后随访时间 > 12 周且完成预期随访内容。排除标准:①Gartland IV 型骨折;②开放性骨折;③屈曲型骨折;④病理性骨折;⑤并发血管损伤或骨筋膜室综合征;⑥年龄 > 10 岁;⑦同侧肘关节无骨折手术史。

## 二、治疗方法

患儿均于伤后早期在全身麻醉下行闭合复位及经皮穿针固定术,固定器械均为克氏针(图 1)。手术均由同一位有经验的主任医师完成。于肘关节外侧置入 3 枚克氏针或内外侧交叉克氏针固定,克氏针尾折弯留置于皮外,于屈肘 80°前臂旋后位行长臂石膏托固定。观察组于术后 2 周拆除石膏外固定,术后 4 周拔出克氏针;对照组于术后 4 周拆除石膏外固定,术后 6 ~ 8 周拔出克氏针。两组拆除石膏外固定后均鼓励患儿进行可耐受主动活动,但术后 3 个月内不建议进行剧烈体育活动。

## 三、术后处理和随访评估方法

术后即刻及术后 12 周行 X 线检查。临床评估内容包括肘关节功能(按 Flynn 评分标准)及功能恢复速度、针道感染发生率、骨筋膜室综合征、复位角度丢失情况(Baumann 角、提携角及肱头角异常)等。本研究中针道旁肉芽肿被认为属于针道感染<sup>[10]</sup>。两组均至少随访至术后 12 周,具体如下:

观察组术后即刻拍摄肘关节正、侧位 X 线片;术后 2 周初次门诊复查肘关节正、侧位 X 线片并拆除石膏外固定,进行肘关节主动及被动屈伸功能锻炼;术后 3 ~ 4 周再次门诊复查肘关节正、侧位 X 线片,如果连续骨痂通过骨折端,则拔除克氏针。对照组术后即刻拍摄肘关节正、侧位 X 线片;术后 3 ~ 4 周初次门诊复查肘关节正、侧位 X 线片,拆除石膏外固定,开始肘关节主动及被动屈伸功能锻炼;术后 6 ~ 8 周再次门诊复查肘关节正、侧位 X 线片,如果连续骨痂通过骨折端,则拔除克氏针。两组分别于术后 6 周和术后 12 周门诊检查肘关节功能,测量患侧肘关节活动范围较对侧受限情况,给予康复指导;术后 12 周复查时采用 Flynn 评分标准评估肘关节功能。

## 四、评价标准

### (一) Flynn 评分标准

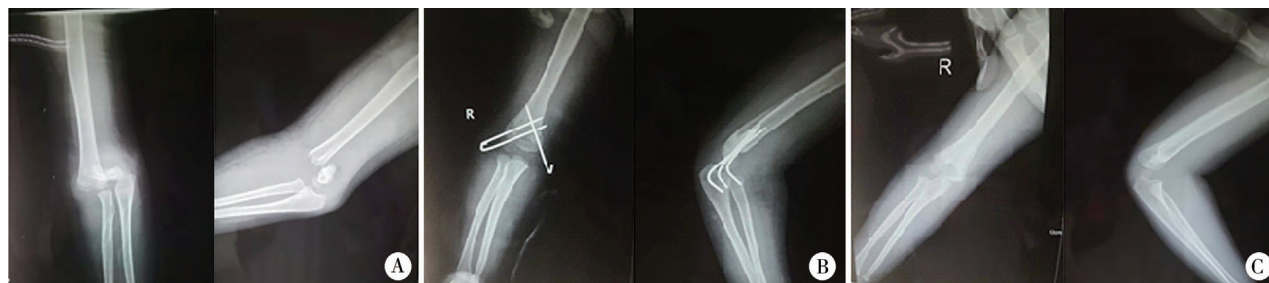
Flynn 评分通过优、良、可、差 4 个等级来判定肘关节功能的评估体系。优:提携角丢失 0°~5°,关节屈伸活动受限 0°~5°;良:提携角丢失 5°~10°,关节屈伸活动受限 5°~10°;可:提携角丢失 10°~15°,关节屈伸活动受限 10°~15°;差:提携角丢失 > 15°,关节屈伸活动受限 > 15°<sup>[11]</sup>。

### (二) 肘关节功能恢复速度

术后 6 周、12 周分别测量观察组及对照组肘关节屈伸活动受限程度,以评估肘关节功能恢复速度。

### (三) Baumann 角

Baumann 角是指在标准肘关节冠状位 X 线片上,肱骨外髁骨骺线与肱骨长轴之间的夹角(图 2A)。



注 A:术前;B:术后即刻;C:术后 4 周

图 1 1 例伸直型肱骨髁上骨折患儿患肘关节正、侧位 X 线片

Fig. 1 Anteroposterior and lateral radiographs of affected elbow in a child with extended supracondylar humeral fracture



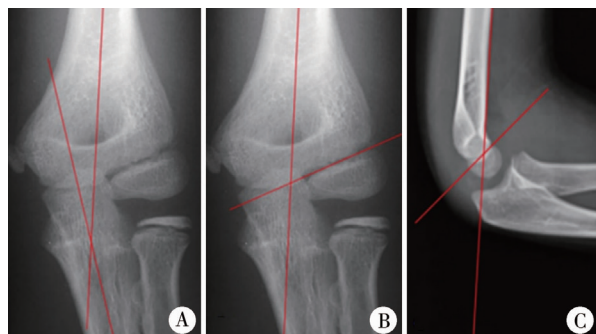
儿童肱骨髁上骨折可接受的冠状面复位标志是 Baumann 角  $< 80^\circ$ , 否则提示骨折端存在内翻成角。根据 Skaggs 等<sup>[5]</sup> 及 Camp 等<sup>[12]</sup> 的分型标准, 无移位: Baumann 角改变  $< 6^\circ$ , 轻度移位: Baumann 角改变介于  $6^\circ \sim 12^\circ$ , 明显移位: Baumann 角改变  $> 12^\circ$ 。

#### (四) 提携角

提携角是指上臂轴与前臂轴的延长线构成的向外开放的角度, 为  $165^\circ \sim 170^\circ$ , 其补角为  $10^\circ \sim 15^\circ$  (图 2B)。提携角  $< 0^\circ$  提示存在肘内翻畸形。提携角是 Flynn 评分标准评定肘关节功能的重要参考指标。

#### (五) 侧位肱头角

侧位肱头角是指在标准肘关节矢状位 X 线片上, 肱骨远端前缘线与肱骨远端骨骺线之间的夹角, 称为侧位肱头角 (图 2C)。该角是评价矢状位肱骨干与肱骨小头之间关系的角度, 其正常平均值为  $51^\circ$ , 且不受年龄、性别、侧别的影响, 其可信度仅次于 Baumann 角。通常儿童肱骨髁上骨折可接受的矢状面复位标志是侧位肱头角为  $39^\circ \sim 63^\circ$ 。



注 A: Baumann 角示意图; B: 提携角示意图; C: 侧位肱头角示意图

图 2 肱骨髁上骨折患儿肘关节影像学角度评估示意图

Fig. 2 Radiographic films of elbow in children with supracondylar humeral fractures

#### 五、统计学处理

采用 SPSS 22.0 进行统计分析。服从正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用配对或独立样本  $t$  检验比较两组间差异; 计数资料以频数和构成比表

示, 采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法比较两组间差异。  $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结 果

#### 一、两组基线资料比较

观察组和对照组患儿年龄、性别、骨折左右侧别、骨折分型以及受伤至手术时间比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1。观察组中男 24 例, 女 19 例; 23 例为左侧, 20 例为右侧; 平均年龄 6.2 岁。对照组中男 28 例, 女 17 例; 34 例为左侧, 11 例为右侧; 平均年龄 6.1 岁。

根据 1959 年 Gartland 提出的伸直型肱骨髁上骨折分型方案, 观察组 9 例为 Gartland II 型骨折, 34 例为 Gartland III 型骨折; 对照组 12 例为 Gartland II 型骨折, 33 例为 Gartland III 型骨折。两组均为闭合性骨折。

#### 二、两组骨折复位质量比较

根据 X 线片上 Baumann 角、提携角及侧位肱头角的角度改变评估复位角度丢失情况。术中复位即刻 Baumann 角: 观察组 ( $71.60 \pm 2.48$ ) $^\circ$ , 对照组 ( $71.38 \pm 1.75$ ) $^\circ$ ; 末次随访时 Baumann 角: 观察组 ( $73.58 \pm 2.53$ ) $^\circ$ , 对照组 ( $73.24 \pm 3.04$ ) $^\circ$ 。术中复位即刻提携角: 观察组 ( $6.81 \pm 2.65$ ) $^\circ$ , 对照组 ( $7.20 \pm 2.76$ ) $^\circ$ ; 末次随访时提携角: 观察组 ( $4.79 \pm 1.85$ ) $^\circ$ , 对照组 ( $5.40 \pm 1.44$ ) $^\circ$ 。术中复位即刻肱头角: 观察组 ( $41.21 \pm 4.38$ ) $^\circ$ , 对照组 ( $40.38 \pm 6.07$ ) $^\circ$ ; 末次随访时肱头角: 观察组 ( $39.90 \pm 2.22$ ) $^\circ$ , 对照组 ( $39.93 \pm 2.97$ ) $^\circ$ 。两组术中复位即刻及末次随访时 Baumann 角、提携角及肱头角差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 观察组无一例因超早期拆除石膏而导致骨折复位角度丢失的现象。

三、两组肘关节活动度及按 Flynn 评分标准评价肘关节功能情况

术后 6 周, 患侧肘关节活动度与健侧相比, 观察

表 1 观察组及对照组伸直型肱骨髁上骨折患儿基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline profiles of children with extended supracondylar humeral fracture between observation and control groups

分组	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别 (例)		侧别 (例)		Gartland 骨折分型 (例)		受伤至手术时间 ( $\bar{x} \pm s$ , h)
		男	女	左侧	右侧	II 型	III 型	
观察组 ( $n = 43$ )	$6.24 \pm 1.77$	24	19	23	20	9	34	$27.80 \pm 16.12$
对照组 ( $n = 45$ )	$6.12 \pm 1.82$	28	17	34	11	12	33	$29.47 \pm 11.74$
$t/\chi^2$ 值	$t = 0.313$	$\chi^2 = 0.374$		$\chi^2 = 4.693$		$\chi^2 = 0.398$		$t = -0.557$
$P$ 值	0.755	0.541		0.030		0.528		0.579

组受限( $3.09 \pm 1.38$ )°, 对照组受限( $15.91 \pm 3.26$ )°, 两组差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后 12 周, 患侧肘关节活动度与健侧相比, 对照组受限( $1.02 \pm 0.87$ )°, 观察组受限( $0.95 \pm 0.95$ )°, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。观察组患侧肘关节功能恢复速度有效提升。

末次随访时按照 Flynn 评分标准评价肘关节功能, 对照组优良率约 88.89%, 观察组优良率约 90.70%, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表 2。

#### 四、两组并发症情况

对照组出现 4 例浅表针道感染(8%), 观察组无一例发生针道感染。两组均无一例内固定失效、畸形愈合、肘内翻、骨筋膜室综合征等并发症发生, 无一例中转切开复位和非计划手术。

### 讨 论

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, 该术式微创、安全、并发症少, 且术后肘关节功能恢复快<sup>[13]</sup>。Otsuka 等<sup>[1]</sup>认为该术式术后应常规石膏外固定 3~4 周。但目前关于术后何时拆除石膏以及超早期拆除石膏的安全性及有效性尚不完全清楚。本研究观察组均于术后 2 周拆除石膏外固定, 术后 4 周拔出克氏针, 结果显示观察组与对照组术后 3~4 周拆除石膏疗效相当, 无一例因早期拆除外固定而致内固定失效、复位角度丢失情况, 也无针道感染及骨筋膜室综合征等并发症发生, 但肘关节功能恢复时间明显缩短。

Lucas 等<sup>[14]</sup>认为, 对移位明显的 Gartland II 型肱骨髁上骨折需要手法复位才能实现良好的骨折线对位, 但如果不进行经皮穿针固定, 复位角度丢失的发生率可达 48%。多数研究认为克氏针及石膏固定应在术后 4 周拔除<sup>[15-16]</sup>。在不拔除克氏针

的情况下, 超早期拆除石膏外固定行患肘屈伸功能锻炼, 是否能改善患肘活动度, 以及是否会导致复位角度丢失, 需引起临床重视。此外, 儿童肱骨髁上骨折是否有必要进行早期术后康复锻炼仍然存在争议。Jandrić<sup>[17]</sup>认为肱骨髁上骨折患儿术后应尽快接受康复治疗, 早期康复治疗可以降低肘部僵硬的风险。Colović 等<sup>[18]</sup>通过改良的上肢功能评定表(disabilities of the arm, shoulder and hand, DASH)调查发现, 儿童肱骨髁上骨折早期康复可明显改善肘部功能, 康复治疗应在拆除外固定后 15 d 内开始。Keppler 等<sup>[19]</sup>研究发现, 早期康复治疗有助于肱骨髁上骨折患儿更快恢复, 且不会增加并发症风险。最新研究报道大龄儿童和青少年肱骨髁上骨折后肘部僵硬的风险明显增加, 因此, 对 8 岁以上大龄儿童和青少年患者应与低龄儿童区别对待<sup>[20]</sup>。本研究证明术后超早期拆除石膏不会增加复位角度的丢失, 且术后 6 周时患侧肘关节活动度已完全恢复正常, 肘关节功能恢复周期明显缩短, 结果令人满意。

Azzolin 等<sup>[21]</sup>通过 Baumann 角的改变来评估复位角度的丢失, 其报道复位角度丢失率为 8%, 但这些患儿术后随访期内均无需再次手术, 也无肘关节功能障碍的发生。Mazda 等<sup>[6]</sup>对 90 例患儿采用改良 Judet 术并以长管型石膏进行固定, 发现复位角度丢失率更低, 约为 3.3%。本研究根据 Skaggs 等<sup>[5]</sup>的分型标准评估复位角度丢失情况, 至末次随访时, 观察组无一例出现骨折复位角度丢失、肘内翻畸形等情况, 我们认为超早期拆除石膏(术后 2 周)临床安全性尚可。

本研究存在以下局限: ①本研究虽然采用了随机对照试验设计, 但为单中心研究, 样本量不足, 研究结论尚需进一步证实; ②克氏针植入方式存在差异, 部分患儿行肘外侧克氏针固定, 部分患儿行内外侧交叉克氏针固定, 后续研究需要按不同治疗

表 2 对照组和观察组伸直型肱骨髁上骨折 Baumann 角、提携角、肱头角、肘关节活动度及功能的比较

Table 2 Comparison of Baumann, lifting and sagittal angles of humeral head and range of motion of elbow in control and observation groups

分组	Baumann 角 ( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )		提携角( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )		肱头角( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )		肘关节活动度 ( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )		术后 12 周 Flynn 评分 标准评定肘关节 功能优良(例)
	术中即刻	术后 12 周	术中即刻	术后 12 周	术中即刻	术后 12 周	术后 6 周	术后 12 周	
对照组 ( $n=45$ )	71.38 ± 1.75	73.24 ± 3.04	7.20 ± 2.76	5.40 ± 1.44	40.38 ± 6.07	39.93 ± 2.97	15.91 ± 3.26	1.02 ± 0.87	40
观察组 ( $n=43$ )	71.60 ± 2.48	73.58 ± 2.53	6.81 ± 2.65	4.79 ± 1.85	41.21 ± 4.38	39.90 ± 2.22	3.09 ± 1.38	0.95 ± 0.95	39
$t/\chi^2$ 值	$t = -0.494$	$t = -0.566$	$t = 0.668$	$t = 1.732$	$t = -0.739$	$t = 0.047$	$t = 24.212$	$t = 0.354$	$\chi^2 = 0.078$
$P$ 值	0.623	0.573	0.506	0.087	0.462	0.962	<0.001	0.724	0.780

进行分组;③本研究未对 Gartland II 及 Gartland III 型骨折患儿进行组间比较,因此超早期拆除石膏的安全性还需更大样本量的临床研究来进一步证实。

综上所述,我们认为闭合复位经皮穿针内固定治疗儿童伸直型肱骨髁上骨折过程中,采取超早期拆除石膏(术后 2 周)不会导致复位角度丢失而增加再次手术的风险,术后肘关节康复时间明显缩短,针道感染等并发症的发生率低,是一种可供临床选择的治疗方案。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 孙亮、崔晓龙负责研究的设计、实施和起草文章;赵振群、王勇、负责数据收集及分析;白锐、刘万林负责研究设计与酝酿,并对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Otsuka NY, Kasser JR. Supracondylar fractures of the humerus in children[J]. J Am Acad Orthop Surg, 1997, 5(1): 19-26. DOI: 10. 5435/00124635-199701000-00003.
- [2] 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.
- [3] Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children [J]. Surg Gynecol Obstet, 1959, 109(2): 145-154.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Mazda K, Boggione C, Fitoussi F, et al. Systematic pinning of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. A prospective study of 116 consecutive patients [J]. J Bone Joint Surg Br, 2001, 83(6): 888-893. DOI: 10. 1302/0301-620x. 83b6. 11544.
- [7] Shim JS, Lee YS. Treatment of completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children by cross-fixation with three Kirschner wires [J]. J Pediatr Orthop, 2002, 22(1): 12-16.
- [8] 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.
- [9] Popowicz TE, Rensberger JM, Herring SW. Enamel microstructure and microstrain in the fracture of human and pig molar cusps [J]. Arch Oral Biol, 2004, 49(8): 595-605. DOI: 10. 1016/j. archoralbio. 2004. 01. 016.
- [10] 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. 0b013e31829c0046.
- [11] 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.
- [12] 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. DOI: 10. 1097/01241398-199307000-00019.
- [13] 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.
- [14] Lucas DE, Willis LM, Klingele KE. Factors predictive of early radiographic failure after closed reduction of Gartland type II supracondylar humeral fractures [J]. J Orthop Trauma, 2013, 27(8): 457-461. DOI: 10. 1097/BOT. 0b013e31827aa78e.
- [15] Kocher MS, Kasser JR, Waters PM, et al. Lateral entry compared with medial and lateral entry pin fixation for completely displaced supracondylar humeral fractures in children. A randomized clinical trial [J]. J Bone Joint Surg Am, 2007, 89(4): 706-712. DOI: 10. 2106/JBJS. F. 00379.
- [16] Na YY, Bai R, 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. DOI: 10. 1186/s13018-018-0768-3.
- [17] Jandrić S. Effects of physical therapy in the treatment of the post-traumatic elbow contractures in the children [J]. Bosn J Basic Med Sci, 2007, 7(1): 29-32. DOI: 10. 17305/bjbm. 2007. 3085.
- [18] Colović H, Stanković I, Dimitrijević L, et al. The value of modified DASH questionnaire for evaluation of elbow function after supracondylar fractures in children [J]. Vojnosanit Pregl, 2008, 65(1): 27-32. DOI: 10. 2298/vsp0801027c.
- [19] Keppler P, Salem K, Schwarting B, et al. The effectiveness of physiotherapy after operative treatment of supracondylar humeral fractures in children [J]. J Pediatr Orthop, 2005, 25(3): 314-316. DOI: 10. 1097/01. bpo. 0000153879. 05314. d8.
- [20] He M, Wang Q, Zhao JX, et al. Efficacy of ultra-early rehabilitation on elbow function after Slongo's external fixation for supracondylar humeral fractures in older children and adolescents [J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 520. DOI: 10. 1186/s13018-021-02671-4.
- [21] Azzolin L, Angelliaume A, Harper L, et al. Optimal postoperative immobilisation for supracondylar humeral fractures [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104(5): 645-649. DOI: 10. 1016/j. otrs. 2018. 03. 015.

(收稿日期: 2021-03-11)

**本文引用格式:** 孙亮, 崔晓龙, 刘万林, 等. 儿童肱骨髁上骨折经皮穿针固定术后超早期拆除石膏的临床效果分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(10): 982-987. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202103020-015.

**Citing this article as:** Sun L, Cui XL, Liu WL, et al. Clinical results of ultra-early plaster removal after percutaneous needle fixation for supracondylar humeral fractures in children [J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(10): 982-987. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202103020-015.